FEKETE ZOLTÁN: ERDŐBECSLÉSTAN

FEKETE ZOLTÁN

ERDŐBECSLÉSTAN

AKADÉMIAI KIADÓ

ERDŐBECSLÉSTAN

A FAÁLLOMÁNYSZERKEZETTAN ÉS A FATERMÉSTAN VÁZLATÁVAL

ÍRTA:
FEKETE ZOLTÁN

AKADÉMIAI KIADÓ
BUDAPEST, 1951

Felelős szerkesztő: Nemky Ernő

Akadémiai Kiadó (Budapest, VII., Sztálin-út 31). Felelős kiadó: Mestyán János

Budapest nyomda, Gerlóczy-u. 2. — 11949/51 — Felelős vezető: ifj. Puskás Ferenc

ELŐSZÓ

1893-ban, tehát 57 évvel ezelőtt jelent meg az utolsó nagyobbszabású erdőbecslési kézikönyv *Sóltz Gyula* és *Fekete Lajos* tollából. Azóta *Katona Istvánnak* a hajdani erdőgazdasági szakiskolák tanulói számára írt kis erdőbecsléstanán és a Földművelésügyi Minisztérium szakoktatási főosztályának az erdészeti technikumok számára kibocsátott kiadványán kívül ilyen irányú, önálló mű magyar nyelven nem jelent meg.

Ezen a hiányon igyekszem segíteni, amikor könyvemet a szakközönség asztalára teszem. S egyszersmind lerovom ezzel egy régi tartozásomat is. Az Országos Erdészeti Egyesület még az első világháború előtt megbízott az erdőbecsléstan megírásával s a könyv szövege akkoriban el is készült; azonban a háborút követő gazdasági válságban az egyesület anyagi helyzete annyira megrendült, hogy a kiadás költségeit nem vállalhatta. Később fatermléstani kutatásaim foglalták le minden időmet s mire újra felvehettem az elejtett fonalat, a régi munka már sok tekintetben elavult s annak alapos átdolgozása és kibővítése vált szükségessé. Sajnos, a háborús évek a külföld szakirodalmának követését megnehezítették; ez a hiány munkámon is nyomokat hagyott.

Kifogás alá eshetik az is, hogy a bemutatott példák adatai túlnyomórészt a kataszteri holdra vonatkoznak. Szolgáljon mentségemül, hogy könyvem már közvetlenül nyomás előt állott, amikor tudomást szereztem arról, hogy legújabban az államerdészet is áttért a hektárszámításra.

A testmértani köbözés fejezetéből elhagytam a képletek hosszadalmas levezetését s csak a legszükségesebbekre szorítkoztam. Nem zárkózhattam azonban el attól, hogy mind ebben a részben, mind a következőkben ne emlékezzem meg olyan eljárásokról is, amelyek ma már nem használatosak, de amelyeknek a történelmi fejlődés szempontjából jelentőségük van. Ebben az az elgondolás vezetett, hogy a mi hazai szakközönségünk csak igen nehezen juthat hozzá a megfelelő forrásmunkákhoz. Kívánatosnak láttam tehát, hogy az, aki az erdőbecsléstan multjával is behatóbban kíván foglalkozni, munkámban ehhez útmutatást találjon.

Szükségesnek tartom azonban azt is, hogy olvasóközönségünknek legalább vázlatos ismertetést adjak a faállományszerkezettan és a faterméstan fontosabb tételeiről. Ez a két ismeretág az erdőbecsléstannal a legszorosabb kapcsolatot tartja s attól élesen el sem választható. Régi erdőbecsléstanaink is felölelték ennek az anyagnak egy részét. De a fejlődéssel járó differenciálódás következtében ezek a tárgykörök ma már többé-kevésbbé elkülönülnek s önálló ismeretágakká fejlődnek. Nemrég jelent meg az első *faterméstan Vanselow* tollából. A *faállományszerkezettan* tantárgycím pedig már ma egyetemünk tantervében is hozzá van kapcsolva az „erdőbecsléstan"-hoz.

Hálás köszönetet kell mondanom ezen a helyen a Magyar Tudományos Akadémiának könyvem kiadásáért. Erdőben szegény országunk csekély létszámú szakközönsége önálló vállalkozásom sikerét nem biztosíthatta volna. Az Akadémia megértő támogatására volt szükség, hogy ez a munka megjelenhessék és a több mint félévszázados űrt, ha megkésve is, áthidalhassa.

Köszönetet mondok továbbá a Magyar Állami Erdőgazdasági üzemek volt központi igazgatóságának a képdúcok elkészítéséhez adott anyagi támogatásért s ezenkívül köszönetet mindazoknak, akik a rajzok megszerkesztésében, a táblázatok elkészítésében s a könyv sajtó alá rendezésében bármi módon is segítségemre voltak.

Örömmel tölt el, hogy a demokratikus Magyarország erdőgazdaságának ezzel a munkámmal szolgálatára lehetek s az újjáépítés nagy munkájához egy építőkővel én is hozzájárulhatok.

Sopron, 1951. januárjában.

A szerző.

BEVEZETÉS

Fogalom

Az erdőbecsléstan az a tudomány, mely a fa köbtartalmának, növedékének és korának meghatározásával foglalkozik.

Körébe vág mind a tövön álló élőfa és az élőfák sokaságából álló »faállomány«, mind a ledöntött fa és a belőle készített erdei nyerstermények (szálfa, rönkő, hasábokba vágott tűzifa stb.) köbtartalmának, illetve növekedési tényezőinek megállapítása. Kívül esnek azonban az erdőbecslés körén az erdei félgyártmányok (vasúti talpfa, hordódonga stb.), valamint az iparilag megmunkált fagyártmányok (pl. fűrészárú). Ezek az erdőhasználattan és az erdészeti anyagfeldolgozástan (technológia) tárgykörébe tartoznak.

A *faállományszerkezettan* a faállomány külső szerkezetével, a fatömegtényezők egymáshoz való viszonyával s ez utóbbi vonatkozások változásaival foglalkozik.

Az erdőbecsléstan a törzselemzéssel és a fatermési táblák szerkesztésével kapcsolatban a *növekvés törvényeinek* ismertetését is felöleli. Tárgyalja a fatermés összefüggéseit az arra ható tényezőkkel. Ennek a többé-kevésbbé elhatárolt ismeretkörnek a neve: *faterméstan*.

A faterméstan és a faállományszerkezettan tulajdonképpen egy-egy később kifejlődött, ma már azonban meglehetősen önállósult ága az erdészeti tudománynak. Itt csak vázlatosan tárgyaljuk ezeket az ágakat, mint az erdőbecsléstan kiegészítő részeit.

Az erdőbecsléstan viszonya az erdészeti és az általános tudományok más ágaihoz. Az erdőbecsléstan a legszorosabb kapcsolatban az erdőrendezéstannal van. Ebben leli magyarázatát az is, hogy a régebbi szerzők csak mint az erdőrendezéstan egy fejezetét tárgyalták. Az idők folyamán azonban az erdőbecsléstan mint külön ismeretág annyira fejlődött, hogy ma már más tárgy keretébe sem nagy terjedelménél, sem önálló jelentőségénél fogva nem illeszthető be célszerűen.

De közvetlenül összefügg az erdőbecsléstan az erdőérték-számítástannal és az erdészeti eredményszámítással is, mert hiszen az erdő mint alapvető termelőeszköz értékének meghatározásához elsősorban a *fatömeg* ismerete szükséges. Ezenkívül az erdőbecsléstannak az erdőhasználattannal, az erdőműveléstannal és az erdészeti növénytannal is vannak valamelyes vonatkozásai.

A fennebb elmondottak részint közvetve, részint közvetlenül a faállományszerkezettanra és a fatermestanra is érvényesek.

Az előkészítő segédtudományok közül a mennyiségtan s főleg az analitikai testmértan az, amelyre az alapvető tételek, levezetések és a számszerű műveletek végrehajtása szempontjából szükségünk van.

Az erdőbecsléstan gyakorlati jelentőségét leginkább kidomborítja a faanyag értéke és mennyisége között fennálló szoros összefüggés. Az érték kiszámításának a fatömeg lévén az alapja, nyilvánvaló, hogy az erdőbecsléstani ismereteket sem a faeladás, sem az erdő értékével kapcsolatos kérdések eldöntése során nem nélkülözhetjük. De az erdőrendezés egyik igen fontos feladatának, a hozadékszabályozásnak a sikeres megoldása sem képzelhető el az erdőbecslés módszereinek alkalmazása nélkül.

Történet és irodalom

Az erdőbecslés módszereinek fejlesztése terén Németország tette meg az első lépéseket, a XVIII. század közepetáján. Addig a fatömeg köbegységekben való kifejezése úgyszólván teljesen ismeretlen volt. Különösen áll ez az épületi fáról, amelynek mennyiségét nagyobbára csak a szálfák száma szerint mérték, a vastagság szerinti elkülönítés pedig csak durva osztályozásra szorítkozott. Ezzel szemben megállapítható, hogy a tűzifát már igen régi idők óta *ölbe* rakták, tehát már az erdei felrakásolásban határozott mértékhez kötötték. Emellett azonban a *szekérrakomány* is használatos volt, mint mértékegység, sőt alárendelt minőségű faanyagoknál még ma is szokásos. *Tagányi* szerint Magyarországon először 1226 körül esik szó ölfáról (eulfa).

1765-ben *Oettelt* a fenyőfa törzsköbtartalmának kiszámítására az egyenesoldalú kúp képletének alkalmazását ajánlotta. A lecsúcsozott törzseket Németországban a XVIII. század második felében többnyire a $v = \frac{\pi}{4}\left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)^2 \cdot l$ képlet szerint köbözték. Ez az eljárás *Vierenklee*-től származik, 1767-ből. Tehát az alsó és felső átmérő egyszerű számtani átlagának megfelelő körlapot szorozták a hosszal. Az így kapott eredmény pontatlanságát különféle helyesbítésekkel igyekeztek ellensúlyozni. A csonka paraboloid képletét először *Duhamel du Monceau* ajánlotta a fatörzs köbözésére, de ez a mai napig is használt eljárás csak a XIX. század elején kezdett tért hódítani, mégpedig elsősorban *Huber* buzgólkodása folytán. Ezért nevezik ma is *Huber*-féle eljárásnak.

Később még igen sok más képletet ajánlottak a testmértani köbözés céljaira; ezekről később még bőven lesz szó. Itt csak az erdészeti irodalomnak néhány ismertebb szerzőjét említjük meg. Ilyenek: *Smalian*, *Riecke*, *Hossfeld*, *Breymann*, *Simony*, *Oetzel*, *Schiffel*, *Strzelicky*, *Amgwerd*, *Broillard*, *Lönnroth*, *Mathiesen*, *Horváth Sándor*, *Márton Sándor* stb.

A köbözéshez szükséges méreteket régebben mérőzsinórral vagy mérőszalaggal és mérővesszővel határozták meg. A faátlalót csak a XIX. században kezdték alkalmazni. Először *Cotta* ismertette 1804-ben. Magasságmérőket és dendrométereket már a XVIII. század végén tervezgettek. Némi hírnévre tett szert *Reinhold* gimnáziumi tanárnak 1780-ban feltalált »Erdmicrometer«-je. A mult században aztán a famérő műszereknek és eszközöknek egész seregét találták fel és hozták forgalomba. Számuk oly nagy, hogy még részletes tárgyalásuk során is csak a fontosabbakkal foglalkozhatunk.

A felrakásolt tűzifa tömörtartalmának meghatározására a testmértani eljárást először *Oettelt*, a xylométert pedig (1782-ben) a berlini *Hennert* használta.

A *faállomány* fatömegének megbecslése a XVIII. században még igen tökéletlen módon történt. A puszta szembecslésen kívül más módszert úgyszólván nem is ismertek. A tövön való eladáshoz többnyire a területet használták mértékegységnek, s az érték megállapítása sem közvetlenül a fatömeg, hanem inkább a fafaj, kor, növés, általános épségi állapot, kedvező vagy kedvezőtlen fekvés stb. alapján történt. Ha a fatömeg felől is kellő bizonyosságot kívántak szerezni, a *próbavágáshoz* folyamodtak. Ez abból állt, hogy valamely ismert nagyságú területen az egész faállományt ledöntötték, a faanyagot erdei választékok szerint feldolgozták, s mennyiségét a termelés eredményeinek közvetlen számbavételével állapították meg. Ez — legalább ami a levágott részt illeti — mindenesetre igen megbízható eljárás volt, de sok időbe és munkába került, tehát nagyobb méretekben nem igen volt megvalósítható. A fatömegbecslésnek ezt a módját egyébként a próbateres eljárások közé kell soroznunk. Ezt használta és ajánlotta *Flemming* már a XVIII. század elején s utána *Hennert* is. Nálunk Magyarországon Mária Terézia idejében használták a kincstári bányaerdők fatömegének becsléséhez.

A törzsenként való felvételt először *Beckmann* János Teofil szászországi uradalmi erdőtiszt alkalmazta a XVIII. század közepetáján. Ő zsineggel vette körül a megbecsülendő erdőrészletet (vagy annak egy darabját), s aztán hosszú nyírfaszeget veretett a körülkerített faállomány minden egyes törzsébe. Ezek a szegek a választékosztályok, illetőleg a vastagsági osztályok szerint különféle színűre voltak festve. A törzsek számát a felhasznált szegek mennyiségéből állapították meg. Az így kapott számokat megszorozva a szemmel becsült átlagos köbtartalommal, az illető választékosztály összes fatömegét kapták. Ez az eljárás rendkívül hosszadalmas és amellett tökéletlen volt. Nehézkessége miatt később inkább csak próbaterek felvételére szorítkoztak vele.

Zanthier 6—8, egymással egyközűen haladó favágóval, pásztánként járta be az erdőt, feljegyeztetve velük az egyes vastagsági osztályokba eső törzsek számát. Ez az eljárás sokkal gyorsabb volt az előbbinél, de eredménye közvetlen mérés híján szintén nem igen volt megbízható. A tökéletesebb eljárások csak az átlaló használatának elterjedése után fejlődtek ki.

Az állófák köbtartalmának *alakszámmal* való megbecsléséhez *Paulsen* adta meg az eszmét 1800-ban. Később *Hossfeld*, majd *Hundeshagen*, *König* és *Smalian* buzgólkodott ezen a téren, a XIX. század közepéig. A valódi alakszámokkal *Smalian* foglalkozott először. Később a hatvanas években *Pressler*, korának kiváló szakférfia kardoskodott leginkább használatuk mellett. Sokat foglalkozott az alakszámokkal a mult század utolsó negyedében és századunk elején *Kunze* Miksa, a tharandi erdészeti akadémia volt tanára, ki az erdőbecsléstan szakirodalmát egyébként is rendkívül sok értékes munkával gazdagította.

Alakszámtáblázatokat közöl továbbá a legtöbb, fatömegtáblák felállításával foglalkozó mű is. Ezekről később emlékezünk meg.

A legrégibb fatömegtáblákat *Cotta* (1804) és *König* (1813) hozta nyilvánosságra. Ezeknél jóval tökéletesebbek voltak az 1846-ban kiadott *bajor fatömegtáblák*, amelyek a bajor kormány rendeletére készültek. A régiek közül még *Stahl*, *Kohli*, *Lauprecht* és *Burckhardt* munkáiról emlékezhetünk meg (1852 és 1873). 1874-ben indult meg a német erdészeti kísérleti állomások ilyen irányú, minden előzőnél szélesebbkörű tevékenysége, amelynek újabb fatömegtábláinkat köszönhetjük. Különösen *Baur* Ferenc, *Schwappach* Ádám, *Schuberg* Károly és *Grundner* Ferenc fejtett ki ebben az irányban nagy tevékenységet. Ezenkívül értékes munkát végzett *Schiffel* Adalbert is, aki fatömegtábláiba az alakviszonyszámot is belevitte. A fatömegtáblák alkalmazása az *alakszámok* közvetlen gyakorlati jelentőségét természetesen háttérbe szorította. Nálunk a fák alakviszonyaival legtöbbet *Fekete Lajos, Bartha Ábel* és a könyv szerzője foglalkozott.

A fatömeg *átlagtörzsekkel* való meghatározását a XIX. század derekán *Draudt* Ágoston, *Urich* Károly, *Hartig* Róbert és *Baur* Ferenc eszméi egyengették. Az átlagtörzs helyes értelmezésének tisztázásához főleg az alábbiak járultak hozzá: *Lorey, Weise, Kunze, Speidel, Schiffel, Gerhardt, Flury, Weber, Grundner, Levakovič, Neubauer, Lönnroth, Tischendorf, Rónai.* A fatömeggörbe és a tömegegyenes alkalmazásának elméleti és gyakorlati módszereivel *Kopeczky, Speidel, Gehrhardt, Károlyi* Árpád, *Rónai* György és *Lönnroth* foglalkozott a legtöbbet.

A próbateres eljárások közül 1891-ig nagyobbára csak a közönséges próbateret alkalmazták. Ekkor ismertette *Zetzsche* a köröspróbát. A szalagpróbát csigavonalban *Behringer* (1900), zegzugos vonalban *Márton Sándor* (1903), egyenes vonalban, illetőleg rács alakjában (rácsos próba) *Fekete Zoltán* ajánlotta (1906 és 1914). A svédek *vonalas becslésének* származási ideje ismeretlen.

A fatermési vizsgálatok jelentőségére a francia *Réaumur* 1721-ben, s később 1765-ben a német *Oettelt* is rámutatott. Az első fatermési táblák azonban, melyek ezt az elnevezést a mai értelmezés szerint megérdemlik, *Paulsentől* származnak. *Paulsen* munkája, melyben fatermési tábláit közli, 1795-ben jelent meg névtelenül. Kéziratban azonban már 1787-ben megvolt. Paulsen munkájától függetlenül, *Hartig* György Lajos ugyancsak 1795-ben, továbbá *Cotta* 1817-ben és mások is közöltek fatermési táblákat a XVIII. század végén és a XIX. század elején. *Spät* szerkesztette 1796-ban az első fatömeggörbéket; *Seutter* kísérelte meg először (1799-ben) a törzselemezés segítségével készíteni fatermési táblákat. A régi írók közül megemlítendők még *Hossfeld* (1823), *Huber* (1824), *Hundeshagen* (1825), *Smalian* (1837), *Karl* (1838 és 1841), a *badeni erdőkezelőség* (1840), *Schneider* (1843), *Hartig Tivadar* (1847), *König* (1854), *Feismantel Rudolf* (1854), *Burckhardt* (1859), *Hartig Róbert* (1865 és 1868) és *Pressler* (1870).

Ezeknek a régi fatermési tábláknak — nem tekintve a szerkesztés műszaki részének hiányosságait — az volt a főhibájuk, hogy a szerkesztésükhöz felhasznált alapanyag kevés és megbízhatatlan volt, s a szerzők a beható és részletes megfigyelések hiányában meg nem engedhető mértékben érvényesítették egyéni felfogásukat. Ez abban az időben, amikor a faállomány fejlődése és a fatömegtényezők egymáshoz való viszonya még sok tekintetben nem volt felderítve, gyakran vezetett téves következtetésekre, a fatermési táblák használhatóságának nagy kárára. Csak a mult század 70-es éveiben indult meg a rendszeres adatgyüjtés, amelynek alapján azután a német kísérleti állomások számos megbízható s a kor színvonalán álló fatermési táblát készítettek. Ezen a téren a legnagyobb tevékenységet Németországban, illetőleg Ausztriában *Baur, Kunze, Weise, Schuberg, Lorey, Schwappach, Speidel, Flury, Wimmenauer, Grundner, Eberhard, Schiffel, Guttenberg, Gehrhardt, Eichhorn, Wiedemann* fejtette ki. Nálunk *Greiner Lajos, Fekete Lajos* és a könyv szerzője foglalkozott behatóbban ezzel a tárggyal.

A fatermési táblák szerkesztése során szerzett tapasztalatok különösen a faállomány *növekedésére* vonatkozó ismereteket bővítették. De bepillantani engedtek az egyes fatömegtényezőknek a korral és a tenyészeti tényezőkkel összefüggő kölcsönös vonatkozásaiba is, s ezáltal utat nyitottak a szakszerű kutatások egyik fontos ágának, mely régebben, a megbízható megfigyelések híján nem fejlődhetett a kívánt mértékben. A fatermési vizsgálatok irodalma értékes anyagot szolgáltatott a *faállományszerkezettani* ismeretek fejlesztéséhez is. De nemcsak a faállomány, hanem a faegyed fejlődésének tana is sokat haladt ezeknek a munkálatoknak a során.

A növedék kiszámításával egyébiránt már *Hartig György* (1795) és *Cotta* (1804) is foglalkozott. Ők már növedékszázaléktáblázatokat is állítottak össze. Később (1835) *König* közölt magassági- és tömegnövedéktáblázatokat erdészeti mennyiségtanában. *Smalian* és *Breymann* a növedéket a kamatos kamatszámítással hozta kapcsolatba; ezt az elméletet *Heyer Gusztáv* döntötte meg. A növedékszázalék kiszámítására *Schneider* 1853-ban állította fel egyszerű képletét, majd *Jäger* igyekezett az átlagnövedékek delelését az évgyűrűk szélességéből képlet segítségével megállapitani. Tőle függetlenül azonos eredményre jutott *Borggreve* is (1881). Jelentékenyen fejlesztette a növedékszámítás tanát *Heyer Károly, Heyer Eduárd, Heyer Gusztáv* és *Pressler*, a növedékfúró feltalálója. Az újabb írók közül utalunk mindazokra, akik fatermési táblákat szerkesztettek és ismertettek, illetőleg ezt a kérdést önálló munkáikban tárgyalták (lásd alább).

A fa és a faállomány korának meghatározásával *Oettelttől* napjainkig szintén sokan foglalkoztak, bár ez a tárgy a dolog természeténél fogva nem indított el olyan széleskörű irodalmi vitát, mint az erdőbecsléstan más ágai. Hozzászóltak a többi közt: *Martin K. L.* (1836), a *Hartigok, Smalian, Gümbel, Heyer K., Karl, Heyer G., Wimmenauer, Lorey, Schuberg, Nördlinger, Flury, Stötzer, Tischendorf, Lakari* (finn) stb.

E szerzők közül többen kisebb-nagyobb mértékben a faállományszerkezettan tényezőire is kiterjeszkedtek, de sokáig hiányzott a kellő tervszerűség és a szükséges áttekintés. Különösen a faállomány összetételének és a fatömegtényezők megoszlásának törvényszerűségét takarta sokáig homály. *Weise* és *Schuberg* régebbi megállapításai után *Fekete Lajos* kutatásai jelentettek haladást (1902-ben). Utána

Schiffel, e könyv szerzője, *Rónai*, *Bartha*, *Wimmer Emil* (osztrák), *Cajanus* (finn), *Lönnroth* (finn), *Lappi Seppälä* (finn), *Tor Jonson* (svéd), *Jedlinski*, *Grochowski*, *Kusal* (lengyelek), *Kovács Ernő* stb. említendők.

Az orosznyelvű irodalomból kiemeljük a következő munkákat:

M. M. Orlov: Erdőbecslés. Leningrád, 1929.

— Segédkönyv az erdőbecsléshez és műszaki számításokhoz. Moszkva, 1931.

— Fatömegtáblák erdei fenyőre, lucfenyőre, tölgyre, nyírre és rezgőnyárra, a termőhelyi osztályok szerint. Moszkva, 1931.

A. V. Tjurin: Erdőbecslés. Moszkva, 1945.

P. N. Szergejev: Erdőbecsléstan. Moszkva, 1947.

Kiváló erdőbecsléstani írók még:

N. P. Anucsin, *F. N. Mojszejenko*, *Tkacsenko*, *B. M. Tyihomirov*.

Önálló erdőbecsléstani tankönyvek és kézikönyvek egyébként nagyobbára a XIX. század közepétől jelentek meg. Azelőtt az erdőbecsléstani ismereteket vagy azok egyes részeit inkább csak mint az erdőrendezéstanok külön fejezeteit tárgyalták. Újabb íróink közül is ezt a rendszert követték nehányan. Az utolsó 50—60 évben megjelent önálló tan- és kézikönyvek egyebek közt — a fentebb felsorolt orosz műveken kívül — a következők:

Dr. Franz Baur: Die Holzmesskunde. 4. kiad. Berlin, 1891.

Ad. v. Guttenberg: Die Holzmesskunde (Lorey: Handbuch der Forstwissenschaft című gyüjteményes művében). Tübingen, 1887., 3. kiad. 1912.

Adam Schwappach: Leitfaden der Holzmesskunde. Berlin, 1889., 2. kiad. 1903.

Langenbacher és *Nossek:* Lehr- und Handbuch der Holzmesskunde. I. rész: Die Kubierung des Holzes in liegendem Zustande. Leipzig, 1889.

Udo Müller: Lehrbuch der Holzmesskunde. Berlin, 1. kiad. 1902., 2. kiad. 1915., 3. kiad. 1923.

K. Wimmenauer: Grundriss der Holzmesskunde. Frankfurt a. Main, 1907.

Tischendorf: Lehrbuch der Holzmessenermittlung. Berlin, 1927.

Hüffel G.: Les Arbres et les peuplements forestiers, formation de leur volume et de leur valeur. Paris—Nancy, 1893.

— (Economie forestière. III. kiad. 2. kötet) Dendrometrie. Paris, 1926.

R. Roulleau: Cubage de bois sur pied et abattus. Paris, 1905.

Önálló fatermestan csak egy jelent meg:

Vanselow: Einführung in die forstliche Zuwachs-und Ertragslehre. 1941.

A fatömegtáblák, alakszámtáblázatok és fatermési táblák irodalmával e kézikönyv megfelelő fejezeteiben fogunk bővebben foglalkozni. Később lesz szó a becsléshez használt egyéb segédtáblázatokról is. A fontosabb külföldi folyóiratok közül, amelyek e kézikönyv megírásánál a fentebb felsorolt művekkel együtt forrásmunkául szolgáltak, a következőket említhetjük meg:

Acta Forestalia Fennica, Helsinki.
Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, Frankfurt a. M.
Forstwissenschaftliches Zentralblatt, Berlin.
Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich.
Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, Wien.
Österreichische Forst- und Jagdzeitung, Wien.
Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen, Wien.
Revue des eaux et forêts. Paris.
Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Bern.
Tharandter forstliches Jahrbuch, Berlin.
Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, Berlin.
Zentralblatt für das gesamte Forstwesen, Wien.

A magyarnyelvű erdészeti irodalom csak a XIX. század második felében bontakozott ki. A legrégibb önálló munkák nagyobbára enciklopédikus természetűek voltak. Ezek természetesen az erdőbecsléstannak is csak rövid foglalatját adhatták. Ilyen művek:

Beiwinkler Károly: Erdőgazda. Pest, 1853., 2. kiad. 1861.
Lázár Jakab: Erdészeti kézikönyv. Pest, 1871.
Fekete Lajos és *Illés Nándor:* A közerdész. Budapest, 1873.
Fekete Lajos: Az erdők berendezése (népszerű munka). Budapest, 1898.

Nagyobb, önálló erdőbecsléstan csak egy jelent meg eddig nyomtatásban a magyar könyvpiacon: *Sóltz Gyula* és *Fekete Lajos:* Az erdőbecsléstan kézikönyve. Selmecbánya, 1. kiad. 1882., 2. kiad. 1893. Ezenkívül e könyv szerzője adott ki egy kőnyomatost »Erdőbecsléstan a faállományszerkezettan és a fatermléstan vázlatával« címen 1941-ben, melynek nagy részét ide is átvettük. Az akkori erdésziskolák számára készült *Katona István* »Erdőbecslés és erdőrendezés alapelemei« c. tankönyve. (Esztergom, 1926.) 1950-ben jelent meg a Földművelésügyi Minisztérium szakoktatási főosztályának szerkesztésében egy kisebb terjedelmű »Erdőbecsléstan« című munka. Ez azonban ezidőszerint még nincs közforgalomban.

Részben erdőbecslési tárgyú közléseket tartalmaz *Rónai György*-nek »A likavai erdőlési kísérletek eddigi eredményei« című munkája is (melléklet az Erdészeti Kísérletek 1914. évi XVI. évfolyamához).

Meg kell itt még emlékeznünk az »Erdészeti Segédtáblák«-ról, amelyek először Divald Adolf és Wagner Károly kiadásában jelentek meg (2. kiad. Budán, 1871-ben); 1875-ben a pénzügyminisztérium 1883-ben pedig a földművelésügyi minisztérium adta ki e táblákat átdolgozott alakban. Egyéb táblázatos munkák:

Pressler: Erdészeti köböző táblák a méterrendszer alapján. (A hazai viszonyokra alkalmazta Rowland Róbert.) Budapest, 1876.

Bund Károly és *Krippel Mór:* Hengertábla szálfák és rönkök köbözésére. 1892.
Nemes Győző: Köbtartalom- és súlytáblázatok négyszög- és körkeresztmetszetű fák köbtartalmának és súlyának kiszámítására. 1906.
Krammer Jenő: »Universum« köböző. Budapest, 1909.
— Gömbfaköböző. Budapest, 1914.
— Gyors számlázó. Budapest.
— Bányafaköböző. Budapest.
Grundner F. és *Schwappach A.:* Táblák álló fák és faállományok fatömegének meghatározására. Fordította *Bund Károly*. Budapest, 1916.
Fekete Zoltán: Erdőmérnöki segédtáblák. Sopron, 1926.
— Az akác-sorfa fatömeg- és növekvési táblái. Sopron, 1931.
— Akác fatömegtáblák és szerfabecslési táblázatok. Sopron, 1935.
— Akác-fatermési táblák a Magyar Alföld számára. Sopron, 1937.
— Fatermési és faállományszerkezeti vizsgálatok a hazai tölgyesekben. Sopron, 1946.

A segédtáblák közt kell megemlítenünk végül a széles körökben ismert, de már megszűnt Erdészeti Zsebnaptárt is, mely az Orsz. Erdészeti Egyesület kiadásaként, *Horváth Sándor* szerkesztésében, Budapesten jelent meg s az erdőbecsléstan körébe vágó számos adatot és táblázatot is tartalmazott. Új kiadása egyízben, 1943-ban (két kötetben) jelent meg.

Szakfolyóirataink közül az Erdészeti Lapok, az Erdészeti Kísérletek, Magyar Erdész, Magyar Erdőgazda, az Erdőgazdasági Szemle, az Erdőgazdaság, az Agrártudomány s az Erdőmérnöki Kar Évkönyve adott, illetőleg ad ma is helyet az erdőbecsléstan és faállományszerkezettan tudományos irodalmának.

ELSŐ RÉSZ

A FATÖMEG

Első szakasz

A FEKVŐFA ÉS A KITERMELT ERDEI FAVÁLASZTÉKOK KÖBÖZÉSE

I. FEJEZET

ÁLTALÁNOS FOGALMAK

1. A fák alakviszonyai általában

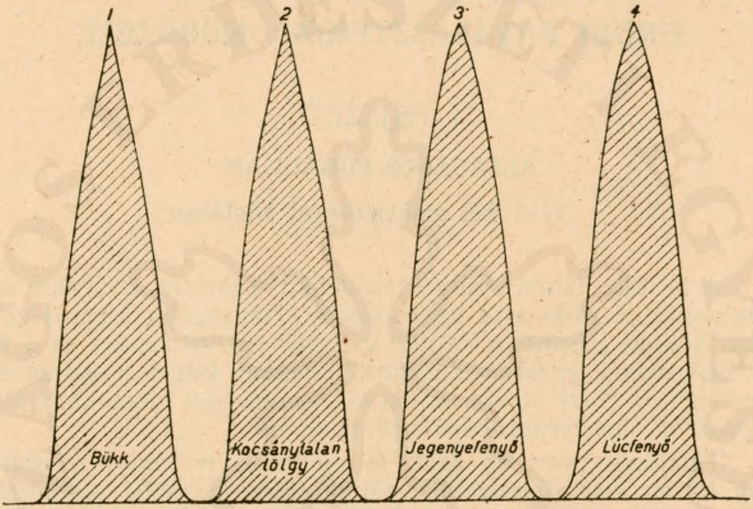
A fa teste három főrészre tagolódik: a törzsre, az ágakra és a gyökérzetre. A törzs a fa legértékesebb, faanyagban leggazdagabb része. Alakját jellemzi a körhöz közelálló keresztmetszet és a felfelé keskenyedő, gyakran határozott csúcsban kifutó hosszmetszet. Ennélfogva a törzs alakja azokhoz a testmértani idomokhoz áll a legközelebb, amelyeket *kúpoknak* nevezünk.

Tulajdonképpen az ágak és gyökerek is kúpos növésűek, mert hiszen keresztmetszetük szintén többé-kevésbbé megközelíti a kör alakját s végük felé ezek is folytonosan vékonyodnak; növésük azonban többnyire szabálytalan, sokszorosan görbül vagy zegzugos, s ezért már ennél a tulajdonságuknál fogva is erősen elütnek a törzstől, melyet rendszerint a szabályos, egyenes növés jellemez.

A fa felső, ágas részét a fa *koronájának* nevezzük. A korona nemcsak az ágakat magukat, hanem a törzsnek azt a részét is magába foglalja, melyből az ágak erednek. A koronában nem egyszer a törzs maga is ágakra oszlik, s többé nem ismerhető fel határozottan. Ez különösen az idősebb lombfákon tapasztalható. A fenyőfélék törzse többnyire a koronában is jól elkülönül az ágaktól s egészen a csúcsig követhető. A tűlevelűek közül legszebben fejlett a lúcfenyő törzse. Elágasodásra hajlamosabb az idősebb erdeifenyő és a feketefenyő. A korona és a gyökérzet alakjával az erdőbecsléstan nem foglalkozik olyan behatóan, mint a törzsével.

Ha a fát levágjuk, a törzs legalsó részének egy kis darabja (mintegy 10—50 cm) vissza szokott maradni, mert a fejszével és a fűrésszel nem tudunk teljesen a fa tövéhez férkőzni s a törzset pontosan a talaj szintjében levágni. Ez a visszamaradó rész a fa *tuskója*. Növénytani értelemben ez még a törzshöz tartozik, az erdőbecsléstanban azonban törzs alatt csakis a fának a vágáslap és a csúcs közé eső részét értjük, az ágak kizárásával. A tuskót a földben lévő részekkel együtt, *tuskó- és gyökérfa* néven tárgyaljuk.

A törzs alakja felől legjobban felvilágosít a törzs hosszmetszete. Az 1. ábra néhány ilyen hosszmetszetet mutat be, hazai ada-



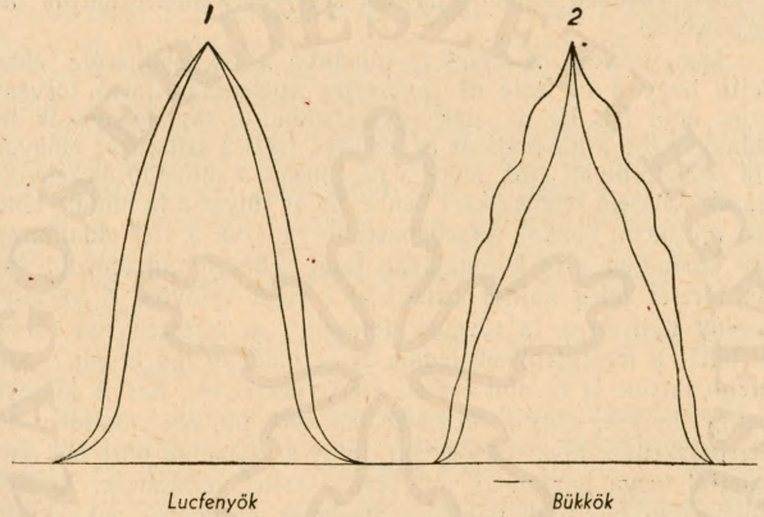
1. ábra. Átlagos törzsalakok (529 idősebb bükk, 238 tölgy, 138 jegenyefenyő és 305 lucfenyő hosszmetszetének átlaga).

tokból kapott átlagok alapján. Valamennyi hosszmetszet a fa részarányos növekvését bizonyítja. A törzs képviselte idomot úgy kapjuk, hogy a metszet szegélyvonalai közé zárt síkot a hossztengely körül 180°-kal elforgatjuk. Ezáltal kúpalakú forgási test keletkezik. Ennek a jellege korántsem állandó, hanem a fafajjal, a korral, a termőhelyi viszonyokkal, a környezettel, az alkalmazott erdőápolási móddal stb. változik. A rajzon bemutatott alakokon kívül még igen sokféle módosulat lehetséges.

A köbtartalom meghatározása igen egyszerű volna, ha a törzs alakja valamely mennyiségtani képlettel kifejezhető testmértani idomnak felelne meg. Sajnos azonban, olyan képlet, amellyel bármely fa alakját ki tudnók fejezni, nincsen. Ha a rajzra ránézünk, meggyőződhetünk arról, hogy a különböző törzsmetszetek szegélyvonalai, a forgási test képzőgörbéi, igen elütő jellegűek lehetnek s így általános mennyiségtani meghatározásuk lehetetlen. Enélkül pedig a forgási testek általános köbözési képletének:

$$v = \pi \int y^2 \, dx$$

sem vehetjük közvetlen hasznát. A 2. ábra a valóságból vett példákkal bizonyítja azt, hogy a törzsek alakja azonos termőhely, fafaj, alapátmérő és magasság esetén is igen nagy eltéréseket mutathat. Azt valamennyi hosszmetszeten megállapíthatjuk, hogy a



2. ábra. Szélsőséges termetű törzsek hosszmetszete.

fa töve homorú hajlású. A törzs alsó része, mielőtt a gyökérzetbe átmenne, kiszélesedik, kiterpeszkedik. Ezt a darabot népies nyelven a fa *lábának*, s a földdel szinelő részét a fa *talpának* is szokták nevezni. Ennek a kiterpeszkedő *talprésznek*[1] az alakja leginkább a homorú oldalú csonkakúpot közelíti meg. A törzs felsőbb részeinek többnyire domborúoldalú kúpalakjuk van, de egyes törzsrészletek az egyenesoldalú kúp vagy esetleg a henger alakját is viselhetik. Az, hogy az egész törzsnek homorú görbülete legyen, a legritkább esetek közé tartozik.[2] Az azonban gyakran fordul elő, hogy a törzs csúcsa felé,

[1] Régebben *terpesznek* is nevezték.

[2] L. *Fekete Z.:* Az erdészeti főiskolai növénykert Wellingtoniái. (Erd. Kisérletek, 1905, 40.)

a domború rész felett homorodás mutatkozik. Ez különösen a lombfákon észlelhető, mert koronájukban a törzs az erős ágazattal szemben többé-kevésbbé háttérbe szorul.

Annyit a fentiek alapján is megállapíthatunk, hogy bár a törzs köbtartalma a maga egészében nem fejezhető ki valamely ismert testmértani idom képletével, egyes részei közel állanak a henger, a domború-, az egyenes- és a homorúkúp alakjához. A gyakorlati erdőbecsléstan ezt a körülményt a törzs és a szabályosabb ágrészletek köbtartalmának meghatározására fel is használja. A szabálytalan alakú ágak, továbbá a tuskó- és a gyökérfa köbtartalmát ellenben fizikai eljárások segélyével határozhatjuk meg előnyösebben.

Igen érdekes *Metzger*[1] tanulmánya a fák alakjáról; ebben kifejti, hogy a fa teste az egyenletes szilárdságú tartó törvénye szerint épül fel. Ez az alak egyszersmind a táplálóanyagok leggazdaságosabb kihasználását is lehetővé teszi a szilárdság előnyére. A fa szövete olyan erős, hogy a függőlegesen működő összenyomó hatások sohasem tesznek kárt benne. Saját súlyát a fa mindig könnyen megbírja. Sokkal veszedelmesebb ránézve a szél oldalhatása, mely különösen a fa koronájában talál kedvező támadófelületet s a fa törzsét főleg hajlító szilárdságra veszi igénybe. A veszélyes szelvény nyilván a fa tövének földszinti keresztszelvénye, ennek kell tehát a legerősebbnek lennie. S ez valóban így is van: mint fentebb láttuk, a fa alul erősen szétterpeszkedik. Azt is könnyen megfigyelhetjük, hogy a sűrű állásban nőtt, minden oldalról védett fa terpeszkedése jóval csekélyebb, mint a szabadon nőtt fáé, mely kezdettől fogva jobban ki volt téve a szelek hatásának. Az ilyen szabadonálló fák több napfényt élveznek, koronájuk sokkal terebélyesebb, s így a szélnek nagyobb támadófelületet nyujtanak. A gyakori mozgatás a fa tövének erősebb fejlődését eredményezi. E jelenség élettani okainak feltárása azonban már a növénytan keretébe tartozik. Annyi bizonyos, hogy a törzs felépítésében is érvényesülnie kell annak az általános természeti jelenségnek, melyet *alkalmazkodásnak* ismerünk, s mely abban nyilvánul meg, hogy az élő szervezetek úgy törekszenek kialakulni, hogy a külső fizikai hatásokkal (nehézségerő, szél) szemben a kellő ellenállást fejthessék ki, de egyszersmind belső élettani működésüket (pl. a nedvkeringést) is biztosíthassák. Ezért a fák alakját sem tekinthetjük *egyedül* a szilárdságtani célszerűséghez való alkalmazkodás eredményé-

[1] Der Wind als massgebender Faktor für das Wachstum der Bäume. (Mündener forstliche Hefte. 3., 5—7. füzet és Erdészeti Lapok 1908, 245.)

nek, hanem fel kell tételeznünk, hogy abban az élettani szükségszerűségek is érvényesülnek.[1]

Itt még csak *Schiffel*[2] tételeit ismertetjük, mert a köbözési képletek bírálatában hasznukat vehetjük. A tételek lényege a következő:

1. A sűrű állásban nőtt törzsek terpeszkedő talprésze fölötti szakasza a korona tövéig többnyire egyenletesen vékonyodik, ennek a törzsidomnak a képzővonala tehát többé-kevésbbé közelább az *egyeneshez.*

2. A törzs alsó, ágtalan része telidedebb, mint a koronarész. A törzs tehát a talprészen kívül legalább is *két* különböző alakú részből áll, melyek a korona tövében találkoznak. Ezért a koronatő a törzsalak képzőgörbéjének folytonosságát megszakítja s a különböző jellegű részeket egymástól elválasztja.

3. Általános érvényű szabály sem a törzsrészekre, sem a törzsre nézve nem állapítható meg. A koronarész azonban többnyire sudarlósabb (hirtelenebbül vékonyodó), mint az ágatlan törzsrész.

4. A különböző fafajokat nem jellemzik határozott *fajhoz kötött* törzsalakok. Ugyanaz az alak a legkülönbözőbb fafajokon előfordulhat. A lombfajok koronarésze általában kevésbbé telt, mint a tűlevelűeké.

5. A koronatő viszonylagos fekvése nem állandó és általában a környező faállomány záródási viszonyaitól függ.

Néhány fafaj törzsének átlagos méretviszonyszámairól a IV. rész A. 4. szakaszában közölt kimutatás tájékoztat. Ebből kiderül, hogy az egész törzshossznak a vágáslaptól mért 0, 10, 20, ... 90. százalékában (azaz 0, 1, 2, ... 9 tizedrészében) hány %-a az átmérő a törzs mellmagassági átmérőjének. Ennek alapján bármely magasságra és mellmagassági átmérőre megszerkeszthetjük milliméterpapiroson a törzs hosszmetszetének átlagos képét.

A fatörzs *keresztszelvénye* általánosságban megközelíti a kör alakját. Egyes fafajok (különösen a lúc- és jegenyefenyő) keresztmetszete rendkívül szabályos és gyakran alig tér el a körtől. A fafajok azonban ebben a tekintetben nem viselkednek egyformán. Így például a gyertyán metszete csaknem mindig hullámos körvonalú, amit a törzsön csavarosan végighaladó bordák okoznak.

[1] Egyoldalú tehát *Paccard* elmélete is, mely szerint a törzs alakját az a biológiai feltétel szabja meg, hogy a törzs vízvezetőképessége bármely szelvényben azonos legyen. (Nouvelles recherches par l'accroissement en épaisseur des arbres, Genève, 1919.)

[2] Die Kubierung von Rundholz stb. (Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, XXVII. füzet, 1902, 27.)

De ugyanannak a fának a kerülete sem egyenlően szabályos a törzs bármely részén. Az alsó, terpeszkedő rész, a gyökérfőbe való átmenet helyén, különösen az idősebb fákon igen szabálytalan szokott lenni. Erősen kiugró bordák mély öblökkel váltakoznak ezen a tájon, azért itt a fa keresztmetszete sokszor inkább hasonlít letompított csillaghoz, mint körhöz. De szabálytalan lehet a törzs alakja a koronarészben is, ahol különösen a vastagabb ágak kiindulási helye alatt, erős, egyirányú vastagodás, fölötte pedig horpadás mutatkozik. Legszabályosabb növésű a fa azon a darabon, mely az alsó, terpeszkedő rész és a korona *közé* esik.

A szél és az egyenlőtlen megvilágítás következtében a keresztszelvény gyakran elliptikus, vagy tojásidomalakú.

2. A faválasztékok

A faanyagot alakja, minősége, értéke és használatának célja szerint szoktuk osztályozni. A választékosztályok alakítása nem mindenütt egyöntetű; a követett rendszer a népgazdaság felhasználási helyeinek szükséglete szerint változik. Itt tehát csak nagy általánosságban tárgyalhatjuk a választékolás gyakorlati szabályait. Részletekbe nem is szükséges bocsátkoznunk, mert ez már az erdőhasználattan és a fakereskedelem körébe tartozik. Csak azért foglalkozunk a faválasztékok vázlatos leírásával, mert a fatömeg megbecslése az egyes választékokra külön-külön is kiterjedhet, ezeket tehát nagyjából ismernünk kell.

A legdurvább választékolás mindjárt a fa ledöntésekor megtörténik. A levágás által *a törzset* elválasztjuk a *tuskó- és gyökérfától*, a legallyazás és a csúcsrész leütésével pedig *az ág- és rőzsefától.* Az így letisztított nagyobbméretű törzset *szálfának* nevezzük.

A használat célja szerint a faanyagot két fő választékosztályba soroljuk. Ezek: szerfa és tűzifa.

a) Szerfa[1] (iparifa) az olyan faanyag, amely műszaki (ipari) célokra alkalmas. Alosztályai:

α) *az épületfa*, melyet a közönséges építéshez, a víz-, híd-, út-, vasútépítéshez és bányaművi építkezéshez használnak fel;

β) *a szerszámfa*, mely egyéb műszaki és ipari szükségletek

[1] A *szerfa* elnevezés helyett gyakran halljuk és olvassuk a *műfa* és a *haszonfa* kifejezést. Az utóbbi a német *Nutzholz* szolgai fordítása és nem is találó, mert hiszen a tűzifa is ad *hasznot*, a *műfa* kifejezés pedig félreérthető, mert mesterségesen előállított fát is érthetünk alatta. Újabban a hivatalos használatban inkább az *iparifa* elnevezés használatos.

kielégítésére szolgál. Ilyenek a többi között az asztalos-, kádár-, kerékgyártó- és esztergályosiparban, valamint a mezőgazdasági eszközök készítésével foglalkozó iparban és általában a fát feldolgozó háziiparban használt faválasztékok.

b) Tűzifán a tüzelésre szolgáló faválasztékot értjük. Idetartozik a szénégetéshez felhasznált fa is, bár ez csak módosult alakban, mint faszén kerül eltüzelésre. Annak az elbírálására, hogy mit minősítünk szerfának és mit tűzifának, a gazdasági szükségesség, a fafaj stb. szab határt.

Egyes fafajok igen alkalmasak szerfának, mások kevésbbé. Így a fenyvesek kitermelt faanyagának legnagyobb részét (70—90%-át) szerfának használják fel. Szép, egyenes növésük, kis súlyuk és nagy rugalmasságuk teszi őket erre kiválóan alkalmassá. Tűzerejük azonban (térfogatukhoz képest) aránylag csekély s így tűzifaértékük alacsony. A nemes tölgyek[1] kiválóan erős, a fenyővel ellentétben (mely nedves helyen hamar romlik) rendkívül tartós, a korhadásnak ellenálló szerfát szolgáltatnak. Növésük azonban kevésbbé egyenes, s fájuk gyakorta göcsös is, azért idősebb tölgyeseink szerfatartalma többnyire alatta marad az összes anyag 70%-ának. A bükk és a gyertyán kitűnő tűzifát ad, épületi fának azonban romlékonyságuk miatt telítés, illetőleg gőzölés nélkül nagy szilárdságuk ellenére sem használják; a mai körülmények közt ritkán tudunk bükköseinkből 10—40%-nál több szerfát (szerszámfát) kihozni (telített talpfa, útburkolat, parkett, hajlított bútor, nemesített műanyag stb.).

A fa *alakja* szintén fontos a szerfára való alkalmasság megítélése szempontjából. Az egyenes növés a szerfa értéket emeli, a nagyobbfokú görbeség ellenben a fát műszaki célokra egészen alkalmatlanná is teheti; ilyenkor a máskülönben egészséges anyagot is tűzifává kell feldolgoznunk. (Kivételnek tekintendők a hajóbókonyok, amelyek készítésére csakis határozott görbülettel bíró fák alkalmasak.) A szerfára való alkalmasságra, továbbá (kevés kivétellel) hátrányosan hatnak (a görbeségen kívül) az *ággöcsök*, a *gesztrepedés*, a *gesztelválás*, a *fagyrepedés* és a *fagyléc*, a csavaros vagy hullámos növés stb.

A fa szövetének kóros elváltozásai szerfára alkalmatlanná teszik a fát a legtöbb esetben. A korhadás, mely revesedéssel kezdődik, a megtámadott farészek s esetleg az egész fa anyagát annyira megronthatja, hogy tűzifának is alig használható. A választékolásban a romlás előhaladottsága irányadó. Az ág- és sebhelyeken behatolt gombáktól megtámadott farészeket, a rákos sebektől és daganatoktól megrontott darabokat, ha a betegség csak helyi jellegű, a

[1] A csertölgy nem tartozik ide.

döntés után kifűrészeléssel távolíthatjuk el; ezzel a szerfát a tűzifától elkülönítjük.

A fa *méretei* szerint *Krippel* a választékok elkülönítésére a következő osztályozást használja:

Szerfa

a) *Törzsszerfa*

α. Tönkfa. Középátmérője legalább 12 cm. Ha a hossza legalább 8 m és felsőátmérője legalább 8 cm, akkor *szálfa* a neve, 4—7·9 között *rönkő*, és ha még kisebb, *tönk*. *β. Rúdfa:* 6—11 cm középátmérővel. *γ. Karófa:* 1—5 cm középátmérővel.

b) *Rakásolt* (sarangolt) szerfa. (1—2 m hosszú.) *α. Szerhasáb.* Legalább 13 cm vastag, egyenes, szerfára alkalmas hasítványok. *β. Szerdorong.* Általában 4—12 cm vastag, egyenes, hasítatlan fadarabok.

c) *Gallyfa* (rőzseszerfa). Átmérője vastagabb végén kéreggel együtt 4 cm-en alul.

A méretek mind a légenszáradt állapotra vonatkoznak. Ha tehát valamely választék méreteit más száradtsági állapotra akarjuk vonatkoztatni (pl. a nyers vagy félnyers állapotra), akkor azokat az összeaszási százalék figyelembevételével át kell számítanunk. A törzsszerfa középátmérőjét kéreg nélkül mérjük és számítjuk, a felső átmérőt azonban rendszerint kéreggel együtt. Így mérendő a szerdorong is.

Tűzifa

a) *Rakásolt* (sarangolt) *tűzifa*

α. Hasábfa. 1 m hosszú és legalább 13 cm vastag hasítványok[1]. *β. Vegyesfa.* Legalább 60% hasábfa és legfeljebb 40% dorongfa (1 m hosszú). *γ. Dorongfa.* 1 m hosszú, 4—12 cm vastag, felhasítatlan darabok (8—12 cm-rel *vastag*, 4—7 cm-rel *vékony* dorongfa). *δ. Botfa.* 1 m hosszú és 4 cm-nél vékonyabb fadarabok.

b) *Kötegelt vagy egyszerűen rakásolt tűzifa*

α. Gallyfa (rőzse). 80—100 cm hosszú, vagy egészben hagyott, alsó végükön 4 cm-nél vékonyabb fadarabok vagy ennél vastagabb, de szabálytalan alakjuknál vagy rövidségüknél fogva dorong- vagy botfának nem alkalmas darabok (hulladékfa, feküfa). *β. Tuskófa* (tuskó- és gyökérfa).

Van a választékolásnak egy más módja is, melyet a németektől vettünk át. Ez, tekintet nélkül arra, hogy szerfáról vagy tűzifáról van-e szó, a fának a vágásalap feletti egész anyagát két választékra osztja: a 7 cm-nél vastagabb anyagot (kéreggel mérve) *vastagfának (Derbholz)*, a 7 cm-es és ennél kisebb átmérőjű anyagot *vékonyfának (Reisig)* nevezi. A vékonyfát a németek a tuskó- és gyökérfával *(Stockholz) Nichtderbholz* néven foglalják össze.[2]

[1] A ledöntött s tűzifának szánt törzset 1 m hosszú darabokra szokták felfűrészelni. Ha az így keletkezett rönköcskék vékonyabb végükön legalább 13 cm vastagok, hosszukban széthasítják azokat. Mennél vastagabb a rönk, annál több hasáb kerül ki belőle. Ezeknek a körcikk-keresztszelvényű daraboknak a húr irányában legalább is 13 cm vastagságúaknak kell lenniök.

[2] *U. Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 8.

A vastagfát egyes magyar szerzők *tömörfának* s a vékonyfát *rőzsefának* nevezik. Mi az alábbiakban mindig a »vastagfa« és »vékonyfa« elnevezést fogjuk használni, mert az említett elnevezések nem fejezik ki szabatosan azt a fogalmat, amelyet velük megjelölni kívánunk.

De történhetik a választékolás ugyanazon a szer- vagy tűzifaválasztékon belül *minőség* szerint is. Így beszélhetünk pl. I., II. és III. osztályú szerfáról és tűzifáról. Az elsőbe a teljesen kifogástalan, egyenes, göcstől mentes anyagot sorozzuk, a másodikba a közepest, a harmadikba a legsilányabbat. A hibás, beteg, vagy nagyon göcsös, szabálytalan faanyagot *selejtes* fa néven különíthetjük el a jobb anyagtól. Az osztályozás szabályaira a külön helyi vagy az általános fakereskedelmi gyakorlat az irányadó. Külön választék a *kéreg* is, ahol értékesíteni szokták.

3. A mértékegységek

A jelenleg érvényben lévő törvényes mértékrendszert az 1907. évi V. tc. állapítja meg[1].

Az erdőbecsléssel kapcsolatban többnyire csak a hossz, a terület, a térfogat (köbtartalom) és a súly mértékére van szükségünk.

Az idézett törvénycikk szerint a hosszmérték egysége a *méter*, a területé a *négyszögméter (négyzetméter)*, a köbtartalomé a *köbméter*, az űrtartalomé a *liter*, a súlyé a *kilogramm*. A földterület mértékegysége a *kataszteri hold* és a *négyzetöl* marad mindaddig, amíg az adókataszterben és a telekkönyvben az ingatlanok területét ebben a mértékegységben fejezik ki. De emellett meg van engedve a méterrendszer alkalmazása is. Az 1948. évi LV. tc. végre kimondta, hogy a méterrendszer, tehát a hektárokban való számítás a földadókataszter munkálataiban és a telekkönyvben is alkalmazandó. Ezzel a kataszterholdakban való számításnak az erdészet gyakorlatában is meg kell szűnnie.

Az alábbiakban kivonatosan megtaláljuk a ránk nézve fontosabb adatokat (a mérték megnevezése után zárjelben a törvényes jelzést is megadjuk).[2]

1. *Hosszmértékek:*

Egység = 1 méter (m) = 10 deciméter (dm) = 100 centiméter (cm) = = 1000 milliméter (mm) = 1 000 000 mikron (μ).

10 méter = 1 dekaméter (dkm), 100 méter = 1 hektométer (hm), 1000 méter = 1 kilométer (km), 10 000 méter = 1 miriaméter (mrm).

[1] A méterrendszert hazánkban már az 1874. évi VIII. t.-cikk meghonosította.

[2] A mértékegységek rövidített betűjelölése után nem kell pontot tenni. Errenézve nemzetközi megállapodás van (Erdészeti Lapok 1883, 686.), de a Magyar Helyesírás Szabályai szerint (9. kiad. 37) sincs erre szükség.

2. *Területmértékek:*

Egység = 1 négyzetméter (m^2) = 100 négyzetdeciméter (dm^2) = 10 000 négyzetcentiméter (cm^2) = 1 000 000 négyzetmilliméter (mm^2) = 1 000 000 000 000 négyzetmikron (μ^2).

100 négyzetméter	=	1 ár (a)
10 000 «	=	1 hektár (ha)

3. *Térfogatmértékek:*

Egység = 1 köbméter (m^3) = 1000 köbdeciméter (dm^3) = 1 000 000 köbcentiméter (cm^3) = 1 000 000 000 köbmilliméter (mm^3).

4. *Súlymértékek:*

Egység = 1 kilogramm (kg) = 10 hektogramm (hg) = 100 dekagramm (dkg) = 1000 gramm (g).
1 gramm = 10 decigramm (dg) = 100 centigramm (cg) = 1000 milligramm (mg) = 1 000 000 mikrogramm (γ).

100 kilogramm	=	1 métermázsa (q)
1000 «	=	1 tonna (t)

5. *Űrmértékek:*

Egység = 1 liter (l) = 10 deciliter (dl) = 100 centiliter (cl) = 1000 milliliter (ml) (a közforgalomban $1 cm^3$) = 1 000 000 mikroliter (λ).

10 liter	=	1 dekaliter (dkl)
100 «	=	1 hektoliter (hl)
1000 «	=	1 kiloliter (kl)

A métermérték és a bécsi mérték közti viszonyra nézve felvilágosítást adnak az »Erdészeti Segédtáblák« és az »Erdőmérnöki Segédtáblák«, valamint az Erd. Zsebnaptár idevágó adatai.

Az erdőbecsléstanban a fa *köbtartalma* alatt mindig a közönséges (nem vegyi) értelemben vett faanyag térfogatát értjük, azokkal a levegőt és nedveket tartalmazó üregekkel együtt, melyeket a fa *szövete* foglal magába; ellenben kizárjuk mindazokat a külső hézagokat, amelyek az esetleg egymásra halmozott faanyag közt támadnak. Az így értelmezett térfogatot a fa *tömör-köbtartalmának* is nevezik. Ennek a mértéke a *tömörköbméter* vagy egyszerűen köbméter (m^3). *Űrköbméter*, vagy űrméter (űrm^3) alatt ezzel ellentétben a *felrakásolt* faanyag (pl. a tűzifa) mértékegységét értjük. A szabályos űrm^3-es rakat hossza, szélessége és magassága egyaránt 1 méter. Az *űrtartalom* a farakásban lévő hézagokat is magába foglalja. Ha a hézagok térfogatát az űrtartalomból levonjuk, a *tömörköbtartalmat* kapjuk. A köbtartalom helyett az erdőbecsléstan, különösen ha egész faállományokról van szó, a *fatömeg* kifejezést is igen gyakran használja. Ezen tehát nem a fizikai értelemben vett *tömeget* kell értenünk, hanem csakis a térfogatot.

Mint nagyobb egységet, a gyakorlat a *vasúti kocsit (vagon)* is használja. A szabályszerű vagonrakomány 10 tonna (10.000 kg), a nagyvagon 15 tonna (15.000 kg). A kicsiben való eladás gyakran használja mértékegységnek a *métermázsát (q)* is.

Ezeken a határozott mérétkegységeken kívül a gyakorlatban vidékenként változó és többé-kevésbbé bizonytalan természetű mértékegységek is szokásosak, különösen az alárendeltebb értékű választékokra. Ilyenek például a *szekérrakomány*, a *hátiteher* (férfi és női), a *kupac* stb. A rőzsét sok helyen *kévékbe* vagy *kötegekbe* kötve értékesítik. A *szabályos* rőzseköteg hossza: 1 m, kerülete: 1 m.

II. FEJEZET

A TESTMÉRTANI KÖBÖZÉS

A) A KÖBÖZŐKÉPLETEK

1. Általános mennyiségtani képletek

A fák alakjáról szóló fejezetben már megemlékeztünk arról, hogy a szabályosabb törzs- és ágrészek köbtartalmát testmértani, a szabálytalan növésű részekét pedig fizikai úton szoktuk meghatározni. Mielőtt a testmértani eljárásokat megismernők, foglalkoznunk kell azoknak a testmértani idomoknak a képleteivel, amelyek a fa alkatához való hasonlatosságuk következtében figyelembevehetők. Ezek: a henger, a domborúkúp, az egyeneskúp és a homorúkúp. A domborúkúpok közül csak az Apollóniusz-féle paraboloiddal, a homorúkúpok közül pedig csak a neiloiddal fogunk foglalkozni, mert minden változatra nem terjeszkedhetünk ki.

Valamennyi forgási test köbtartalma a következő általános képlettel fejezhető ki:

$$v = \pi \int_0^x y^2 \, dx$$

Ebből a hengerre nézve a következő köbözőképletet származtathatjuk le:

$$v = g_0 l$$

A kúpokat két csoportra osztva tárgyaljuk. Külön foglalkozunk az ép- és külön a csonkakúpokkal.

a) *Az épkúpok*

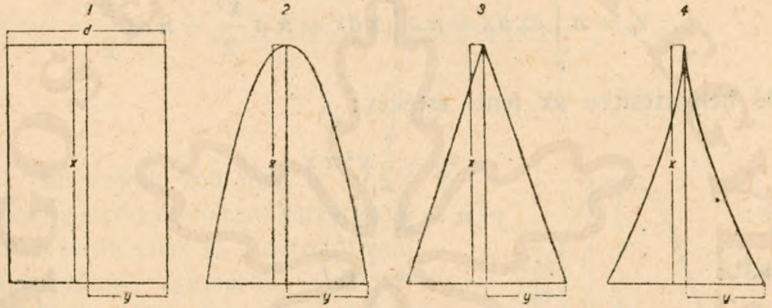
1. Az Apollóniusz-féle paraboloid köbtartalma $V_p = \frac{1}{2} g_0 l$

2. Az egyenes körkúp köbtartalma .... $V_e = \frac{1}{3} g_0 l$

3. A neiloid köbtartalma .... $V_n = \frac{1}{4} g_0 l$

g_0 mindenütt az alapsík területét, l a magasságot (hosszat = longitudo) jelenti.

Levezetés:



3. ábra. 1. a henger, 2. az Apollóniusz-féle paraboloid, 3. az egyenes oldalú körkúp, 4. a Neil-féle paraboloid (neiloid) hosszmetszete.

1. *A henger*

$$y = \frac{d}{2}$$

De:
$$v_h = \pi \int_0^x \frac{d^2}{4} dx = \pi \frac{d^2}{4} \int dx = \frac{\pi d^2}{4} x$$

$$x = l = \text{a henger magassága}$$

s így:
$$v_h = \frac{\pi d^2}{4} l$$

s minthogy:
$$\frac{\pi d^2}{4} = g_0$$

annálfogva : $v_h = g_0 l$

2. *Az Apollóniusz-féle paraboloid*

A forgási test képzővonala parabola. Ennek képlete az elemző síkmértan szerint :

$$y^2 = ax$$

Itt a a paramétert jelenti. Tehát :

$$v_p = \pi \int_0^x y^2 \, dx$$

Ebbe helyettesítve y^2 fenti értékét :

$$v_p = \pi \int_0^x ax \, dx = \pi a \int_0^x x \, dx = \pi a \frac{x^2}{2} = \pi ax \frac{x}{2}$$

Ide helyettesítve ax fenti értékét :

$$v_p = \frac{1}{2} y^2 \pi x$$

De : $y^2 \pi = g_0$ és $x = l$

tehát : $v_p = \frac{1}{2} g_0 l$

3. *Az egyeneskúp*

Ennek képzővonala egyenes :

$$y = ax$$

$$v_e = \pi \int_0^x y^2 \, dx = \pi \int_0^x a^2 x^2 \, dx$$

$$v_e = \pi a^2 \int_0^x x^2 \, dx = \pi a^2 \frac{x^3}{3} = \pi a^2 x^2 \frac{x}{3}$$

De : $a^2 x^2 = y^2$

tehát : $v_e = \pi y^2 \frac{x}{3} = \frac{1}{3} \pi y^2 x$

s minthogy : $\pi y^2 = g_0$ és $x = l$

annálfogva : $$v_e = \frac{1}{3} g_0 l$$

4. *A neiloid*[1]

Képzőgörbéje Neil-féle parabola, melynek képlete :

$$y^2 = ax^3$$

$$v_n = \pi \int_0^x y^2 \, dx = \pi \int_0^x ax^3 \cdot dx$$

$$v_n = \pi a \int_0^x x^3 \, dx = \pi a \frac{x^4}{4}$$

$$v_n = \frac{1}{4} \pi a x^3 \cdot x = \frac{1}{4} \pi y^2 x$$

$$v_n = \frac{1}{4} g_0 l$$

Ismernünk kell még a kúpok hossztengelyére merőleges keresztszelvények területének és a csúcstól való távolságuknak egymáshoz való *viszonyát* is. Ha a keresztszelvények területét az alapsíktól a csúcs felé haladva g_0, g_1, g_2 .... g_n-nel és a csúcstól való távolságokat l_0, l_1, l_2 ....l_n-nel jelöljük (4. ábra), akkor

1. a paraboloidra nézve

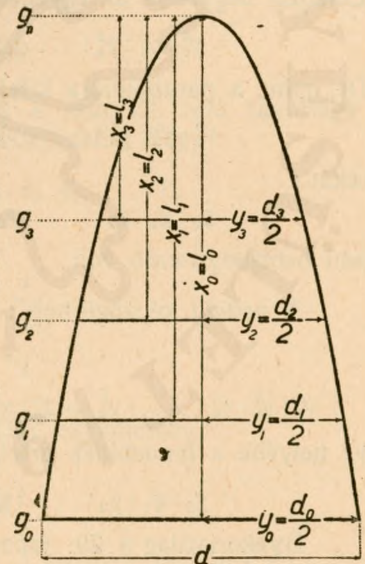
$g_0 : g_1 : g_2 : \ldots : g_n = l_0 : l_1 : l_2 : \ldots : l_n$

2. az egyeneskúpra nézve

$g_0 : g_1 : g_2 : \ldots : g_n = l_0^2 : l_1^2 : l_2^2 : \ldots : l_n^2$

3. a neiloidra nézve

$g_0 : g_1 : g_2 : \ldots : g_n = l_0^3 : l_1^3 : l_2^3 : \ldots : l_n^3$



4. *ábra.*

[1] *Neil Vilmos* angol matematikusról (1637—1670) nevezték el.

Bizonyítás. A *paraboloid* képzővonalának képlete:

$$y^2 = ax \qquad (1)$$

$y_0, y_1, y_2, \ldots . y_n$ az egyes keresztszelvények sugara. Tudjuk, hogy a kör sugarának négyzete arányos a kör területével, azaz:

$$y_0^2 : y_1^2 : y_2^2 : \ldots . : y_n^2 = g_0 : g_1 : g_2 : \ldots . : g_n \qquad (2)$$

de a kiinduló egyenletből következik az is, hogy:

$$y_0^2 : y_1^2 : y_2^2 : \ldots . : y_n^2 = ax_0 : ax_1 : ax_2 : \ldots . : ax_n = x_0 : x_1 : x_2 : \ldots . : x_n = $$
$$= l_0 : l_1 : l_2 : \ldots . : l_n$$

Ide helyettesítve a (2) alatti értékeket:

$$g_0 : g_1 : g_2 : \ldots . : g_n = l_0 : l_1 : l_2 : \ldots . : l_n$$

Az egyeneskúp képzővonala:

$$y = ax$$

$$y_0 : y_1 : y_2 : \ldots . : y_n = x_0 : x_1 : x_2 : \ldots . : x_n = l_0 : l_1 : l_2 : \ldots . : l_n$$

Emeljük négyzetre az egyenletet:

$$y_0^2 : y_1^2 : y_2^2 : \ldots . : y_n^2 = l_0^2 : l_1^2 : l_2^2 : \ldots . : l_n^2$$

De, mint a paraboloidra kifejtettük:

$$y_0^2 : y_1^2 : y_2^2 : \ldots . : y_n^2 = g_0 : g_1 : g_2 : \ldots . : g_n$$

tehát:

$$g_0 : g_1 : g_2 : \ldots . : g_n = l_0^2 : l_1^2 : l_2^2 : \ldots . : l_n^2$$

ami bebizonyítandó volt.

A *neiloid* képzőgörbéje:

$$y^2 = ax^3$$

$$y_0^2 : y_1^2 : y_2^2 : \ldots . : y_n^2 = x_0^3 : x_1^3 : x_2^3 : \ldots . : x_n^3 = l_0^3 : l_1^3 : l_2^3 : \ldots . : l_n^3$$

y^2 helyébe a fennebbiek értelmében g-t téve:

$$g_0 : g_1 : g_2 : \ldots . : g_n = l_0^3 : l_1^3 : l_2^3 : \ldots . : l_n^3$$

Gyakorlatilag a 29. lapon adott képletek a fatörzs köbözésére — egyebeket nem tekintve — már csak azért sem volnának alkalmasak, mert a köbözést a legalsó keresztszelvényre alapítják. Ez a keresztszelvény a fán: a vágáslap. A vágáslap alakja azonban, amint tudjuk, többnyire szabálytalan, azért annak területét a közönségesen rendelkezésünkre álló eszközökkel nem tudjuk pontosan meghatározni; nem volna tehát helyes a köbtartalom kiszámításához ebből a bizonytalan alapból kiindulni. Ezért tanulmányoznunk kell a kúpoknak egyéb képleteit is, amelyek a köbtartalmat nem az alapsík, hanem valamely más keresztszelvény figyelembevételével határozzák meg.

Jelöljük a kúp középátmérőjét (a magasság felében vett átmérőt) δ-val s a középsíkot γ-val. Akkor

$$\gamma = \frac{\delta^2 \pi}{4}$$

Ha ezzel a középsíkkal és a magassággal fejezzük ki a három kúpfaj köbtartalmát, a következő képleteket kapjuk:

1. Paraboloid: $v_p = \gamma l$

2. Egyeneskúp: $v_e = \frac{4}{3} \gamma l$

3. Neiloid: $v_n = 2 \gamma l$

Levezetés.

1. Paraboloid

A keresztszelvények területe és a csúcstól való távolsága közti viszonyról szólva a 32. lapon kifejtettük, hogy:

$$g_0 : g_1 : g_2 : \dots : g_n = l_0 : l_1 : l_2 : \dots : l_n$$

Ebből következik, hogy[1]:

$$g_0 : \gamma = l : \frac{l}{2}$$

és:

$$g_0 = 2 \gamma$$

Ezt helyettesítve a paraboloid alapsíki egyenletébe:

$$v_p = \frac{1}{2} g_0 l$$

kapjuk a középsíki egyenletet:

$$v_p = \gamma l$$

[1] l_0 helyett ezentúl az egyszerűség kedvéért l-et írunk.

2. Egyeneskúp

A 32. lapon kifejtettük, hogy:

$$y_0 : y_1 : y_2 : \ldots : y_n = l_0 : l_1 : l_2 : \ldots : l_n$$

De általában: $y = \frac{d}{2}$ (4. ábra), tehát áll az is, hogy:

$$d_0 : d_1 : d_2 : \ldots : d_n = l_0 : l_1 : l_2 : \ldots : l_n$$

Ha az alapsík átmérőjét, mint szoktuk d-vel, a középátmérőjét δ-val jelöljük, a fennebbiek alapján:

$$d_0 : \delta = l : \frac{l}{2}$$

s ebből

$$d_0 = 2\,\delta$$

Az egyenesoldalú kúp köbtartalma:

$$v_e = \frac{1}{3} g_0\, l = \frac{1}{3} \frac{d_0^2 \pi}{4} \cdot l$$

Ebbe helyettesítve d_0 fent levezetett értékét:

$$v = \frac{1}{3} \frac{4\,\delta^2 \pi}{4} l$$

$$v = \frac{4}{3} \gamma\, l$$

3. Neiloid

A keresztszelvények és csúcstávolságok aránya alapján 32. old.

$$g_0 : \gamma = l^3 : \left(\frac{l}{2}\right)^3$$

Ebből:

$$g_0 = 8\,\gamma$$

Helyettesítsük ezt az értéket a neiloid képletébe:

$$v_n = \frac{1}{4} g_0\, l$$

akkor:

$$v_n = \frac{1}{4} 8\, \gamma\, l$$

s végül:

$$v_n = 2\gamma l$$

A neiloidnak további, egyszerű köbözőképlete a következő:

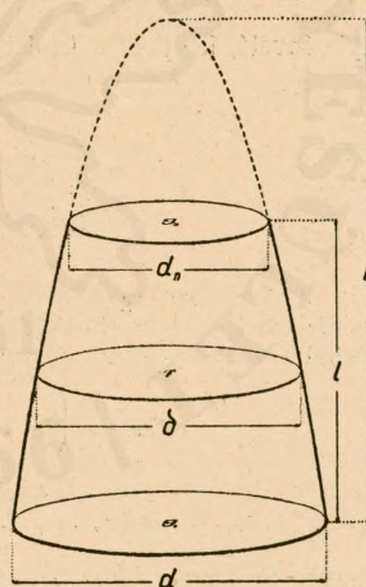
$$v_n = g_{0.37}\, l$$ [1]

ahol $g_{0.37}$ a magasság $\frac{37}{100}$ részében fekvő körlap területét jelenti.

b) A csonkakúpok

Az előbbiekben csak az épkúpokról emlékeztünk meg. Az erdőbecsléstanban azonban sokkal inkább szükségünk van a csonkakúpok képleteire. A törzset a fa ledöntése után mindig el szoktuk választani a csúcsrésztől, s eképpen a szálfában két síklap (az alsó és a felső vágáslap) által határolt csonkakúpot kapunk, melynek köbtartalmát mint önálló választékét, mindig külön határozzuk meg. Hasonlóképpen csonkakúpokhoz jutunk, ha a szálfát rönkökre fűrészeljük fel. Ezért ezen a helyen a csonkakúpok testmértani vonatkozásaival is foglalkoznunk kell.

Az épkúpnak két metszet közé eső részét csonkakúpnak nevezzük. A csonkakúp alsó és felső határkörlapját *alapsíknak* és *tetősíknak*, vagy még helyesebben *alaplapnak* és *tetőlapnak* nevezzük. A két körlap középpontjának egymástól való távolsága a csonkakúp *magassága* (illetőleg a fekvő kúp *hossza)* : *l*. A kiegészített épkúp magasságát (hosszát) az alábbiakban a könnyebb megkülönböztetés végett *L*-lel fogjuk jelölni. Az alapsík átmérőjének és területének betűszámtani jele d_0 és g_0, a tetősíké d_n, illetőleg g_n lesz. A középsík jelzése γ, átmérője δ (5. rajz).



5. ábra

1. A *csonka paraboloid* köbtartalmát a magasság, az alapsík és a fedősík figyelembevételével a következő képlet alapján számíthatjuk ki:

$$v_{csp} = \frac{g_0 + g_n}{2}\, l$$

[1] Levezetését lásd *Sóltz—Fekete* erdőbecsléstanában (2. kiad. 58. l.)

Levezetés:

A csonka paraboloid köbtartalma:

$$v_{csp} = \frac{1}{2} g_0 L - \frac{1}{2} g_n (L - l)$$

$$v_{csp} = \frac{1}{2} \Big[L (g_o - g_n) + g_n l \Big] \qquad (1)$$

De tudjuk, hogy:

$$g_0 : g_n = L : (L - l)$$

s ebből: $$L = \frac{g_0 l}{g_0 - g_n}$$

Helyettesítsük ezt az értéket az (1) alatti egyenletbe:

$$v_{csp} = \frac{1}{2} \left[\frac{g_0 l}{g_o - g_n} (g_o - g_n) + g_n l \right]$$

s ebből: $$v_{csp} = \frac{g_0 + g_n}{2} l$$

Nyilvánvaló, hogy ez a képlet a hengerre is érvényes. Ott

$$g_0 = g_n$$

tehát $$\frac{g_0 + g_n}{2} = \frac{2 g_0}{2} = g_0$$

s ezért $$\frac{g_0 + g_n}{2} l = g_o \; l = v_h$$

2. A *csonka egyeneskúp* és a csonka neiloid köbtartalmát is kifejezhetjük a két határlap és a magasság segítségével, de már sokkal szövevényesebb alakban:

$$v_{cse} = \frac{1}{3} \left(g_0 + \sqrt{g_0 g_n} + g_n \right) l$$

és:

$$v_{csn} = \frac{1}{4} \left[g_o + \sqrt[3]{g_o g_n} \left(\sqrt[3]{g_o} + \sqrt[3]{g_n} \right) + g_n \right] l$$

Ezek a képletek teljesen elméletiek; levezetésükkel tehát nem is foglalkozunk. (Lásd erre vonatkozólag *Sóltz—Fekete* erdőbecsléstanát, II. kiad. 41. és 60. l. és *Müller Udó* erdőbecsléstanának III. kiadását, 19. l.)

3. Egyszerűbb és sok tekintetben gyakorlatiasabb a következő képlet, melynek segítségével az egyeneskúp köbtartalmát a magasság és a határlapok átmérője szerint így fejezhetjük ki:

$$v_{cse} = \frac{\pi}{12}\, l \left(d_0^2 + d_o\, d_n + d_n^2\right)$$

A csonka paraboloid köbtartalma a *középsíkkal* és a magassággal kifejezve:

$$v_{csp} = \gamma\, l$$

Levezetés:

Ismeretes már a csonka paraboloid köbtartalmának ez a képlete:

$$v_{csp} = \frac{g_o + g_n}{2} \cdot l$$

s azt is tudjuk, (l. az 5. ábrát), hogy:

$$g_o : \gamma : g_n = L : \left(L - \frac{l}{2}\right) : \left(L - l\right)$$

$$\left(g_o - \gamma\right) : \left(\gamma - g_n\right) = \left[L - \left(L - \frac{l}{2}\right)\right] : \left[\left(L - \frac{l}{2}\right) - \left(L - l\right)\right]$$

$$(g_o - \gamma) : (\gamma - g_n) = 1 : 1$$

$$g_o - \gamma = \gamma - g_n$$

s ebből:

$$\gamma = \frac{g_o + g_n}{2}$$

Ezt az értékét a kiinduló képletbe helyettesítve:

$$v_{csp} = \gamma\, l$$

Amint fentebb láttuk (33. oldal), a képlet az ép paraboloidra is érvényes. Ez természetes, ha meggondoljuk, hogy az épkúp is csak a csonkakúpnak egy különleges alakja, amelyen t. i. a tetőlap (g_n) területe 0-vá zsugorodik össze. Ezt téve a $\gamma = \frac{g_o + g_n}{2}$ képletbe, s γ-nak így kapott értékét a kiinduló köbözőképletbe, ugyanarra az eredményre jutunk, mint a csonkakúpnál.

4. Az egyenesoldalú csonkakúp és a neiloid köbtartalma tisztán a magasság és a középsík alapján általános képlettel nem fejezhető ki (L. Müller, Hb. d. Hk. 20—21. o.).

5. A fentebbieken kívül foglalkoznunk kell *Newton* képletével is, mely nemcsak az ismert csonkakúpoknak, hanem a hengernek a köbtartalmát is pontosan fejezi ki. Alkalmazása a csonkakúp magasságán kívül a két határlap és a középsík területének ismeretét feltételezi :

$$v_{csp} = \frac{1}{6} l \left(g_o + 4\gamma + g_n \right)$$

Az ép kúpokra nézve : $g_n = 0$, azokra vonatkozólag tehát a képlet így módosul :

$$v = \frac{1}{6} l \left(g_o + 4\gamma \right)^1$$

* * *

Nem mellőzhetjük itt azt a mennyiségtani eljárást sem, amelyet *Müller Udó* karlsruhei tanár alkalmaz a forgási testek köböző-képleteinek levezetésére[2]. Ő abból indul ki, hogy a törzsalak képző-görbéje, vagy legalábbis annak egyes része az

$$y^2 = px^r$$

egyenlettel fejezhetők ki. Ennek alapján a fentebbiekben tárgyalt forgási testek köbtartalma számára a következő képlet vezethető le (a levezetést illetőleg utalunk *Müller* idézett művére) :

$$v = \frac{1}{r+1} y^2 \pi x$$

Ebben a képletben az r-mennyiség az, mely a forgási test alakjára döntő. r az illető alakfaj jellemző tényezője, melyet Müller *alak-kitevőnek* nevez (a képzőgörbe egyenletének hatványkitevője). y a keresztszelvény sugarát, x annak a csúcstól való távolságát jelenti. A mi betűjelzésünk szerint a fenti képletet így is írhatjuk :

$$v = \frac{1}{r+1} \cdot \frac{\pi d_o^2}{4} \cdot l \qquad (1)$$

vagy

$$v = \frac{1}{r+1} g_o l$$

[1] (A bizonyítást lásd *Sóltz—Fekete* erdőbecsléstanában.)
[2] Lehrbuch der Holzmesskunde III. kiad. 11—22.

Az r értékét bármely forgási testre nézve meghatározhatjuk, ha a képzőgörbe néhány pontjának analitikai helyezete ismeretes.

A 6. ábrán vonalozással jelölt kúpdarab alakkitevőjét például a következő módon vezethetnők le:

$$y_1^2 = p x_1^r$$
$$y_2^2 = p x_2^r$$

Osszuk az első egyenletet a másodikkal:

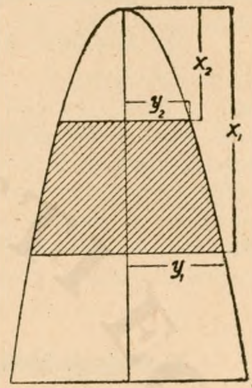
$$\frac{y_1^2}{y_2^2} = \frac{x_1^r}{x_2^r} = \left(\frac{x_1}{x_2}\right)$$

Ebből:

$$r (\log x_1 - \log x_2) = 2 (\log y_1 - \log y_2)$$

s végre:

$$r = 2 \frac{\log y_1 - \log y_2}{\log x_1 - \log x_2}$$



6. ábra

Ha a forgási testek alakkitevőit a fentebbi képlet alapján kiszámítjuk, a következő értéket kapjuk:

A henger alakkitevője .... $r_h = 0$
A paraboloid alakkitevője .... $r_p = 1$
Az egyeneskúp alakkitevője... $r_e = 2$
A neilod alakkitevője .... $r_n = 3$

Helyettesítsük ezeket az értékeket az alábbi képletbe:

$$v = \frac{1}{r+1} g_o l$$

akkor a négy forgási test köbtartalmának képletét a következőképpen kapjuk:

$$v_h = g_0 l$$
$$v_p = \tfrac{1}{2} g_0 l$$
$$v_e = \tfrac{1}{3} g_0 l$$
$$v_n = \tfrac{1}{4} g_0 l$$

tehát ugyanahhoz az eredményhez jutunk, mint amelyhez a 28-29. lapon más eljárás segítségével jutottunk.

Ugyanezzel a módszerrel vezethetjük le azokat a képleteket is, amelyek a köbtartalmat a hossz és a középsík vagy bármely más keresztszelvény alapján fejezik ki. Induljunk ki a 7. ábrából.

Az alapsíktól tetszés szerinti a távolságban választott keresztszelvény átmérője d_a.

Az általános alapképlet:

$$y^2 = px^r$$

Ezt a mi esetünkben így írjuk:

$$\left(\frac{d_0}{2}\right)^2 = pl^r$$

és

$$\left(\frac{d_a}{2}\right)^2 = p\,(l-a)^r$$

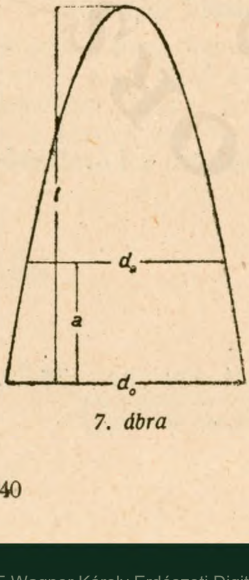
Osszuk a felső egyenletet az alsóval:

$$\frac{d_o^2}{d_a^2} = \left(\frac{l}{l-a}\right)^r \text{ s így } d_o^2 = d_a^2\left(\frac{l}{l-a}\right)^r$$

d_0-nak ezt az értékét téve a 38. lapon közölt (1) sz. képletbe kapjuk, hogy:

$$v = \frac{1}{r+1}\cdot\frac{\pi d_a^2}{4}\left(\frac{l}{l-a}\right)^r l \qquad (2)$$

Ha például a-t (l. a 7. ábrát) egyenlőnek vesszük $\frac{l}{2}$-vel, akkor



7. ábra

$$v = \frac{1}{r+1}\cdot\frac{\pi\delta^2}{4}\left(\frac{l}{l-\frac{l}{2}}\right)^r l = \frac{2^r}{r+1}\cdot\frac{\pi\delta^2}{4}\cdot l$$

s ha az utóbbi képletbe r helyett a henger, a paraboloid, az egyeneskúp és a neiloid alakkitevőjét (0, 1, 2, 3) helyezzük bele s $\frac{\pi\delta^2}{4}$ helyébe γ-t teszünk, akkor a felsorolt forgási testek köbtartalmát a következőkben kapjuk:

Henger:	Paraboloid:
$v_h = \gamma l$	$v_p = \gamma l$
Egyeneskúp:	Neiloid:
$v_e = \frac{4}{3}\gamma l$	$v_n = 2\gamma l$

Tehát ismét ugyanarra az eredményre jutottunk, mint fentebb más úton. Ha *a* helyébe $^1/_3$-ot vagy $^1/_4$-et teszünk, újabb köböző-képleteket kapunk. Nyilvánvaló, hogy így tetszésszerinti számban állíthatunk elő képleteket, amelyek közül azonban csak egyesek lesznek egyszersmind gyakorlatiasak is. Az alakkitevő segélyével a csonkakúpok képleteit is le lehet vezetni, bár már nem olyan egyszerű módon, mint az épkúpokéit.

Ha az alakkitevő lényegét megismerjük s használatak módjával megbarátkozunk, igen hasznos eszközt kapunk benne a forgási testek alakviszonyainak átnézetes összehasonlítására és képleteik egységes levezetésére. S hogy itt csak rövidebben foglalkozunk ezzel, annak fő oka, hogy a testmértani előkészítő részt, mely nézetünk szerint inkább a mennyiségtan körébe tartozik, a tulajdonképeni erdőbecsléstan rovására nem akarjuk fölöslegesen megnövelni. Azoknak azonban, akiket ez a tárgy közelebbről érdekel, ajánljuk *Müller* idézett művét.

2. Erdészeti célokra ajánlott köböző képletek

A fennebb felsorolt képletek közül nem mindegyik alkalmas erdőbecslési köbözésekre is. De ezeken kívül igen sok köbözőképlet van, amelyeket részint mennyiségtani meggondolások alapján, más alakban, részint tapasztalati úton vezettek le. Ezeket a képleteket többnyire a szerzőjük, illetve ajánlójuk nevével szokták jelölni. Néhányat alább mutatunk be. Behatóbban itt csak azokkal foglalkozhatunk, amelyeknek gyakorlati vagy történelmi jelentőségük van. A többiekre nézve utalunk *Sóltz—Fekete*, *Müller*, *Tischendorf* erdőbecsléstanára és *Lönnroth*: »Über Stammkubierungsformeln«, Helsinki, 1927 című összefoglaló tanulmányára.

Hogy ezeknek a képleteknek a gyakorlati értékéről ítéletet mondhassunk, ismernünk kell azokat a szempontokat, amelyek használhatóságukra nézve irányadók. A jó képlettől megkívánjuk azt, hogy: 1. megbízható adatokra alapítsa a számítást; 2. lehetőleg egyszerű és 3. lehetőleg általános érvényyű legyen.

Az első pont alatti követelményeknek nem felelnek meg azok a képletek, amelyek a fatörzs vagy szálfa alsó vagy felső vágáslapját vonják bele a számításba. Tudjuk, hogy a fatörzs legalsó és legfelsőb részén a legszabálytalanabb s azért ezeken a részeken a legnehezebb azt a méretet meghatározni, amely a keresztmetszettel egyenlő nagyságú körlap átmérőjének felel meg. Ebből a szempontból kifogásolnunk kell tehát a *Smalian*, *Newton-*, *Riecke-* és a *Strzelicki—Horváth*-féle képleteket, amelyek mind megkívánják az alsó és a felső átmérő megmérését. Megjegyzendő egyébként, hogy a felső vágáslap szabálytalansága csak kisebb hibát okoz, mert ez a

A képlet neve	A képlet alakja[1]	Mely forgási testek köbözésére alkalmas? [2]
Huber[3]	$v = \gamma l$	h, p, csp
Smalian[4]	$v = \frac{l}{2}(g_o + g_n)$	h, p, csp
Hossfeld[5]	$v = \frac{l}{4}\left(3\, g_{1/3} + g_n\right)$ ill. épkúpokra: $v = \frac{3}{4}\, l \cdot g_{1/3}$	h, p, e, csp, cse és kis hibával csn, n
Newton—Riecke[6]	$v = \frac{l}{6}(g_o + 4\,\gamma + g_n)$ ill. épkúpokra: $v = \frac{l}{6}(g_o + 4\,\gamma)$	h, p, e, n, csp, cse, csn
Simony[7]	$v = \frac{l}{3}\left(2\, g_{1/4} + 2\, g_{3/4} - \gamma\right)$	U. az
Simony[8]	$v = \frac{l}{3}\left(g_{1/7} + \gamma + g_{6/7}\right)$	U. az
Gauss—Simony[9]	$v = \frac{l}{2}\left(g_{1/5} + g_{4/5}\right)$	Megközelítőleg u. az
Breymann[10]	$v = \frac{l}{8}\left[g_o + 3\left(g_{1/3} + g_{2/3}\right) + g_n\right]$	h, p, e, n, csp, cse, csn

[1] A g mellett álló indextörtek ($^1/_3$, $^1/_4$, $^1/_5$ stb.) azt mutatják, hogy a körlap a hosszúság hányadrészében fekszik, az alsó vágástól számítva.

[2] h : henger, p : ép paraboloid, e : ép egyenesoldalú körkúp, n : neiloid, csp : csonkaparaboloid, cse : csonka egyenesoldalú kúp, csn : csonka neiloid,

[3] *Udo Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 27.

[4] Journal für Forst- und Fischereiwesen 1806, 3. füz.

[5] Niedere und höhere praktische Stereometrie, Leipzig, 1812, 123.

[6] *Riecke:* Über die Berechnung des körperlichen Inhalts unbeschlagener Baumstämme. 1849.

[7] Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1876, 556.

[8] Näherungsweise Flächen- und Körperberechnung.

[9] *Simony:* Über das Problem der Stammkubierung. Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Österreichs II. köt. 172.

[10—1] *Udo Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 43.

A képlet neve	A képlet alakja	Mely forgási testek köbözésére alkalmas?
Weddle[1]	$v = \frac{3}{10} \cdot \frac{l}{6} [g_0 + g_{2/6} + g_{4/6} + g_n +$ $+ 5 (g_{1/6} + g_{5/6}) + 6 \gamma]$	h, p, e, n, csp, cse, csn
Oetzel[2]	$v = \frac{1}{9} \cdot \frac{\pi}{4} l \left(5 d^2_{1/4} + 3 d^2_{3/4}\right)$	p, e, n
Schiffel[3]	$v = l \left(0{\cdot}61\, g_{1/4} + 0{\cdot}62\, g_{3/4} - 0{\cdot}23\, g_{1/4} \frac{d_{3/4}}{d_{1/4}}\right)$	0·939 alakkitevőjű forgási testek
Francia ötödös módszer[4]	$v = 2\, l \left(\frac{k}{5}\right)^2$	Megközelítőleg mindazokra, amelyekre a Huber képlete
Strzelicki—Horváth[5]	$v = 0{,}55\ \delta \cdot d_0 \cdot l$	
Amgwerd[6]	$v = \frac{\delta^2 \cdot 8\, l}{10}$	
Márton S.[7]	$v = (0{\cdot}777 + 0{\cdot}007)\, \delta^2\, l$	
Mathiesen[8]	$v = \frac{3}{4} dp \cdot l \,.\, \sum_1^n d$	Minden forgási testre

[2] Neue Formeln zur Berechnung des Rauminhalts voller und abgestutzter Baumschäfte. Wien und Leipzig, 1892.

[3] Die Kubierung von Rundholz stb. 22. oldal. (Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen Österreichs XXVII. füz. Wien, 1902).

[4] Cubage au cinquième. k : a kerület. (Ch. Broillard : Le traîtement des bois en France à l'usage des particuliers. Paris 1881, Allg. Forst- und Jagd-Zeitung 1885. 427., 1886. 107. és 183., 1911. 235.)

[5] Erd. Lapok 1883. 636. l. *Sóltz—Fekete:* Erdőbecsléstan, II. kiad. 79.

[6] Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 1903, 142.

[7] Új köbözőképlet (Magyar Erdész, 1905, 203.) és Gyakorlati fatömegszámítások (ugyanott, 1913, 68.).

[8] dp : annak a keresztszelvénynek az átmérője, melyben a törzs hosszmetszetének súlypontja fekszik. *l*: a szakaszok hossza, $\Sigma_1^n d$ a szakaszok középátmérőjének összege. *Mathiesen:* Beiträge zur Holzmassenermittelung, mit besonderer Berücksichtigung der Schwerpunktsmethode. Tartu, 1931.)

tényező a képlet többi adatához képest alárendelt jelentőségű. A *Hossfeld* képlete például igen jó eredményt ad, holott a pontatlan g_n-et is számbaveszi. Ezzel szemben áll azonban a törzs legszabályosabb részén fekvő $g^1/_3$ háromszoros értéke, melyhez képest a g_n hibájának hatása egészen háttérbe szorul.

A *Newton-Riecke* képletben szintén ott találjuk a nem kívánatos g_o-t és g_n-et, de ezeknek a hatását is mérsékli a négyszeres nagysággal számított γ. Az általános érvényesség szempontjából ez a képlet az elsők közé tartozik, mert minden ismertetett forgási kúpra alkalmas.

Ha nem egész törzsek, hanem csak rövidebb rönkök köbözéséről van szó és különösen, ha azok a fatörzs szabályosabb részeiből valók, akkor a fentebbi képletek bármelyikével jó eredményt érhetünk el. *Egész* törzsek és a fa tövét is magukban foglaló szálfák köbözésére azonban válasszunk mindig olyan képletet, amelyikben nincs benne a g_o vagy a g_n.

Az *egyszerűség* szempontjából legjobban megfelel a *Huber* képlete. Ez csak egyetlen vastagsági méret meghatározását (δ) kívánja meg, a többi képlet 2—3 adatával szemben. Minthogy pedig a gyakorlat szempontjából az egyszerűség a legfontosabb követelmények egyike, érthető, hogy mind az erdőgazdaság, mind a fakereskedelem leginkább ezt a képletet használja. A *Huber*-féle képlettel foglalkozzunk tehát kissé behatóbban.

A történelmi részben említettük, hogy a csonka paraboloid képletét a fatörzs köbözésére már *Du Hamel du Monceau* francia tudós ajánlotta a XVIII. században. Utána több német szakember és matematikus is használta a XVIII. század végén és a XIX. század elején, így *Kästner*, továbbá *Krünitz* (1781), sőt korábban (1758-ban) köbözőtáblák szerkesztésére is felhasználták. *Kőnig* is használta már 1813-ban. Poroszországban hivatalosan *Hartig* György hozta be 1817-ben. Általánosan ismertté azonban csak 1825 óta vált, amikor *Huber Ferenc* bajor erdőfelügyelő ismertette és ajánlotta a *Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen* című folyóiratban.[1] Ezért az alábbi képletet — bár nem teljes joggal — általában *Huber képletének* nevezik. Minthogy azonban a gyakorlatban ez az elnevezés már meggyökeresedett, azért, miután a fennebbieket a történelmi igazság kedvéért előrebocsátottuk, mi is ezen a néven foglalkozunk vele.

A képletet az elméleti részből már ismerjük:

$$v = \gamma l$$

[1] *Udo Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde. 3. kiad. 27.

Használható henger, az ép- és csonka paraboloid köbtartalmának meghatározására. Gyakorlati alkalmazhatósága szempontjából a következőket állapíthatjuk meg:

1. A köbözést igen kedvező keresztszelvényre alapítja, mert mind az egész törzsre, mind a hosszabb szálfákra a γ magasságában sem a koronarész szabálytalansága, sem a terpeszkedő rész különös alakja nem érezteti zavaró hatását. Általánosságban a törzs alsó vagy felső részéről származó, szabálytalanabb növésű darabokra nézve sem okozhat a középsík alkalmazása nagyobb hibát, mint bármely más keresztszelvény számításbavétele.

2. Az »általános használhatóság« szempontjából *Huber* képlete elméletileg kifogásolható, mert sem az egyenes körkúp, sem a neiloid köbözésére nem alkalmas. Ezt a fogyatékosságot azonban ellensúlyozza az a körülmény, hogy az említett kúpalakok az erdő fáin ritkán fordulnak elő. A törzs alakja a maga egészében többnyire a domborúkúphoz szokott közel állni, csak a töve homorodik. Ezért *Huber* képletével a legtöbb esetben a valósághoz közelálló eredményt kapunk.

Tisztán elméleti szempontból egyáltalában nem tarthatnók megengedhetőnek az egyeneskúp- és neiloidalakú egész törzsek köbözését a *Huber* képletével. Ha a középsíki egyenleteket összehasonlítjuk, kitűnik, hogy az egyeneskúpon ily módon 25%-os, a neiloidon 50%-os hibát követnénk el. A gyakorlatban azonban az utóbbi két kúpalak csak rövidebb szakaszokon, csonkakúpszerű darabokon fordul elő, az ilyeneken pedig mind a viszonylagos, mind a valóságos hiba sokkal kisebb. Általános mértéke nem adható, mert a csonkakúpokra nincs közös középsíki képletünk. Az alábbi példa azonban eléggé meggyőz arról, hogy egyes rönkők köbözésében nem követhetünk el nagy hibát.

Legyenek a csonka egyeneskúp méretei:

$$\begin{aligned} d_0 &= 40 \text{ cm, azaz } g_0 = 0{\cdot}1257 \text{ m}^2 \\ \delta &= 38 \text{ « « } \gamma = 0{\cdot}1134 \text{ «} \\ d_n &= 36 \text{ « « } g_n = 0{\cdot}1018 \text{ «} \\ l &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Számítsuk ki a valódi köbtartalmát a *Newton* képletével

$$v_{cse} = \frac{l}{6}(g_0 + 4\gamma + g_n)$$

$$v_{cse} = \frac{4}{6}(0{,}1257 + 4 \times 0{,}1134 + 0{,}1018 = \mathbf{0{,}454065\ m^3}$$

Huber képlete szerint:

$$v = \gamma l = 0{,}1134 \times 4 = \mathbf{0{,}4536\ m^3}$$

Az eltérés tehát — 0,09%, azaz gyakorlatilag elenyésző.

3. Az egyszerűség szempontjából *Huber* képletével semmiféle más eljárás nem versenyezhet. Ennek, valamint egyéb előnyeinek köszönheti általános elterjedségét és legszélesebb körű alkalmazását.

Ennél a nagy gyakorlati fontosságánál fogva megérdemli, hogy itt azokra a kísérleti eredményekre is kitérjünk, amelyeknek céljuk éppen a képlet gyakorlati értékének megállapítása volt. A német szakirodalom igen sok adatot közöl erről a tárgyról, a legfontosabbakat *Müller* nyomán az alábbiakban ismertetjük. A régebbi kísérletek eredményei :

Szerző	A megvizsgált törzsek száma és faja	Eltérés a pontos köbtartalomtól százalékokban			Forrásmunka
		1. Szélsőségek		2. Átlagok	
Judeich	27 Lf.	+ 4·8	— 6·7	+ 1·33	Allg. F.-u. Jagd. Z.1861
Judeich	5 Ef.	+ 3·5	— 5·7	— 0·82	Allg. F.-u. Jagd. Z.1861
Pressler	80 Lf.	+ 16·5	— 9·0	+ 1·56	Tharander. forstl. Jahrb. 12. köt.
Riecke	48 Tgy.	+ 3·6	— 9·3	— 0·72	Über d. Berechn. d. körp. Inh.
Kunze	10 Lf..	+ 8·23	— 13·69	— 2·99	Th. forstl. Jahrbuch, 19. köt.
Holl	85 Lf.	+ 8·5	— 10·2	+ 1·21	Öst. Vierteljahres-schrift, 1890
Eberhardt	225 Lf.	— 1·94	— 5·33	— 3·14	Müller: Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad., 29. oldal
«	221 Jf.	— 1·38	— 3·22	— 2·76	
«	99 Ef.	— 4·81	— 7·27	— 6·37	

Ezek az eredmények éppen nem alkalmasak annak a régebben általánosan elterjedt nézetnek a megerősítésére, hogy *Huber* képlete átlagosan valamivel nagyobb fatömeget ad a valóságnál. De az ellenkezőt sem bizonyítják.

Több kísérleti célokra döntött luc- és jegenyefenyőtörzseinek adatait is felhasználtuk az összehasonlításra.

A kimutatásból látjuk, hogy a hiba, különösen a lúcfenyőé, csak kivételesen lépi túl a 10%-ot, s az eseteknek mintegy ¾ részében a 4%-on alul marad.

Kunze Miksának a törzsfára vonatkozó kisérleti vizsgálatai[1] a 48. oldalon közölt eredményekkel jártak.

[1] Untersuchungen über die Genauigkeit der Inhaltsberechnung der Stämme aus Mittenstärke und Länge, Berlin, 1912, 31. old. Régebbi kísérletek eredményéről számol be *Horváth Sándor* az Erd. Lapok 1892. évfolyamában (635) : »A szálfa köbtartalmának kiszámítása, különösen az erdeifenyőnél«.

Huber képletének ellenőrzése Rónai adataival

Fafaj	Választék	A felhasznált adatok száma	100 eset közül hányszor marad az eltérés 2	4	6	8	10	Legnagyobb eltérés %		Közepes eltérés %
			%-on alul ?							
1. v = γl szerint, 1 darabban köbözve										
Lúcfenyő	egész törzs	308	39	68	86	94	100	+ 9·0	— 9·7	— 0·43
Lúcfenyő	vastagfa	309	47	74	92	98	100	+ 8·7	— 8·0	— 0·31
Jegenyef.	egész törzs	38	32	71	84	95	100	+ 9·0	— 9·8	+ 3·00
Jegenyef.	vastagfa	36	50	81	94	100	100	+ 7·6	— 6·5	+ 3·38
2. $v = \gamma l$ szerint, két darabban köbözve										
Lucfenyő	egész törzs	299	53	84	96	99	100	+ 8·9	— 11·3	— 1·76
Jegenyef.	egész törzs	35	49	77	68	89	91	+ 11·3	— 12·4	— 1·58

Igen figyelemreméltók *Schiffel* kutatásai is [1] melyek alapján kimutatja, hogy a törzs alakja s így a képlet szerinti köbözés hibája egy és ugyanahhoz a faállományhoz tartozó törzseken is igen különböző lehet.

Az alak nem annyira a tenyészeti tájak, illetve a kor hatásától, vagy az illető fafaj különleges természetétől függ, mint inkább a fának a faállományban elfoglalt helyzetétől, a környező faállomány sűrűségétől (szóval: a fa *állásától*) s ezzel szoros kapcsolatban a gazdaság módjától, az erdőápolás rendszerétől. Rámutat arra, hogy némely kezelési mód a fák alakjára olyan hatással lehet, amely azután a faállomány valamennyi törzsén *egyoldalú* eltérést okoz a képlettel számított köbtartalomhoz képest. A lucfenyőtörzseken végzett vizsgálatainak eredményeiből még a következőket emelhetjük ki:

1. *Huber* képletével a *hosszúszerfa* köbtartalmát általában valamivel kisebbnek kapjuk a kelleténél, csak igen telided törzsek adnak kissé magas eredményt.

2. A törzs alakja elsősorban a faállomány sűrűségétől függ. A sűrű állásban nőtt fa telidedebb. Az ilyen törzsek köbtartalmát a *Huber* képletével magasabbnak kapjuk, mint az ugyanolyan hosszú és vastag, de ritka állásban nőtt törzsét.

3. A törzs *egyes részeinek* alakviszonyai a legtöbb esetben lényeges eltéréseket mutatnak. Ha tehát a fát mégis csak az *egész* törzs középátmérője szerint köbözzük és ilyen alapon értékesítjük, ebből a vevőre vagy az eladóra olyan megokolatlan hátrányok vagy előnyök származhatnak, amelyek egyes választékrészletek alakjának behatóbb figyelembevételével kikerülhetők lennének.

[1] Die Kubierung von Rundholz aus zwei Durchmessern und der Länge (Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs. XVII. füzet, 1902.) Lásd még *Sz. G.* ismertetését az Erdészeti Lapok 1903. évi kötetének 151. lapján: »A gömbölyű épület- és szerszámfa köbözése két átmérő és a hosszúság segélyével.«

Kunze adatai

Fafaj	Az adatok száma	Átlagos eltérés kéregben	Átlagos eltérés kéreg nélkül	Szélsőségek kereken +	Szélsőségek kereken —
		%		%	
Lucfenyő	8 858	+ 2	—	18	17
Lucfenyő	625	—	+ 2	14	9
Jegenyefenyő	3 470	+ 2	—	16	12
Jegenyefenyő	23	—	+ 2	—	—
Szászországi erdeifenyő	3 470	— 6	—	18	29
U. az	285	—	— 1	20	11
Poroszországi (Keletporoszország kivételével) erdei f. ..	2 847	— 6	—	15	28
Keletporoszországi erdeifenyő	620	— 1	—	18	16
Vörösfenyő	1 191	— 3	—	14	24
Vörösfenyő	6	—	— 2	—	—
Símafenyő	564	— 1	—	16	12
Símafenyő	34	—	— 1	—	—
Bükk	2 723	—	—	6	27
Bükk	31	—	—	—	—

4. A középátmérő szerinti köbözés különösen az egészben, vagy felső részükön sudarlós (hirtelen vékonyodó) törzsekre nézve ad helytelen eredményeket. Ugyanannak a megcsonkított törzsnek rövidebb darabjai pontatlanabbul köbözhetők, mint a hosszabbak, sőt a megcsonkított törzs köbtartalmát a *Huber* képletével esetleg magasabbnak is találhatjuk, mint a csonkítatlan ép törzsét.

Végül nem mulaszthatjuk el, hogy *Flury Fülöpnek*, a svájci közp. erd. kísérl. állomás adjunktusának kutatásaira is rá ne mutassunk.[1] *Flury* kutatásai igen alkalmasaknak látszanak arra, hogy ezt a kérdést — legalább a feldarabolatlan szálfára nézve — tisztázzák. *Flury* 770 lucfenyő-, 320 jegenyefenyő- és 350 bükktörzset köbözött meg először kétméteres részletekben a szakaszos köbözés elvei szerint, azután Huber képletével. Kutatásainak eredményeit az alábbi táblázat foglalja össze : (49. old.)

Ezeknek az adatoknak alapján *Flury* a következő tételeket állítja fel :

1. A hossz- és középátmérő szerinti köbözés a kétméteres részletekben való szakaszos köbözés eredményénél rendszerint kisebb köbtartalmat ad. Kivétel a *vastagfa* köbtartalma, amely magasabb is lehet a kelleténél.
2. A hossz és középátmérő alapján meghatározott fatömegek különben azonos feltételek esetén annál inkább alatta maradnak a részletes köbözés eredményének, mennél nagyobb a felső átmérő.
3. Mennél vastagabb a törzs, annál nagyobb a százalékos eltérés. Ezek az eredmények az olyan szálfára vonatkoznak, mely az alsó, terpeszkedő részt is magában foglalja. Ez okozza a negativus hibákat. A fa felsőbb szakaszaiból kivágott rönkökre azonban *Flury* megfigyelései nem vonatkoztathatók.

[1] Untersuchungen über die Sortimentsverhältnisse der Fichte, Weisstanne und Buche. (Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen 1916, IX. köt. 2. füz. 175.)

Flury adatai

Mell. mag. átm.	A köbtartalom eltérése (%) az alábbi felsőátmérők esetén						
cm	42	32	24	18	15	12	7
				Lucfenyő			
60	—8.5	—6.8	—5.2	—3.8	—3.1	—2.5	—1.8
50	—7.1	—5.7	—4.0	—2.6	—2.0	—1.5	—1.0
40	—	—5.2	—3.4	—1.9	—1.3	—0.8	—0.3
30	—	—	—4.0	—1.5	—0.8	—0.2	+0.6
20	—	—	—	—	—2.0	0.0	+1.7
				Jegenyefenyő			
60	—8.0	—6.5	—5.0	—3.4	—2.7	—2.1	—1.0
50	—6.5	—5.2	—3.8	—2.4	—1.7	—1.2	—0.5
40	—	—4.5	—3.0	—1.7	—1.0	—0.5	+0.2
30	—	—	—3.3	—1.4	—0.7	0.0	+1.1
20	—	—	—	—	—1.5	+0.3	+2.4
				Bükk			
60	—4.5	—2.7	—0.3	+4.3	—	—	—
50	—3.2	—3.3	—1.4	+1.5	—	—	—
40	—	—3.8	—2.3	—0.6	—	—	—
30	—	—	—3.0	—2.2	—	—	—

Mindent összefoglalva, bár a fentebbi vizsgálatok révén bebizonyítottnak tekinthető, hogy Huber képlete nem minden esetben ad megbízható eredményt, mégis megállapítható, hogy a gyakorlat igényeit kielégíti s hibái nem olyan nagyok, mint az egyszerűségben és a gyorsaságban rejlő előnyei. Hogy használata néhány százalék bizonytalansággal jár, annak a közönséges gyakorlat s az értékesítés szempontjából nincs nagyobb jelentősége. Akkor is nyugodtan alkalmazhatjuk *Huber* képletét, ha tudjuk, hogy az néha egyirányú hibával kapcsolatos (pl. az erdei fenyőre *Kunze* szerint csaknem mindig negatívus hibát kapunk). Mert ha mind az eladó, mind a vevő mindig ugyanazt a rendszert használja, akkor az egységárak is annak megfelelően alakulnak. De ha *valóban pontos és biztos* adatokra van szükségünk, akkor a *Huber* egyszerű képlete helyett más, megbízhatóbb aljárásokhoz kell folyamodnunk. Ilyenekről alább lesz szó.

Foglalkoznunk kell még azzal az igen elterjedt gyakorlattal is, amely az épületfának és a fűrészrönkőknek a vevő részére történő átadása alkalmával a középátmérő mérésekor a centiméterek törtrészeit egészen elhagyja, abból indulva ki, hogy a *Huber* képlete úgyis valamivel többet ad a kelleténél. Ez a leütés általában *megokolatlan* és feltétlenül az eladó kárára történik. Ezért sokkal helyesebb, ha a kikerekítés nem egyoldalú, hanem kétirányú, (felfelé és lefelé), amint ezt a helyes kiegyenlítés elmélete megkívánja.

Eberhardt vizsgálatai szerint a lucfenyő épületifát ilyenmódon átlag 8.8%-kal, a jegenyefenyőfát 5.4%-kal és az eredeifenyőt 10.8%-kal becsüljük kevesebbre, mint kellene. *Schüpfer* kimutatta, hogy a bajor állami erdők műfaanyagának értékesítésével kapcsolatos hiba mintegy 52 000 köbméterre rúg évente. Még helytelenebb ez az egyoldalúan lefelé való kikerekítés, ha csak a párosszámú centimétereket vesszük figyelembe.[1]

Errenézve is azt mondhatnók ugyan, hogy az alacsony becsléssel járó veszteség csak látszólagos, mert hiszen az egységárak a méretezés rendszerének megfelelően alakulnak ki; itt azonban a szándékosan hibás mérést nem lehet a célszerűség elvével megokolni, mert hiszen a helyes *kétirányú* kikerekítés semmivel sem okoz több fáradságot, mint a helytelen egyirányú.

A többi képletről összefoglalóan a következőket jegyezhetjük meg:

Azok a képletek, amelyek nem egy, hanem legalább két megbízható átmérőből indulnak ki (pl. *Gauss—Simony*, *Schiffel)*, jobb eredményt adnak, mint *Huber* képlete. Különösen szembetűnő ez az előnyük, ha *egyes* törzsek köbözéséről van szó, amikoris a $\pm$ hibák kiegyenlítődésére nem lehet számítani. Sőt, a Hossfeld-féle képlet is igen jól beválik ebből a szempontból, annak ellenére, hogy a többé-kevésbbé szabálytalan felső vágáslapot is számbaveszi. Ezt azonban csaknem teljesen ellensúlyozza a $g_{1/3}$ háromszoros értéke. A fa hosszának egyharmadában az átmérő igen megbízható. Ebben a magasságban a keresztszelvény a legszabályosabb szokott lenni.

Az előbb említett képletek az általános elméleti érvényesség szempontjából is megfelelnek, mert a legtöbb kúpfajra érvényesek. Hátrányuk csak az, hogy egynél több átmérő megmérését kívánják, használatuk tehát körülményesebb. A mérés helyének fekvését a törzsön először meg kell határozni, a megmért átmérőnek megfelelő körlapokat a képletbe helyettesíteni, s aztán a kijelölt számtani műveleteket végrehajtani. Igaz, hogy célszerűen szerkesztett táblázatokkal ezeknek a hátrányoknak egy része kiküszöbölhető, de azért a többkörlapos képletek egyszerűség dolgában mégis elmaradnak *Huber* eljárása mögött s ezért nem honosodtak meg a gyakorlatban.

Igen bonyolult *Schiffel* képlete, amely a hosszúság ¼ részében és ¾ részében fekvő körlapra, illetőleg átmérőre támaszkodik és sok számítási műveletet jelöl ki. A hozzáadott táblázatokkal azonban minden számítás elkerülhető. Megbízhatósága pedig jóval nagyobb, mint a *Huberé*. E könyv szerzője pl. a lucfenyőre nézve megállapította, hogy a legpontosabb eljárás (szakaszos köbözés)

[1] *Müller* 31.

eredményéhez képest a *Schiffel* képlete mintegy 95%-ig biztosítja a legalább 5%-os pontosságot, *Huber* képletével ellenben az esetek 20%-ában követhetünk el ennél nagyobb hibát. Használatának módját az alábbi példa világítja meg.

Valamely ledöntött fatörzs hosszát 24 méternek, a hossz egynegyedében mért átmérőt (azaz $d_{1/4}$-et az alsó vágáslaptól $1/4 \times 24 = 6$ m távolságban) 30 cm-nek, a hossz háromnegyedében fekvő átmérőt ($d_{3/4}$) pedig (melyet az alsó vágáslaptól $3/4 \times 24 = 18$ m távolságra mérünk) 20 cm-nek találtuk. Mennyi a törzs köbtartalma?

Schiffel köbözőtábláiban felkeressük a lap fején a megfelelő hosszat (itt 24 m) s azután a $d1/4$ és $d3/4$ útmutatásával kiolvassuk a köbtartalmat. Ez a mi esetünkben **1·243 m³**.

Kivonat Schiffel köbözőtábláiból[1]

d¼	d¾	Köbtartalom m³	Középátmérő cm
Hossz = 24 m			
30	14	1·082	22·3
	15	1·103	22·8
	16	1·126	23·4
	17	1·151	23·9
	18	1·179	24·5
	19	1·209	24·9
	20	1·243	25·5
	21	1·278	26·0
	22	1·314	26·4
	23	1·355	26·9
	24	1·397	27·4
	25	1·440	27·8
31	14	1·147	22·8
	15	1·168	23·3
	16	1·189	23·9
	17	1·215	24·4

s így tovább

A középátmérőt csak azért tünteti fel a táblázat, hogy a vastagsági osztályok megállapítását megkönnyítse.

A képlet *Schiffel* szerint mind az egész törzs, mind az egyes törzsrészletek köbtartalmát igen megbízhatóan adja. Hasonló kedvező eredménnyel jártak *Laschtoviczka* vizsgálatai[2] Megerősítik mindezt a szerző kísérletei is, amelyekhez a többször említett karámi

[1] Die Kubierung von Rundholz, 100. old.

[2] Inhaltsberechnung des Stammholzes aus zwei Durchmessern und der Länge nach Forstrat Schiffel. (Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen 1905, 161.)

luc- és jegenyefenyő törzsek szolgáltatták az alapanyagot. Átlagos hibájuk, mint az alábbi kimutatásból látható, rendkívül csekély, a sajátlagos hiba pedig az összes eseteknek több mint 60%-ában kisebb 2%-nál

Schiffel képletének ellenőrzése magyarországi adatokkal:

Fafaj	Választék	A felhasznált adatok száma	100 eset közül hányszor marad az eltérés					Legnagyobb		Közepes
			2	4	6	8	10	+	—	
			%-on alul					eltérés (%)		
Lúcfenyő	28 m hosszú szálfa kéregben	267	63	90	97	99	100	7·9	11·4	—0·3
Jegenyefenyő		23	61	83	87	96	100	6·3	8·4	—0·1

Megállapíthatjuk tehát, hogy Schiffel eljárásának *feltétlen létjogosultsága van.* Mindazokban az esetekben, amikor a *Huber*-képletet nem tartjuk elég megbízhatóknak (pl. a sudarlós fákra), de a hosszadalmas szakaszos köbözést el akarjuk kerülni.

Azok a képletek, amelyekben a körlap (g) nem fordul elő, s ehelyett csak az átmérők vagy a kerület számbavétele szükséges, akkor használhatók előnyösen, ha nincs körlaptáblánk, amellyel a számítást megtakaríthatnók. Ezek közül is el kell azonban ejtenünk a *Strzelicki—Horváth*-féle képletet, ha a terpeszkedő alsó részt is magábafoglaló törzsről van szó, mert a »d_0« nem mérhető pontosan s a terpeszkedés egyébként is nagy hibákat okozhat. *Amgwerd* képlete lényegileg a *Huber*éhoz áll közel. (π = 0·7854 helyett 0.8-del számol), s ugyanez áll a *Márton Sándoréról* is 0·777 + 0·007 = 0·784). Előnye, hogy csak egyszer kell 7-tel szorozni, aztán a kapott eredményt megfelelő eltolásokkal egymás alá írjuk.

Példa:

$$\delta = 41 \text{ cm}, \; l = 10 \text{ m}, \; \delta^2 = 1681,$$

Ezt szorozva 0.777-tel és mindjárt 7-tel is:

```
   0.1681 × (0.777 + 0.007)
   11767
    11767
     11767
     11767
 0.1317904
```

Ezt még 10-zel szorozva és lekerekítve:

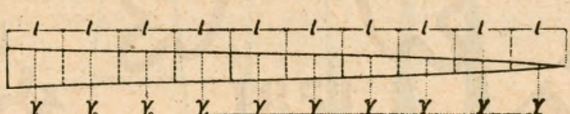
$$v = \underline{\mathbf{1{\cdot}318\ m^3}}$$

A *francia ötödös módszer* a kerület mérését kívánja. Előnyös akkor, ha nincs kéznél átlaló, csak mérőszalag vagy zsineg és mérővessző.

Mathiesen eljárása (súlyponteljárás)[1] egészen különleges. Pontos, de nem egyszerű s tulajdonképpen az alább tárgyalandó szakaszos köbözés módszereihez tartozik.

A szakaszos köbözés[2]

A csonkakúpokra vonatkozó képletek bármelyikét alkalmazhatjuk a fatörzs (illetőleg a szabályosabb ágak) köbtartalmának meghatározására olymódon is, hogy a köbözendő fa testét képzeletünkben több, egyenlő hosszúságú szakaszra osztjuk fel, s azután minden ilyen résznek a köbtartalmát külön-külön megköbözve, az eredményeket összeadjuk. Ezt az eljárást nevezzük *szakaszos köbözésnek.* Minthogy a törzsnek, mint forgási testnek a képzővonala rövidebb darabokon belül nem igen változtatja a jellegét s lényegesebb módosulást ebben a tekintetben csak hosszabb törzsrészleteken vehetünk észre, nagy a valószínűsége annak, hogy a testmértani képletek alkalmazása a szakaszos köbözésnél pontosabb eredményt ad, mint ha az egész törzset, vagy annak hosszabb részleteit egészben köböznők.[3] Sőt még olyankor is lényegtelen a hiba, ha a törzs alakja egészbenvéve és részleteiben is más kúpfajnak felel meg, mint amelynek a képletét a köbözésre alkalmazzuk (l. alább). Éppen ezért részesítjük előnyben azt a képletet, mely a gyakorlat igényeit az egyszerűség tekintetében is a legjobban elégíti ki. Ez pedig nem egyéb, mint, a *Huber*-képlete.



8. ábra

A 8. ábra fekvő törzset ábrázol, amelyet képzeletben »*n*» egyenlő részre osztottunk fel. Az egyes szakaszok hossza »*l*«, középsíkjaik pedig : $\gamma_1, \gamma_2, \ldots \gamma_n$

A szakaszos köbözés elve szerint, ha az egyes részletek köb-

[1] *Mathiesen:* Beiträge zur Holzmessenermitteilung mit besonderer Berücksichtigung der Schwerpunktmethode, Tartu, 1931.

[2] *Ezt részletenként való köbözésnek*, vagy *részletes köbözésnek* is nevezik.

[3] V. ö. *Schiffel* észleleteivel.

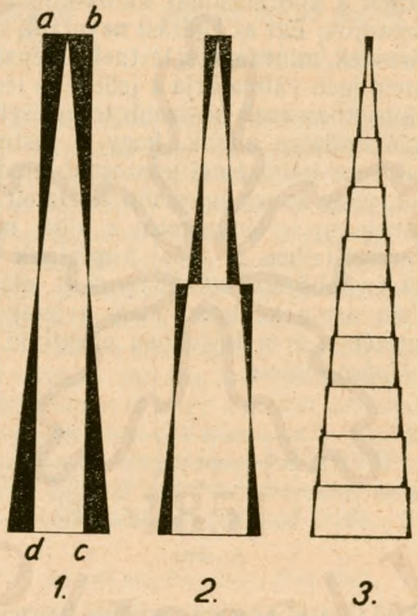
tartalmát *Huber* képletével számítjuk ki s aztán azokat összegezzük, a köbtartalom:

$$v = \gamma_1 l + \gamma_2 l + \gamma_3 l + \ldots + \gamma_n l$$

vagyis

$$v = v_1 + v_2 + v_3 + \ldots + v_n$$

Nézzük, milyen hibát követünk el ezzel az eljárással a különféle kúpfajokon. A paraboloid alakú törzsek köbtartalmát nyilván egészen pontosan adja, mert a *Huber* képlete mind az ép-, mind a csonka- (Apollónius-féle) paraboloidra érvényes. Az egyenesoldalú épkúpon 25%, a neiloidon 50% hibát követünk el vele, ha a köbözés nem szakaszonként, hanem egydarabban történik. A szakaszos köbözés ezt a hibát legnagyobbrészt kiküszöböli, mégpedig annál tökéletesebben, mennél rövidebb szakaszokat alakítunk. Ezt szemlélteti a 9. ábra, melynek három képe világosan mutatja, hogy a szakaszok megrövidítése



9. ábra. Egyenes körkúp köbözése: 1. egydarabban, 2. két-, 3. tíz szakaszban, $v = \gamma \cdot l$ szerint. A hiba a szakaszok számának négyzetével fordított arányban csökken

által a *Huber*-képlettel mennyire hozzá lehet simulni az egyenesoldalú kúp alakjához (s a neiloidéhoz) is.

Az 1. képen az »*abcd*«-idom annak a hengernek a hosszmetszetét tünteti fel, melynek a köbtartalmát kapjuk, ha a vele egyenlő középátmérőjű és azonos magasságú kúpot a *Huber* képletével *egydarabban* köbözzük. A kétdarabban való köbözést a 2. kép, a tízdarabban valót a 3. kép szemlélteti. Látjuk, hogy az utóbbin az eltérés a kúp és a henger közt már nem nagy.

Ha a kúpalakú részeket, mint hengereket köbözzük, mindenkor negatívus természetű hibát követünk el. Ez a hiba annál kisebb, minél rövidebbek a szakaszok. Ha végtelen rövideknek vesszük azokat, (azaz ha $l = \frac{1}{\infty}$) akkor a hengerkék pontvastagságú korongokká zsugorodnak össze, s integrálásukkal *pontosan* kapjuk a kúp köbtartalmát.

Hogy egyébiránt a szakaszok számának növelése milyen hatással van a hiba csökkenésére, azt számszerű példával is szemléltethetjük. Legyen valamely egyenesoldalú kúp alapjának az átmérője 1 méter, magassága pedig 20 méter. Köbtartalma tehát:

$$v = \frac{1}{3} \cdot \frac{l^2 \pi}{4} \cdot 20 = 5.236 \text{ m}^3$$

Hasonlítsuk ezzel össze a *Huber*-féle képlet eredményét arra az esetre, ha a kúpot egy darabban, illetőleg 2, 5 és 10 szakaszra osztva köbözzük.

A szakaszok száma	Köbtartalom (m³)	Hiba (%)
1	3.9260	— 25.0 %
2	4.9090	— 6.2 %
5	5.1834	— 1.0 %
10	5.2230	— 0.25 %

Tehát abban az esetben, ha 10 részletben köbözzük a törzset, a hiba már olyan csekély, hogy a gyakorlat szempontjából elhanyagolható s feltétlenül jóval azokon a határokon belül marad, amelyek között az átmérő mérésének pontatlanságából eredő eltérések mozognak. A hasonló alapátmérőjű és magasságú neiloidra nézve a hiba ½%, tehát gyakorlatilag szintén elhanyagolható. Meg kell azonban gondolnunk, hogy a fák alakja nagyjából leginkább a domborúkúphoz hajlik és ritkán közelíti meg az egyenesoldalú kúpot, s csak egészen kivételesen a neiloidot: tehát a becslés *elméleti* hibája, ha 10 részletben köbözünk, a legtöbb esetben ¼%-on alul marad.

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy:

1). A szakaszos köbözés az összes testmértani eljárások között a *legmegbízhatóbb.*

2). A *Huber*-féle képlet ilyen alkalmazásban is beválik s egyszerűségénél fogva minden más képlettel szemben előnyben részesítendő.

3). 2 méternél rövidebb részletekkel dolgozni rendszerint fölösleges.

Minthogy azonban a részletes köbözés aránylag sok mérést kíván meg, s ennélfogva az idő- és munkafelhasználás szempontjából nem gazdaságos, alkalmazása csak ott helyénvaló, ahol a pontosság a főkövetelmény. Hogy erre mikor van szükség, arról később lesz szó.

Bár a szakaszos köbözés, mint a fentebbi fejtegetésekből kitűnik, a kellő részletesség feltétele mellett elméletileg alig jár hibával, a valóságban mégis gyakran eltér azoktól az eredményektől, amelyekhez a fizikai köbözés legtökéletesebbje, a vízbesüllyesztés vezet. A víz a fa felületének minden részéhez teljesen hozzásimul, tehát a kiszorított víz egészen pontosan adja az illető fadarab térfogatát. A testmértani köbözés ezzel szemben mindenféle hibával jár, ami részben a hossz- és vastagságmérés tökéletlenségében, részben abban a körülményben leli magyarázatát, hogy a fa felületének kisebb szabálytalanságaira, mint pl. a kéreg repedéseire és egyenetlenségeire, a keresztszelvény torzulásaira (pl. a gyertyánon), s a darabok kisebb görbületeire stb. külön-külön nem lehetünk figyelemmel. Általában áll az, hogy mennél egyenesebbek a darabok s mennél simább a felületük, annál közelebb áll a testmértani úton kapott köbtartalom a valódihoz. Ezért nyilvánvaló, hogy a kéregtől megfosztott, símafelületű fa köbtartalmát mindig pontosabban tudjuk meghatározni, mint a kéregben lévő fáét, különösen, ha a kéreg durva, repedezett.

Az osztrák erdészeti kísérleti állomás xylométerezési kísérleteiből megállapították, hogy a testmértani eljárás a vastag, egyenes törzsrészletekre nézve *nagyobb*, a vékony és görbe darabokra nézve ellenben *kisebb* köbtartalmat ad, mint a vízbesüllyesztés módszere (a görbe darabok valódi hossza ugyanis nagyobb, mint amilyet a kifeszített mérőszalaggal vagy a mérővesszővel mérünk).[1] Az eltérések nagyságáról tájékoztatnak az említett forrásmunka nyomán (VII. táblázat) kiszámított alábbi adatok:

Választék:	Eltérés a xylométerezés eredményétől:
I. o. bükk hasáb	+ 0·8%
I. « tölgy «	+ 6·7%
I. « lucfenyő, «	+ 1·4%
Selejtes bükk hasáb	+ 1·1%
« lúcfenyő hasáb	— 3·2%
Bükk dorong	— 1·3%
Lucfenyő dorong	— 0·8%
Lucfenyő rőzse	— 8·6%
Jegenyefenyő rőzse	—14·3%
Vörösfenyő rőzse	— 9·9%

Megjegyzendő, hogy a hasábfára nézve az összehasonlítás tökéletessége némileg kétségbevonható, mert a testmértani úton köbözött fát nem egészben, hanem hasábba vágva xylométerezték meg. A hasításkor ugyanis némi apadék keletkezik. Ez azonban jelentéktelen (a kísérletek szerint: 0,38%). A megmért rönkők hossza egyébiránt legnagyobbrészt 1 m volt (csak kis részben 0·8 m).

Minthogy a testmértani köbözést csak a vastagabb anyagra alkalmazzuk, azoknak a szélsőséges eltéréseknek, amelyek a rőzsén tapasztalhatók, nincs gyakorlati jelentőségük, sőt a vastagabb választékokra nézve sem okoznak zavarokat a testmértani köbözés hibái, mert a fakereskedelemben a fa köbtartalma alatt tulajdonképpen a *testmértani úton* meghatározható, s nem a fizikai értelemben vett térfogatot értjük. Gyakorlati szempontból tehát, amikor a különféle becslési eljárások pontosságának megvizsgálásáról van szó, egészen jogosan tekintjük a *szakaszos köbözés* eredményét az összehasonlítás alapjának.

[1] *A. v. Seckendorff:* Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse und das Gewicht des Holzes im frischgefälltem Zustande (Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, I. köt. 1878. 31.)

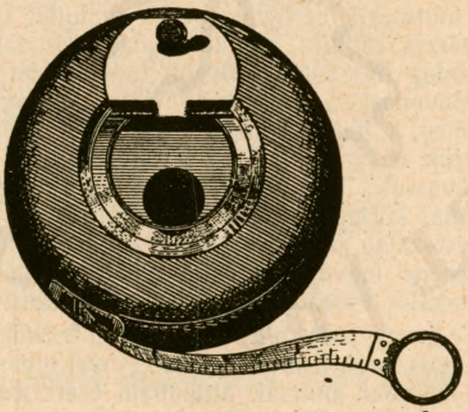
B) A TESTMÉRTANI KÖBÖZÉS GYAKORLATI VÉGREHAJTÁSA

Az eddigiekben csak magukkal a köbözőképletekkel ismerkedtünk meg, de a bennük foglalt adatok közvetlen megszerzésének módjával nem foglalkoztunk még, sem az erre használt eszközök és műszerek leírásával. A képletek szemlélete meggyőz arról, hogy a köbtartalom meghatározásához mindig vastagsági és hosszúsági méretekre van szükségünk. Minden képletben szerepel a g és az l; az előbbit, t. i. a keresztszelvény területét, közvetett úton határozzuk meg az illető körlap *átmérőjéből.* Ilyen formán mindig csak vonalas (lineáris) méréseket végzünk; ezekből többnyire *segédtáblák* közvetítésével számítjuk ki a köbtartalmat. Az alábbiakban külön-külön foglalkozunk a hosszméréssel, az átmérők mérésével és a segédtáblák használatával. De néhány példát is bemutatunk a szokásosabb eljárások gyakorlati végrehajtására.

I. A HOSSZÚSÁG MÉRÉSE

1. A hosszmérő eszközök és azok használata

A fa hosszúságának mérésére szolgáló eszközök közül a legcélszerűbbnek általában a közismert mérőszalag mondható (10. ábra).



10. ábra Vászon mérőszalag bőrtokban

Ennek leglényegesebb része az 1—2 cm széles és többnyire 10—30 m hosszú, vászonból, vagy acélból készült szalag, amelyet méterekre, deciméterekre és centiméterekre, vagy ölekre, lábakra és hüvelykekre (esetleg 10-ed és 100-ad ölekre) szokásos beosztani. A szalag két oldalán különböző beosztás is lehet. Említettük már, hogy a fatömegszámítások mértékegysége a *méter*, tehát erre a célra ilyen beosztású mérőszalagot kell használnunk. A szalag bőrből, fémből, vagy más anyagból készült, korongalakú tokban van s használat után a tok tengelyére csavarható fel az oldalt elhelyezett fogantyú segítségével. Ilyenkor csak a szalag végén levő fémkarika, vagy kengyel áll ki a tok nyílásán. Ha a sarokra nyíló fogantyút is befordítjuk a tok belsejébe, akkor annak felülete egészen simává válik, s ez a szállításnál igen előnyös. A mérőszalag igen sokféle kivitelben készülhet, itt azonban csak általánosságban foglalkozhatunk vele. A vászonszalagot jobban kedvelik, mint az acélt, mert könnyebb és olcsóbb s használata és gondozása kevesebb figyelmet kíván, mint az acélé. Az acéllal a kifeszítés és a felcsavarás alkalmával óvatosabban kell bánnunk, mert a bogozódás könnyen törést okozhat. Nedves időben pedig gyorsan rozsdásodik, s ezt csak gondos letörölgetéssel és olajozással kerülhetjük el. Előnye: a nagyobb pontosság. A vászonmérőszalag hossza a huzamosabb használat és a többszöri megázás és kiszáradás folytán kisebb-nagyobb mértékben változik, s ez a mérés pontosságára hátrányos. Ezt elkerülendő, a gyártáshoz lehetőleg kipróbált, jó anyagot alkalmaznak, a szalagot vízállóvá teszik, vagy ezenkívül még erős, de igen vékony, hajlékony fémszálakkal is átszövik. A gondosan készített vászonszalag hossza csak kevéssé változik; legjobb tehát, ha a magasabb áron túltesszük magunkat s lehetőleg jó minőségű mérőszalagot használunk. De az időnkint végzendő ellenőrzés céljaira acélmérőszalagot is tartsunk kéznél.

A mérőszalag használata bővebb magyarázatra nem szorul. A beosztás kezdővonását a megmérendő törzs, ág vagy rönkő vágáslapjának (illetőleg a hasznosítható résznek) a szélére helyezzük, azután kifeszítjük a szalagot a fa testén végig, s a hosszúságot egyszerűen leolvassuk. Igen könnyű a mérőszalaggal a középső, vagy bármely más körlap helyét is meghatározni, mert a megfelelő hosszúság a mérőszalag számozott beosztásán gyorsan felkereshető.

Célszerűségénél fogva a mérőszalag a régebben használt *mérőláncot* az erdőbecslés eszközei közül egészen kiszorította.

A *mérőléc* (vagy rúd) mint erdőbecslési eszköz szintén alkalmazható. A fa hosszának a mérése nem igényel olyan nagy pontosságot, mint a mérnöki munkák általában, ezért megelégedhetünk a legegyszerűbb mérőléccel is. Az ilyen léc többnyire négyélű, 2—5 méter hosszú, deciméterekre beosztott, olajjal itatott keményfaléc, melynek a két végét fémveret védi a kopás ellen.

Az *egy* léccel való mérés rendszerint úgy történik, hogy a fa vastagabb végétől a vékonyabb felé, mégpedig legcélszerűbben balkéz felől jobbkéz felé haladva végigrakosgatjuk a lécet a fa testén, vigyázva, hogy a baloldali vége pontosan arra a helyre kerüljön, ahol az előző fektetéskor a jobboldali vége nyugodott. Ha hosszabb a léc, akkor a mérés segítség nélkül nehezen végezhető, mert a lécvég helyének megjelölése (pl. irónnal), nem esik a lécvívő kezeügyébe. Ezért sokkal jobb és gyorsabb *két* léccel dolgozni, amelyeket két munkás felváltva egymás végéhez illeszt. A lécfektetések száma, szorozva a léc hosszával, méterekben a fa hosszát adja. A léc vége azonban az utolsó fektetéskor a legtöbb esetben nem esik össze a megmérendő darab végével s ilyenkor a fennmaradó rész hosszát a léc deciméterbeosztása segítségével határozzuk meg.

Magától értetődik, hogy szükség esetén a közönséges, összecsukható *zsebmérővesszőt* is használhatjuk a hosszméréshez.

A mérőléc használatának a mérőszalaggal szemben csak az az előnye van, hogy anyaga állandóbb, s a romlásnak hosszabb ideig áll ellen. Ha jó készítmény, a hosszváltozástól is kevésbbé kell félteni, mint a vászon mérőszalagot. Szállítása és kezelése azonban nehézkesebb. Különösen a megmérendő átmérők (pl a $d_{1/3}$ vagy a $d_{2/3}$) fekvésének megállapítása jár időveszteséggel. Ha pl. az egész hossz 24 m és mi a középátmérő helyét keressük, 12 métert visszafelé kell mérnünk. A mérőszalagon ezt a pontot minden utólagos visszamérés nélkül azonnal megtalálhatjuk.

Egyes vidékeken használták még a hosszmérő fakörzőt is (l. a 11. ábrát). Az egész eszköz fából készül, csak a két végén van egy-egy vastövis. Ezeknek egymástól való távolsága 1 m. Kaphatók hasonló (a földmérésben is alkalmazott) körzők, szabályozható és becsukható alakban is.

A hosszmérő fakörzővel éppen úgy mérünk, mint a kézikörzővel. Bár vitathatatlan, hogy gyakorlott munkások rendkívül ügyesen bánnak vele, a mérőszalaggal célszerűség dolgában mégsem versenyezhet. Használata azért csak ott megokolt, ahol a mérőszalag a folytonos nedvesség miatt gyorsan romlik (pl. tutajon stb.).

11. ábra. A hosszmérő fakörző

2. A hosszmérés hibái és azok hatása a köbtartalomra

A testmértani köböző képletekben a hosszúság (*l*) mindenütt mint egyszerű szorzó szerepel. Ebből következik, hogy a *hosszmérés hibája egyenes arányban áll a köbtartalom hibájával.*

Hogy a hibákat elkerüljük, mérőeszközeink pontosságáról időnként ellenőrző mérésekkel kell meggyőződnünk. Erre a célra az acélmérőszalag jól felhasználható. Természetesen a mérés szabályait is gondosan be kell tartanunk.

Általában némi elméleti hibát követünk el azáltal, hogy a mérést nem magán a fa hossztengelyén, hanem annak külső felületén hajtjuk végre, tehát olyan vonalon, amely a tengellyel nem egyközű. Tulajdonképpen tehát mindig valamivel nagyobb hosszúságot mérünk a kelleténél. Az eltérés, szerencsére, oly csekély, hogy gyakorlati jelentősége egyáltalában nincs (l. a 12. ábrát).

12. ábra A hosszmérésben némi hibát követünk el

A hosszmérés innen eredő hibája az egyenesoldalú kúpra nézve megközelítőleg :[1]

$$\lambda = \frac{(d_o - d_n)^2}{8\,l'}$$

Ebben d_o az alsó, d_n a felső átmérő, l' a mért (hibás) hossz.

II. AZ ÁTMÉRŐ ÉS A KERÜLET MÉRÉSE

A fa átmérőjét a közönséges hosszmérőeszközökkel csak a vágáslapokon határozhatjuk meg közvetlenül. Minden más átmérőt csak az erre berendezett különleges eszközökkel mérhetünk. Közvetve azonban a kerület hosszából is levezethetjük az átmérőt.

Vastagságmérő eszközök

Az átlaló[2]

(vagy *átlazó*, régen : csötörtmérő vagy *csütörtmérő*).

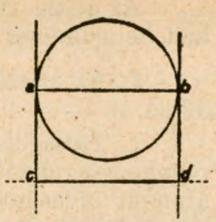
Az átlalós vastagságmérés elmélete azon az ismert mértani tételen alapszik, hogy az egyközű vonalaknak egyközűek közé eső részei egyenlők. A 13. ábrán a kör átmérőjét az *a b* vonal képviseli. Ha

[1] L. a bizonyítást *Müller* erdőbecsléstanában (3. kiad. 50. old.).

[2] Az »átlaló« szó *Wagner Károlytól* származik, aki annak idején mint az Erdészeti Lapok szerkesztője ajánlotta a régi »csötörtmérő« helyett. (l. Erd. Lapok 1869, 30.)

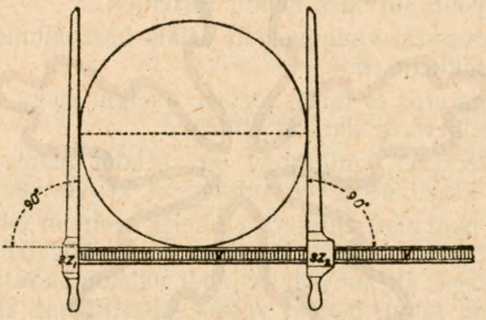
ennek két végpontján keresztül érintőket fektetünk, azok az átmérőre merőlegesen állnak, tehát egymással egyközűek. Ha mármost ezeket valahol a körön kívül olyan egyenessel metsszük, amely az átmérővel egyközű, akkor annak a két érintő közé eső darabja egyenlő kell,hogy legyen a kör átmérőjével, azaz

$$\overline{ab} = \overline{cd}$$



13. ábra. A közvetett átmérőmérés

A fák alakjáról szóló fejezetben megemlékeztünk már arról, hogy a törzs és az ágak keresztmetszete leginkább a körhöz hasonlít, s területe megközelítőleg a hasonló átmérőjű kör területével egyenlő. Amikor tehát az átlalóval a *vastagságot* mérjük, nem teszünk egyebet, mint hogy a fent ismertetett módon meghatározzuk a köralakú keresztszelvény átmérőjét (l. a 14. ábrát). Az érintőket a két *átlalószár*



14. ábra. Az átlaló használata

(vagy *kar :* sz_1 és sz_2) éle képviseli, az átmérő hosszát pedig a *vonó* vagy *vonóléc* (v) mértékbeosztásán olvassuk le. A szárak egymástól való távolsága tetszés szerint változtatható, a méréskor azonban a fát mindkét oldalán érintenünk kell. Ezt *gyenge* nyomással érjük el. A szárak hosszának legalábbis a vonóléc beosztott részének a *felével* kell egyenlőnek lennie, mert különben a legvastagabb fák átmérőjének két végpontját nem érhetnők el velük.

A vonó a legtöbb esetben centiméterekre van beosztva, de használhatunk némely célokra olyant is, amelyik durvább beosztású, (amelynek osztórészei például 2, 4 vagy 5 cm távolságra vannak egymástól) ; a kísérleti vagy tudományos célú méréseket milliméterekre beosztott átlalóval végezzük. Hogy hol, milyen beosztás ajánlatos, arról majd a későbbi fejezetekben lesz szó.

Az átlaló használata során általában a következő szabályokat kell betartanunk:[1]

1. Az átlaló vonójának a fa hossztengelyére merőlegesen kell állnia.

2. Túlságosan összeszorítani a szárakat nem szabad, mert rugalmasságuknál fogva kihajlanak s ilyenkor a valóságnál kisebb átmérőt olvasunk le. Legjobb, ha a vonóléc is érinti a fát, mert akkor az igénybevett szárdarabok a legrövidebbek s így a kihajlás is a legkisebb.

3. Az átlaló szárainak egyközűségét lehetőleg gyakran kell ellenőrízni.

A jó átlalótól általában megkívánjuk, hogy:

1. A szárak a mérés alatt az átlaló vonójára pontosan merőlegesen álljanak, illetőleg egymással egyközűek legyenek.

2. Az átlaló szétnyitása és összetolása (a szárak mozgatása) könnyen, nagyobb súrlódás nélkül történjék.

3. A nedvességi viszonyok az átlaló használhatóságát és pontosságát ne csökkentsék.

4. Anyaga erős és tartós legyen, anélkül, hogy az átlaló súlya a könnyű kezelhetőség határát túllépné.

5. A szerkezet, minthogy az átlalót rendszerint egyszerű munkásember kezeli, ne legyen túlságosan kényes vagy szövevényes.

Az 1—5. pont alatt említett feltételek azonban ellentmondásban állhatnak egymással s a gyakorlat némely más követelményével. Így pl., ha a tartósság és állékonyság céljából, valamint a vetemedés kikerülése végett nem fából, hanem vasból készítjük az átlalót, nehézzé válik, fogása kellemetlen, hideg lesz; ha a használhatóságát akarjuk fokozni s önműködő adatjegyzésre alkalmassá tenni, nem lehetünk annyira figyelemmel az egyszerűségre és a szerkezet érzéketlenségére stb. A folytonos újítások célja éppen az, hogy az ellentétes követelményeket összeegyeztessék s olyan szerkezetet találjanak fel, amely lehetőleg minden irányban megfelel a célnak. Természetes, hogy az eszköz jósága rendszerint annak árával is összefügg. Ezt

[1] Az átlaló helytelen kezeléséből vagy szerkezeti hiányaiból, illetőleg a kopás stb. folytán beállott elváltozásaiból eredő körlap- és fatömegszámítási hibák nagyságát behatóan tárgyalja *Schiffel*nek a *Centralblatt für das gesamte Forstwesen* 1911. évi kötetben (371. l.) megjelent tanulmánya: »Über den Einfluss fehlerhafter Bestimmungen der Dimensionen auf den Inhalt von Rundholz.« L. még erre vonatkozóan *Bund Károly* cikkét is az Erd. Lapok 1894. évi kötetének 650. lapján: »Az átlalók hibáinak gyakorlati jelentősége«, és *Tischendorf* erdőbecsléstanát.

azonban sohasem tekinthetjük kizárólagosan irányadónak, mert hiszen a főcél nem az olcsóság, hanem a használhatóság.

Az átlalók összes fajainak és azok változatainak leírására ezen a helyen nem térhetünk ki. A szerszám- és műszerészipar a legkülönbözőbb alakban gyártja ezt a fontos erdőbecslési eszközt. Ezek közül egyesek beváltak, mások nem. Céltalan volna tehát mindegyikkel részletesen foglalkozni. Megelégszünk azzal, hogy a gyakorlati használhatóság vagy a történelmi fejlődés szempontjából fontosabb átlalókat soroljuk fel, szerkezetük *lényegi* ismertetésével.

Az átlalókat három főcsoportba sorozzuk: az *egyvonós*, a *kétvonós* és az *egyéb szerkezelű* átlalók csoportjába. Célszerű azonban, ha elsősorban a használat célja szerint osztjuk be őket. Ehhezképest először az átlalók egyszerűbb, tisztán csak a vastagság mérésére szolgáló alakjaival, azután a köböződátlalókkal és végül az önműködően jegyző átlalókkal fogunk foglalkozni.

1. Egyszerű átlalók

a) *Egyvonós átlalók*

Egyszerű mintájuk a 14. ábrán látható. A baloldali szár (sz_1) a vonóval szilárd kapcsolatban áll s úgy van ahhoz hozzáerősítve, hogy éle a vonó hossztengelyére merőlegesen álljon. Ez a *szilárd szár* vagy *állószár*. A jobboldali szár (sz_2) a vonó hosszában elmozdítható. Élének — legalább az átlalás pillanatában — szintén merőlegesnek kell lennie a vonólécre, különben a mérés hamis eredményt ad. Ezt a szárat *mozgatható szárnak* vagy egyszerűen *mozgószárnak* nevezzük. Alsó, szélesebb része *vezetékül* szolgál, amelyen a vonó keresztüldugható. Elsősorban ennek a vezetéknek (vagy *vezetőhüvelynek)* az alakjától és szerkezetétől függ az átlaló helyes működése; tehát a különböző átlalófajokat ezen az alapon oszthatjuk csoportokba.

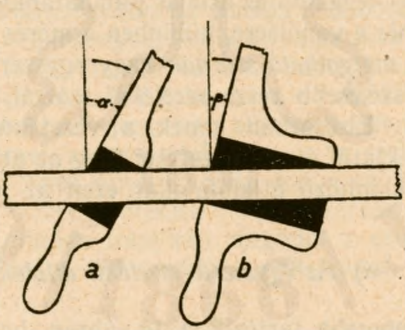
α) *Az egyszerű vezetékű átlalók*

Ebbe a csoportba tartozik a 14. ábrán bemutatott alak is, amilyet ma már (legalább fából) nem igen gyártanak. A vezeték belsejének keresztszelvénye derékszögű négyszög (15. ábra). Hasonló alakú a vonó keresztszelvénye (v) is, azzal a különbséggel, hogy a mellső oldalán a mérce befogadására és megvédésére szolgáló véset vonul végig. A vezeték belső fala és a vonó között egy kis hézagot kell hagyni, mert különben a mozgatható szár súrlódása igen erős, az átlaló *nehezen jár*, sőt nedves időben, mikor a fa megdagad, teljesen fel is mondja a szolgálatot. És éppen ez a legnagyobb hibája az egyszerű vezetéknek. Lehet ugyan enyhíteni a bajt úgy, hogy a vezetéknek jó nagy játszóteret engedünk, ez azonban a mérés *pontosságának* árt, mert akkor a mozgatható szár erősen kimozdul a vonóhoz való merőleges helyzetből.

15. ábra. Az egyszerű vezeték keresztmetszete derékszögű négyszög

Fekete Lajos ezen úgy igyekezett segíteni, hogy a vezetéket *hosszabbra* tervezte s a szárak fogantyúinak elhagyásával *felső markolásúra* készítette az átlalót. A kellemesebb tartáson kívül megvolt ennek az az elvitathatatlan előnye, hogy a pontatlansági hiba lényegesen csökkent s a játszótér mindamellett jóval nagyobbra volt szabható.

Ez könnyen megérthető a 16. ábrából, mely egy rövidebb (*a*) és egy hosszabb (*b*) vezeték keresztmetszetét mutatja abban a helyzetben, melyben a mozgatható szár a mérés alkalmával állna. Ilyenkor mint fentebb mondottuk, a szárakat gyengéden a fához kell szorítani. Ezzel forgató nyomaték keletkezik, mely a szárat a vonóhoz való merőleges helyzetből a nyíl irányában törekszik



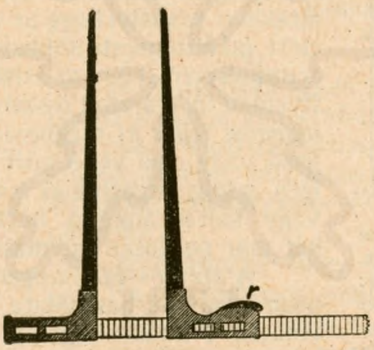
16. ábra. A hosszabb vezeték szöghibája kisebb

kimozdítani. De az ábrából kiderül, hogy ez a elforgatás *egyenlő játszótér* esetén jóval nagyobb a rövidebb, mint a hosszabb vezetéken ($\alpha > \beta$). Magától értetődik, hogy a rajz a játszóteret a könnyebb szemlélhetőség kedvéért túlzottan nagynak tünteti fel.

Az egyszerű vezetékes átlalók csoportjában *vasból* készülteket is találunk. Minthogy a vas térfogatára a nedvességi viszonyoknak nincs hatásuk, a vezeték játszótere sokkal kisebb lehet, mint a fából készült átlalóé. S ha ezenkívül még arról is gondoskodunk, hogy a vezetőhüvely elég hosszú legyen, akkor a mozgószár alig tér ki számbavehetően a merőleges helyzetből. A könnyű járást olajozással biztosítjuk.

Előnye a vasátlalónak az is, hogy a szárait jóval vékonyabbra lehet készíteni, mint a faátlalóét. A fekvő törzsek átlalásakor az ilyen vékony és szilárd szárral sokkal könnyebb a talaj és a törzs közé férkőzni, mint a jóval szélesebb faszárral. Ezért a tutajon és a rakodón is, ahol a szálfák és rönkők szorosan egymás mellett feküsznek, jó hasznukat vehetjük a vékony száraknak. Túlságbamenni azonban a szárak vékonyításával nem szabad, mert akkor a mérés alkalmával, rugalmasságuknak engedve, kihajlanak s ennek következtében a valóságnál kisebb átmérőt mutatnak.

Hogy a fekvőfa mérésekor ne legyen a munkás kénytelen a méretet kényelmetlen, hajlott helyzetben leolvasni, hanem az átlalót közelebb emelhesse a szeméhez, anélkül, hogy eközben a mozgószár elmozdulna, a vezetőhüvelyt rögzítőrúgóval is fel szokták



17. ábra. Fémátlaló, rögzítőrúgóval

szerelni (17. ábra *r*). Ha a markolót megszorítjuk, a jobb szár szabadon mozgatható, ha a nyomást csökkentjük, a rúgó működésbe lép és a szárat rögzíti.

A vasátlaló hátrányairól már fentebb megemlékeztünk. A hideg fogás ellen, ami különösen télen igen kellemetlen, bőr- vagy faborítással, a rozsdásodás ellen szorgalmas olajozással vagy pedig nikkelezéssel védekezhetünk. Az olajozás hátránya, hogy télen az olaj megfagy és az átlaló járását nehezíti.

β) A hasábos vezetékű átlalók

Ezek közül leghíresebb *Heyer Gusztáv* átlalójának[1] *Staudinger műszerész által javított alakja*, amelyet *Heyer-Staudinger*-féle átlalónak is neveznek. Vezetékének keresztmetszetét a 18. ábra mutatja be. A vezeték keresztmetszete itt, amint látjuk, nem derékszögű négyszög, mint az egyszerű vezetéké, hanem trapéz. A vonó (*v*) metszete hasonlóképpen trapéz, úgyszintén a vonóval egyközűen haladó rézhasábé (*h*) is. A vonó ezen a hasábon fekszik. A hasáb és a vezeték fala közt rúgók (*r*) vannak elhelyezve, amelyek a hasábot a faltól eltolni igyekeznek.

18. ábra. A *Heyer*-féle átlaló hasábos vezetéke. *v* : vonóléc, *h*: hasáb, *cs:* igazítócsavar, *k :* kulcs a csavarhoz

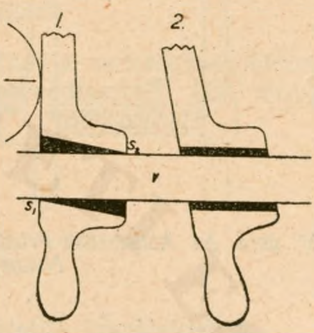
Az eltolás mértéke tetszés szerint szabályozható a *cs igazítócsavar* segítségével, amelynek a végét a hasábba mélyesztett csavaranya fogadja be, feje pedig kívülről hozzáférhető és csapos kulcscsal *(k)* elfordítható. Ennek a célja az, hogy a fa megdagadása vagy összeszáradása esetén a hüvely belsejét megfelelően szabályozhassuk. Így a vonó sohasem szorul, s nem is lötyög a vezetékben. Megjegyzendő — s ez általános szabály, hogy az átlalás megkezdése előtt (akár naponta többször is) meg kell győződnünk arról, hogy az átlaló rendben van-e? Ilyenkor a szárakat összetoljuk s *kifelé fordító nyomást fejtve ki* megnézzük, hogy a szárak felső vagy alsó végei közt nincs-e hézag? Ha igen, addig forgatjuk az igazítócsavart jobbra vagy balra, amíg a hézag elenyészik és a két szár pontosan egymásra fekszik.

A *Heyer—Staudinger*-féle átlaló kitűnően bevált és használata igen elterjedt (különösen Németországban). Újabban nikkelalumíniumból is készül, centiméter vagy milliméterbeosztással, igen pontos, szabatos kivitelben. A nikkelalumínium jóval szilárdabb, keményebb fém a tiszta alumíniumnál, tehát az alumíniumot, mellyel könnyűsége miatt szintén kísérleteztek, kiszorította a használatból. Nagy előnye a vassal szemben, hogy jelentékenyen könnyebb és nem rozsdásodik. Az ilyen átlaló ára természetesen nem olcsó; inkább csak kísérleti célokra, szabatos mérésekre használják.

A *Heyer—Staudinger*-féle átlaló fogantyú nélkül készül, tehát a mozgószár felső markolású.

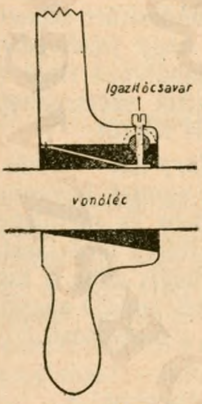
[1] Allg. Forst-u. Jagd-Zeitung 1861, 81.

Ezt a csoportot a *ferdén vésett vezeték* jellemzi. Működéséről a 19. ábra vázlatos rajza ad felvilágosítást. Az 1. helyzetben a mozgatható szár a megmérendő fán nyugszik s a vezeték vésetének [s_1 és s_2 sarokpontján a vonóhoz (v) szorul. A véset úgy készül, hogy ebben a helyzetben a mozgószár éle merőlegesen álljon a vonóra. Ha azonban a szárat tovább mozdítjuk, szándékosan ferde helyzetbe hozzuk azt (2. helyzet), hogy a fölösleges súrlódást elkerüljük. Ennek a szerkezetnek igen nagy előnye, hogy a rendkívül nagy játszótérrel (sötét részek) az átlaló könnyű járása mindenkor biztosítva van, s bedagadásnak soha sincs kitéve. Természetesen nemcsak alul és felül, hanem oldalvást is kell játszóteret hagyni. Ennek a mérés pontosságára, hacsak nem megyünk vele túlságba, nincs hátrányos hatása.



19. ábra A ferdejáratú átlaló vezetéke. s_1-s_2 : érintkezősarkok. 1. ábra : A mozgószár a mérés pillanatában, 2 .ábra : ugyanaz a továbbvonás alatt.

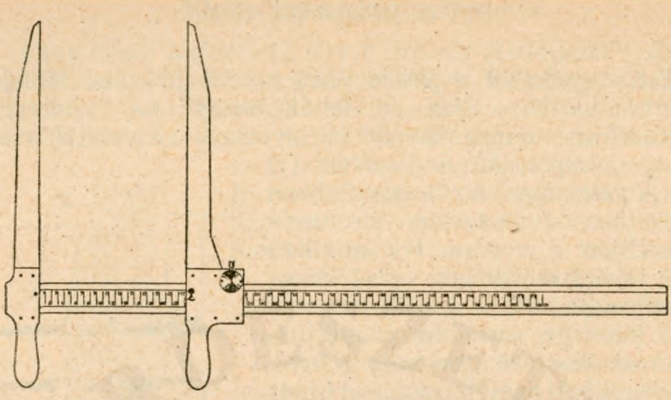
A ferdejáratú átlaló feltalálója *Aldenbrück* porosz főerdész volt (1864), de szélesebb körökben csak *Friedrich József* erdőmérnök irodalmi közlése révén[1] vált ismertté ; Németországban általában Aldenbrück—Friedrich-féle átlalónak nevezik.



20. ábra. Az *Aldenbrück-Friedrich*-féle ferde járatú átlaló ütközőrúgóval és igazítócsavarral

Nyilvánvaló, hogy a vezeték sarkai (s_1 és s_2) a használattól előbb-utóbb lekopnak s az átlaló pontatlanná válik. Ezért a kopásnak kitett részeket fémverettel kell megvédeni. De célszerűbben oldotta meg a dolgot *Böhmerle* osztrák főerdész, aki a ferdejárat felső részébe kívülről szabályozható lemezrúgót illesztett (20. ábra). Ezzel a kopás vagy egyéb okok miatt bekövetkező változások hatását bármikor hamarosan kiküszöbölhetjük, éppúgy, mint a *Heyer*-féle átlalón. Az így felszerelt átlaló teljes képét a 21. ábra mutatja be.

[1] Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1876. 293.



21. ábra. Az *Aldenbrück-Friedrich*-féle átlaló *Böhmerle* módosításával, a bécsi *Neuhöfer & Sohn* cég kivitelében

A ferdejáratú átlaló szétszedhető alakban is készül s ez a szállítását (vállszíjjal felszerelt vitorlavászontokban) rendkívül megkönnyíti. Készülnek ferdejáratú átlalók könnyűfémből is.

A ferdejáratú átlalónak *Fekete Lajos* által módosított selmecbányai alakja[1] annyiban tér el a fentebbiektől, hogy *felsőfogásra* készült, s ez kényelmesebb tartást biztosít. A szabályozó rúgó és az igazítócsavar *alul* van elhelyezve. Ezt is készítik szétszedhető utazóátlaló alakjában. Összehajlítható szárakkal is készül.

Szabatos mérésekre igen ajánlható a *Flury*-féle átlaló.[2] Szárai magnáliumból készültek s fogantyúi bőrrel vannak bevonva. Vonója fából van s keresztmetszete trapéz. Ebben és merőleges állást biztosító szerkezetének egyéb részeiben is eltér a ferdejáratú átlaló szokottabb alakjaitól, lényegileg azonban mégis ebbe a csoportba tartozik. Főelőnye, hogy a mozgószár rögzítési módja nagyon megbízható. A számlapja fehér, ami megkönnyíti a leolvasást.

δ A gördülőjáratú átlalók

A mozgószár síma járását egyesek azáltal igyekeztek előmozdítani, hogy a vezeték és a vonóléc közé tengely körül forgó *hengerkéket* helyeztek el, amelyeken a mozgószár számbavehető súrlódás nélkül gördülhet tova.

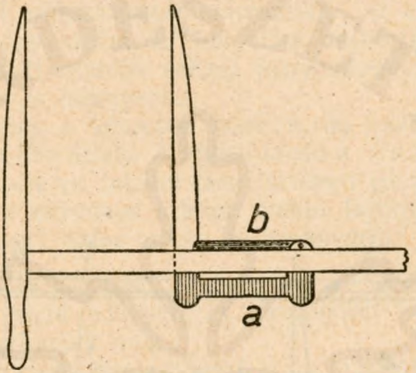
[1] A nyélnél küli ferdejáratú átlaló. Erdészeti Lapok 1894. évf. 361.
[2] Forstwisse nschaftliches Zentralblatt 1913. 399.

Ilyen volt *Schultze* átlalója, melyről *Baur Ferenc* nyilatkozik igen elismerően erdőbecsléstanában.[1]

Ebbe a csoportba tartozik még *Barsi Árpád* átlalója, mely némely tekintetben önálló rendszert képvisel. Leírását illetőleg utalunk irodalmi ismertetésére.[2]

ε *A szorítófogású átlalók*

Hartwich Ottó osztrák erdőmester átlalója, vezetékének különleges szerkezetével szintén elüt a többi rendszertől[3] (22. ábra).



22. ábra. Hartwich-féle szorítófogású átlaló. *a:* a mozgószár alsó folytatása, *b:* szorítófa

A mozgószár alsó része (*a*) pontosan derékszög alatt áll a szárhoz s két kiálló pofájával ráfekszik a vonóléc alsó élére, jobboldali, felfelé álló vége pedig egy sarkon forgó szorítófával (*b*) kapcsolatos. Ez a vonóra felülről fekszik rá és mérés közben az *a* vezetőrésszel együtt markoljuk át; a kellő pillanatban hozzászorítjuk a vonóléchez, miáltal a mozgószár szabályszerű helyzetbe jut. Mozgatáskor a nyomást, s ezzel a súrlódást a szükséghez képest csökkentjük.

A *Hartwich*-féle átlaló fából vagy magnáliumból készül. Előnye: egyszerűsége és könnyűsége. Minthogy azonban igazítócsavarja nincs, csak addig működhetik kifogástalanul, amíg a kopástól valami egyoldalú torzulás nem keletkezik rajta. Ezt a hibát legfeljebb megfelelő gyalulással küszöbölhetjük ki.

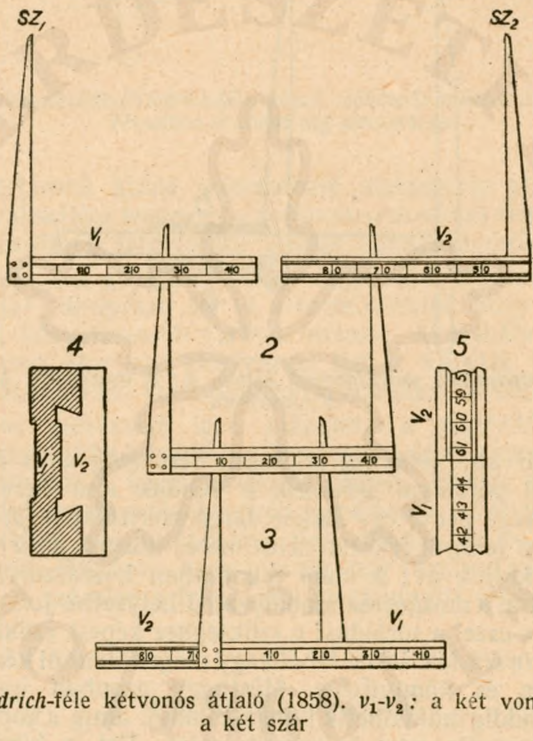
[1] Die Holzmesskunde, 4. kiad. 15. és *Sóltz—Fekete* erdőbecsléstana. 2. kiad. 11.

[2] Újszerkezetű átlaló. (Erd. Lapok 1911. évf., 1302.)

[3] Neue Präzisions-Messkluppe aus Magnalium (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1903. évf. 768.)

b) Kétvonós átlatók

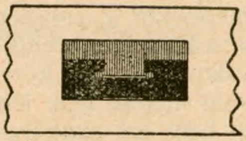
A kétvonós átlalók egyik régi alakja a *Friedrich*-féle átlaló (1858-ból); ezt a 23. ábra mutatja be. Az átlaló két, egymástól különválasztható darabból áll (1. ábra), s ezek mindegyike a vonóból (v_1 és v_2) és a velük derékszöget bezáró, szilárdan kapcsolt szárból (sz_1 és sz_2) van összetéve. A vonók úgy készülnek, hogy egyik a másiknak vezetékéül szolgál. Keresztmetszetüket a 4. kép szemlélteti. A v_2 kiugró, fecskefark alakú lécpárkánya a v_1 hasonló alakú vésetébe illeszkedik bele. Ha a két vonót annyira egymásba toljuk, hogy végeik éppen egymáson feküsznek, a 2. képen látható alakot kapjuk.



23. ábra. Friedrich-féle kétvonós átlaló (1858). v_1-v_2: a két vonóléc, sz_1-sz_2: a két szár

A további összetolásból a 3. alatti alak keletkezik. Ha az átlalót teljesen összecsukjuk, a szárak élei egymást fedik. Ez a helyzet felel meg a 0 átmérőnek. A számozás a baloldali vonón balról jobbra, a másikon jobbról balra halad (1. 5. kép). A leolvasás a használható mérőhossz feléig a bal, azon felül a jobb vonón történik. Ilyenkor az átmérőt a bal vonó végénél kell leolvasni (az 5. képen például 61 és fél cm).

Tökéletesebb ennél *Wagner Károly* (egykori selmecbányai akadémia tanár) átlalója,[1] melyet *selmeci átlalónak* neveznek. Ennek fogantyúja is van s erősebb alkatú, mint a Friedriché. Keresztmetszete a 24. ábrán látható. Szétszedhető és tokban szállítható utazóátlaló alakja is van.[2] Ez az átlaló nagyon el volt terjedve nemcsak nálunk, de hazánk határain túl is. Újabban az egyvonós átlalóval szemben mindinkább háttérbe szorul.



24. ábra. A kétvonós selmeci (*Wagner*-féle) átlaló vezetékének keresztmetszete

Egy módosított alakja, mely *Nigrédy János* selmecbányai műasztalostól származik[3], az eredeti alaktól annyiban tér el, hogy szárai 30°-kal előre hajlítottak. Ezáltal a szemünk felé fordított mércén sokkal kényelmesebb a leolvasás s az átlaló tartása is könnyebb.

Ide tartozik még a tetszetős, könnyű, de kevésbbé állékony szerkezetű *Handloss*-féle átlaló. A régiek közül a *Püschl*[4], *Micklitz*[5] és *Stahl*[6]-féle szerkezetek inkább csak történeti jelentőségűek.

Végül, mint a kétvonós átlalók önálló fajtájáról kell megemlékeznünk *Hohenadl* bajor erdész találmányáról.[7]

*

A kétvonós átlaló előnyeit és hátrányait összefoglalva, a következőket állapíthatjuk meg:

Előnye, hogy szerkezete egyszerű s az igazítócsavart fölöslegessé teszi. Fennebb az egyvonós átlalóról kifejtettük, hogy mennél hosszabb a vezeték, annál kisebb a mozgókar kitérése. A kétvonós átlalón a vezeték igen hosszú darabra terjed ki, tehát az említett elvnek jól megfelel. Előnye továbbá, hogy általában könnyű, olcsó (a Hohenadlét kivéve fából készül) s kellőképpen összetolva, hossza csak a legnagyobb mérőhossz *felére* rúg. Ha például a beosztás 1 méter hosszú, az átlaló 50 cm-re tolható össze, holott a hasonló beosztású egyvonós átlaló az elkerülhetetlen toldattal együtt, melyet a teljes széthúzáskor a vezetőhüvely takar, körülbelül 110—115 cm hosszú. A rövidebb vonó főképpen a szállítás szempontjából előnyös, különösen ha a szárak csuklósan lehajlíthatók vagy az egész átlaló szétszedhető. Egyébként ez az U alak nem igen célszerű.

[1] A selmeci csötörtmérő (Erdészeti Lapok, 1868. évf. 29.).
[2] *Tomasovszky Imre:* *Brandenburg*-féle szétszedhető selmeci átlaló. (Erd. Lapok 1900. évf. 195.)
[3] L. *Fekete Z.:* Belföldi faátlalók (Erdészeti Lapok, 1913. 351.).
[4] Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung 1858, 11. füzet.
[5] Forst- und Jagd-Kalender für Österreich 1869. 68.
[6] Forstliche Blätter (von J. Th. Grunert) 1863. 138.
[7] Forstwissenschaftliches Zentralblatt, 1904. 15.

Hátránya, hogy a kellemetlen kotyogás elkerülése nélkül alig lehet a vezetéket olyan tágra készíteni, hogy a nedves időben beálló dagadás az átlaló könnyű járását ne akadályozza. A vastagabb fák mérésekor a leolvasás kissé kényelmetlen, mert a jobboldali vonón a számozás sorrendje fordított. De legnagyobb hátránya, hogy a vékonyabb, sőt közepes vastagságú *fekvő fák* átmérőjének *oldalról* való mérése nem lehetséges, mert a vonók kiálló végei (23. ábra, 3. kép) ezt akadályozzák.

Mindezt figyelembevéve, az összehasonlítás inkább az egyvonós átlalók javára billenti a mérleget. Ezek közül egyesek (pl. a ferdejáratú átlaló szétszedhető selmecbányai alakja) minden tekintetben olyan jól megfelelnek a gyakorlat követelményeinek, hogy a kétvonós átlalók az ő nagy hiányaikkal feltétlenül háttérbe szorulnak mögöttük.

c) *Egyéb, rokontermészetű szerkezetek és különlegességek*

Könyvünk szűk keretei nem engedik meg, hogy valamennyi, ide sorozható találmánnyal behatóan foglalkozzunk. Azért csak egész röviden emlékezhetünk meg róluk s a részletes ismertetést illetőleg utalunk az idevágó irodalmi közlésekre.

α A keresztes átlalók csoportját a két szár közt elhelyezett, közepén forgó csappal összekapcsolt léckereszt jellemzi, mely a szárak egyközű helyzetét biztosítja. Ide tartozik *Wolff*,[1] *Lütken*[2] és *Heidler József*[3] átlalója. Bár a keresztes átlalók elméletileg kifogástalanok, gyakorlati hátrányaik miatt a használat idegenkedik tőlük.

β A *léckeretes átlaló* tervét *Sessler János* vetette fel (Magyar Erdész, 1911. 49.). Gyakorlatilag nincs kipróbálva.

γ Az átlalósbot (vagy *botátlaló*) nem egyéb, mint átlalóvá átalakítható erdei bot, mely ilyenformán kettős célt szolgál. Többféle alakban készül. A szerkezet az egyvonós átlaló elvének felel meg.

Az átlalósbotnak mint átlalónak csak alárendelt szerepe van, mert hosszabb használatra sem alakjánál, sem csekélyebb szilárdságánál fogva nem alkalmas. Használata ennélfogva inkább csak a kisebb ellenőrző mérések és erdei károk azonnali felvételénél van helyén.

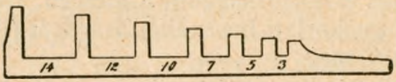
A más rendszerhez tartozó *Nagy*-féle botátlalóról később lesz szó.

δ Az osztályozó átlaló. Az egyközű szárú átlaló elvének felel meg ez a kezdetleges mérőeszköz is (25. ábra) azzal az eltéréssel,

[1] Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung 1850, 220.
[2] Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1878, 467.
[3] Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1889, 6. és : Österreichische Forst- und Jagd-Zeitung 1889. 33., 40. és 45.

hogy elmozdítható szára nincs. Nem az átmérő pontos megmérésére, hanem csak az erdei rudak, lécek és karók vastagsági csoportok szerint való osztályozására szolgál.

Hasonló elv alapján áll a *Gleinig* erdőmester (Hannover) szerkesztette bányafaátlaló is.[1]



25. ábra. Osztályozó átlaló

Bár más alakú, de rokontermészetű eszközt használnak a finnek az állófák szerfarészének az osztályozására. A fából készült szerszámot hosszú póznára tűzik, hogy a középátmérőt elérjék vele. A svédeknek is van magasan mérő átlalójuk.

ε Az átlalós mérővessző. A hannoveri *Bube*-cég olyan zsebmérővesszőt készít, amelyet átlalásra is lehet használni.[2] Mint zsebben hordható, közönséges mérővesszőnek is használható *kisegítőeszköz*, figyelmet érdemel.

ζ A tükrös átlaló, *Starke és Kammerer* bécsi műszerész *Friedrich* osztrák erdész utasításai szerint *optikai átlalót* készített.[3] Az egész műszer nem más, mint egy milliméteres beosztással felszerelt hosszúkás tükör, mely két kiálló szög segélyével a fatörzsre erősíthető. Ha a mércén a fa jobb- és baloldali szegényvonalának fekvését leolvassuk, a két leolvasás különbségében kapjuk az átmérőt. Minthogy milliméteres fémátlalóink használata sokkal kényelmesebb és biztosabb, az optikai átlalónak nem tulajdoníthatunk nagyobb gyakorlati jelentőséget.

η Az egyszárú átlaló. Puk Mirko zágrábi megyei erdőfelügyelő 1910-ben szabadalmat jelentett be egy igen egyszerű vastagságmérőeszközre. Bármely egyvonós átlalót átalakíthatunk ilyen egyszárú átlalóvá, ha a mozgószárat egészen eltávolítjuk róla. Az ilyen átlalón aztán nem az átmérőt magát, hanem csak annak a felét olvassuk le. A leolvasás azon a ponton történik, ahol a mérce a törzset érinti. Az így kapott adatot tehát még 2-vel kell szoroznunk, hogy az átmérőt magát kapjuk. Az egyszerű átlaló behajló szárral is készíthető.

Előnye a rendkívüli egyszerűség és olcsóság, továbbá (*Puk* szerint) az is, hogy félkézzel kezelhető s a másik kéz a fának krétával való megjelölésére szabadon marad.

[1] Forstwirtschaftliches Zentralblatt 1907. évf., 113.

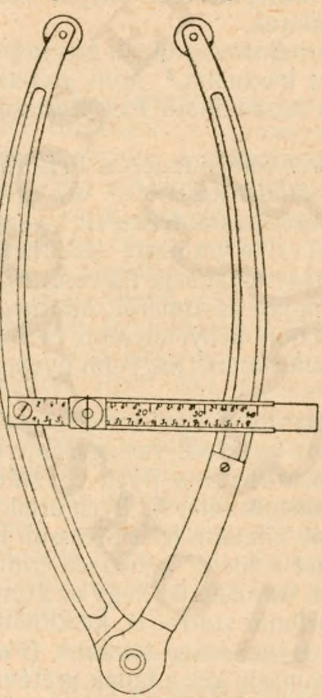
[2] Allg. Forst- und Jagd-Zeitung 1902. évf. 184. és Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1902. évf. 139.

[3] Österreichische Forst- und Jagd-Zeitung 1890. 221., Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1891. 166.

Hátránya nézetünk szerint az, hogy különösen vastagabb fákon nem végezhetünk vele pontos leolvasást, mert a mérce nem egy ponton, de hosszabb darabon érintkezik a törzzsel; a *Puk* által ajánlott alakjában még az is hátránya, hogy a 2-vel való szorzás a munkát hátráltatja és hibaforrás is lehet. Egyszerűbb volna mindjárt a kétszeres értéket megadni a mércén. Irodalmi ismertetés az egyszárú átlaló gyakorlati használhatóságáról (legalábbis magyar nyelven) nem jelent meg.

Hogy egyébként Puk elgondolása már az átlaló őskorában felmerült, arra az átlaló régi »csötörtmérő« elnevezése enged következtetni. Ez a szláv štvrt' = negyed szó származéka. Az egyszárú átlaló ugyanis a fa kerületének $1/4$ részét fogja a két érintkezési pont közé.

ϑ A vastagságmérő fakörző vagy ollós átlaló.[1] Feltalálója *Kielmann* porosz erdész.[2] Javította *Pressler Róbert.*[3] Úgy használjuk, hogy a fa átmérőjét a vasból készült körző (olló) két vége közé fogjuk s az átmérőt a baloldali fogantyúhoz erősített, beosztott sárgaréz-köríven olvassuk le. (L. Sóltz—Fekete erdőbecsléstanát, 2. kiadás, 22.)



26. ábra Terpesztő-átlaló

Hátránya, hogy nehéz, súlypontja igen előre esik, tehát a csuklót megerőlteti. De a pontossága is mögötte áll a jó átlalóénak, mert könnyen megesik, hogy átmérő helyett húrt mérünk vele s ezzel mindig tagadó értelmű hibát követünk el. Hogy ezt kikerüljük, célszerű, ha szándékosan az átmérő *mögött* fekvő valamely húrt fogunk közre s azután a fakörzőt magunk felé húzva, szétnyílni engedjük. A legnagyobb nyílásköz az átmérőnek felel meg.

Micklitz kísérletei[4] szerint a fakörző átlag 3,24%-kal kisebb eredményt ad, mint a pontosan dolgozó rendes átlaló.

Lényegében ehhez hasonló rendszerű *B. Balogh István* kaposhomoki

[1] Ezt az eszközt a gyakorlatban egyszerűen fakörzőnek nevezik. Minthogy azonban hosszmérő fakörző is van (59. old.), megkülönböztetésül a fent használt jelzőt használjuk.

[2] Allg. Forst- und Jagd-Zeitung 1840. évf. 480.

[3] Neue holzwirtschaftliche Tafeln 1857, 177.

[4] Allg. Forst- und Jagd-Zeitung 1860, 108.

technikai tervező »*Fenomén*« nevű ollós átlalója 1948-ból (26. ábra). Ezzel a fát úgy mérjük, hogy az olló sarok körül elfordítható szárait szétnyomjuk, amíg a végükön levő karikák köze valamivel kisebb lesz, mint a fa átmérője. Ekkor a fához illesztjük s az átmérőn túlnyomjuk. Eközben a szárak a vastagságnak megfelelően nyílnak szét. A visszahúzáskor ügyelnünk kell, hogy a kis kerekek köze ne változzék. Az átmérőt a mércés lécen olvassuk le. A feltaláló azt ajánlja, hogy az áttolás *után* (gyenge ráütéssel) szűkítsük a mérőközt s ekkor a szárak a *visszahúzáskor* nyílnak szét a kellő mértékben.

A jobboldali szár tövében látható markoló fával borított, hogy a fogása (különösen télen) kellemesebb legyen.

Az eszköz könnyű, nem rozsdásodó alumíniumötvözetből készült, szilárd, egyszerű, tartósnak igérkező. Szerkezete pontos munkát enged meg. A fekvőtörzsek mérése félkézzel is történhetik, kényelmesen. Az állótörzseket jobb kétkézzel mérni, mert így a tartás természetesebb.

Balogh átlalóját a gyakorlat még nem próbálta ki olyan mértékben, hogy célszerűségéről végérvényes véleményt lehessen mondani. Kétségtelen, hogy sok jó tulajdonsága van s a maga helyén jó szolgálatokat tehet. Nem valószínű azonban, hogy a jóminőségű egyvonós átlalót kiszorítsa. Különösen a fekvő törzsek mérésekor mutatkozik a kerekecskék hátránya, mert az alányulást nehezítik s a szorosabban egymás mellett fekvő szálfák vízszintes átmérőjéhez is nehezebb hozzáférni. Növeli ezt a nehézséget a szárak görbülete is.

ι A tárcsás körzőátlaló. Feltalálója *Leuther* osztrák erdész.[1] Lényege az, hogy a fát két, csuklórajáró szár közé fogjuk s az átmérőt egy tapasztalati úton beosztott tárcsán, fogaskerekekkel kapcsolt mutató szerint olvassuk le.

Az átlalókörző jó leolvasást ad s összecsukva könnyen szállítható, de nem elég szilárd s a vékony részek hajlékonysága következtében pontossága sem megbízható. Tapasztalati adatokat errevonatkozólag nem közöltek.[2]

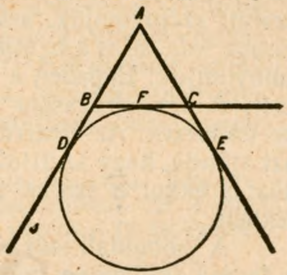
d) A terpesztő átlalók.

A terpesztő átlalók alapgondolata a következő:

A fát két, sarok körül mozgatható szár közé (*AD* és *AE* a 26b. ábrán) fogjuk, úgy hogy egy harmadik ponton (*F*) a szárakat összekötő mércés léccel (*BC*) is érintkezzék. Ez a léc az egyik szárhoz

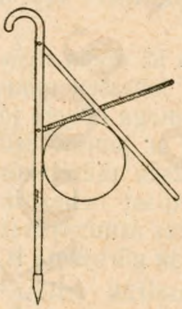
[1] Österreichische Forst- und Jagdzeitung 1890, 129.
[2] *Udo Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde. 3. kiad. 77.

(pl. az *AD*-hez) úgy van odaerősítve, hogy a végpontja körül (*B*) elforgatható legyen. A másik száron, az *A* sarokponttól ugyanolyan (*AC*) távolságban vezeték van, melyben a *BC* léc a szárak összecsukása vagy széttérpesztése alkalmával szabadon mozoghat előrehátra. Ha az átlalót a kellő helyzetbe hoztuk, azaz ha mind a szárai, mind a mércés léce érinti a megmérendő törzs kerületét (a rajzon a *D*, *F* és *E* pontokban), leolvassuk az átmérőt a *BC* lécen. Ezt a lécet a legcélszerűbben empirikus úton osztjuk be (a számításos elnehézkerásjás).



26.b ábra

A terpesztő átlaló eszméje *Nagy Gyula* állami erdőmérnöktől származik, aki az *Erdészeli Lapok* 1879-i évfolyamában (641. l.) foglalkozik először az ilyenfajta átlalók elméletével[1] és *diósgyőri átlaló* néven rajzban is bemutatja találmányának egyik első, kezdetleges példányát.[2] Ezen a szárak még mozdíthatatlanok s a keresztléc (26.b ábra *BFC*) megerősítése is eltér a későbbi alakoktól.



27. ábra. Nagy Gyula terpesztő botátlalója

A sarkonjáró mérőléc eszméjét *Nagy Gyula* az Erdészeti Lapok 1880. évi 1. füzetében (38. lap) vetette fel.[3] Megvalósítására azonban csak később került a sor a Nagy-féle brassói átlaló alakjában, melyet az Erdészeti Lapok 1888. évfolyama ismertetett.[4] Ez tulajdonképpen botátlaló, mely úgy készül, hogy az egyik szár és a mércés léc, használata után a bot belsejébe vágott vésetbe hajtható vissza (27. ábra).

Hasonló elveken alapulnak *Treffurth* thüringiai erdész terpesztőátlalói.[5]

[1] »Három új átlaló«.

[2] Ugyanitt egy más átlalótervezetet is leír.

[3] A három új átlalóról s még egy negyedikről.

[4] (*K—y*) : A *Nagy*-féle brassói átlalóról.

[5] *Treffurth* találmányait a Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1888. évfolyama (493. old.) és 1895. évfolyama (35. old.) ismerteti. (Mai : Der Universal-Forststock von A. Treffurth). Ez az ismertetés ugyanolyan botátlalóra vonatkozik, mint amilyen a *Nagyé*, csakhogy a *Treffurthé* magasságmérésre is alkalmas. A német szakirodalom a terpesztőátlaló feltalálásának elsőbbségét *Treffurth-nak* tulajdonítja, de helytelenül, mert *Nagy*, mint a fentebbiekből kitűnik, ezt a rendszert már jóval régebben (1879-ben és 1880-ban) ismertette (l. még errevonatkozólag *Nagy Gyula* közlését az Erdészeti Lapok 1895. évi évfolyamának 661. lapján : Az »én átlalóm« és a »magyar dicsőség« érdekében).

A terpesztőátlalók általános előnye, hogy három ponton érintik a fát s így tulajdonképpen három átmérő átlagát határozzák meg,[1] holott a közönséges átlaló ugyanazzal a munkával csak egyetlen átmérőt mér. Előnyük továbbá, hogy száraik rugalmas kihajlása sokkal kisebb, mint a merőleges szárú átlalóké. Összecsukva igen könnyen szállíthatók. Botátlalónak is sokkal jobb ez a rendszer, mint a merőleges szárú alak (72. l.). Hátránya azonban, hogy a fekvőfához csak úgy férhetünk vele, ha minden oldalról szabad, ha ellenben több törzs fekszik egymás mellett, a szétálló szárak a mérést akadályozzák. A vékonyabb fát pedig egyáltalában nem mérhetjük meg, mert a szárak a földbe ütköznek s így a mércés léc nem érintheti a fa testét. De az állófák mérése sem kényelmes vele, a hosszú szárak miatt. A fogása sem olyan jó, mint a közönséges átlalóé. Márpedig ott, ahol sokezer törzs megméréséről van szó, a műszer kéziessége is elsőrangú szempont. Nem csoda tehát, hogy a terpesztő átlaló minden előnye ellenére sem tudott a gyakorlatban tért hódítani.

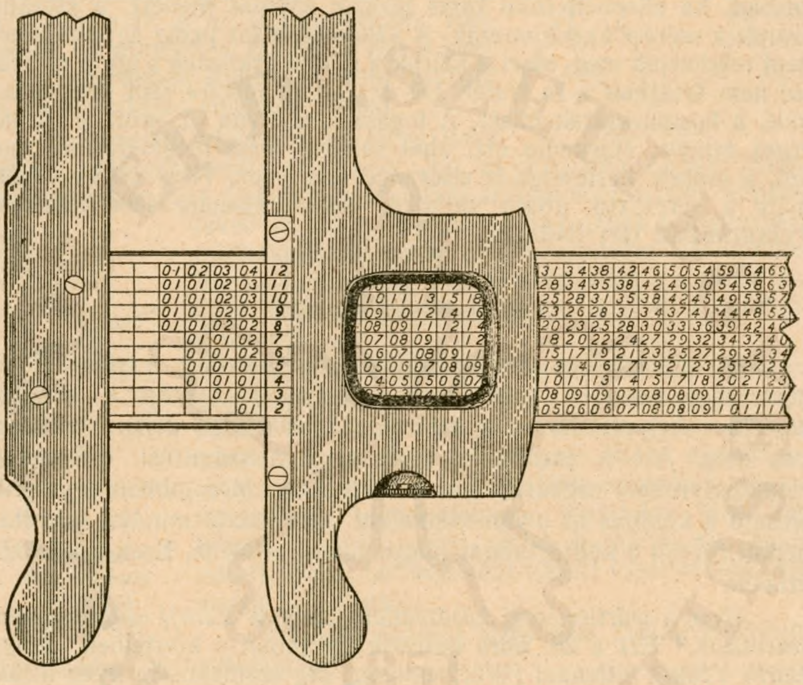
e) A köböző átlalók.

A köbtartalom kiszámításához tudvalevőleg vastagsági és hosszúsági méretek szükségesek, amelyeket azután a köbözőképletbe helyettesítve, a fatömeget számítás útján határozzuk meg. Azt is említettük már, hogy a számítási műveletek megkönnyítésére segédtáblákat alkalmazunk. Még jobban egyszerűsíthető a köbözés az olyan átlalókkal, amelyekről minden számítás nélkül rögtön a köbtartalmat magát olvashatjuk le. Ezek a köbözőátlalók.

Ilyen a *württembergi köbözőátlaló*, mely *Waldraff* erdőmestertől származik.[2] Ezt a 28. ábra mutatja be abban a kivitelben, ahogy *Barth Vilmos* loffenaui (Württemberg) cég szállítja. Az ilyen átlaló használata feltételezi, hogy a köbözendő szálfa vagy rönkő hosszát ismerjük. A hosszúság mérésének tehát a köbözést épenúgy meg kell előznie, mintha közönséges átlalóval dolgoznánk. Felkeresvén ezután a középátmérő helyét, a fát ott megtaláljuk és a $v = \gamma l$ képletnek megfelelő köbtartalmat az átlaló számlapjáról leolvassuk. A mozgószár vezetékének baloldali élén látható számok a szálfa vagy rönkő hosszát, a vonólécen lévő táblázat adatai pedig az illető hossznak megfelelő köbtartalmat jelentik (századköbméterekben). A rajzon látható átlalónyílásnak például 10 méter hossz esetén

[1] Erdészeti Lapok 1879. évf. 644. old.
[2] *Udo Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 63.

0,03 m³ köbtartalom felel meg. A számlap átterjed a vonóléc másik oldalára is, amely folytatólag 24 méteres szálfahosszig mutatja ki a köbtartalmakat. Ha tehát az átlalót 12 méternél hosszabb fa köbözésére használjuk, meg kell fordítanunk, hogy a mozgatható szár a balkezünkbe kerüljön. Hogy pedig a köbtartalmon kívül szükség esetén az átmérőt is közvetlenül leolvashassuk, a vonóléc alsó élén egyszerű centiméterbeosztás is van.



28. ábra. Württembergi (*Waldraff*-féle) köböző-átlaló

A *Barth*-féle gyártmányú köbözőátlaló a kopás ellen bőven fel van szerelve rézborítással. Ez az eszközt tartóssá teszi ugyan, de nagyban hozzájárul az amúgy is igen széles vonóléc súlyának növeléséhez. Ezáltal az átlaló kezelése nehézkessé, fárasztóvá válik. A nagy súly mindenesetre egyik hátránya a köbözőátlalónak. Ezenkívül korlátozza a használatát az is, hogy leolvasása jóval több értelmet és figyelmet kíván, mint a közönséges átlalóé. Kezelését épen azért csak feltétlenül értelmes munk sra bízhatjuk A gyakorlatban azonban ennek a kívánalomnak nem mindig tudunk kielégítő módon eleget tenni. S ha végre meggondoljuk, hogy az átmérő és hossz feljegyzése a szabályszerű köbözési kimutatásokból úgysem hiányozhatik, hogy továbbá a köbtartalom kiolvasása az általánosan használt köbözőtáblákból úgyis rendkívül egyszerű, végül hogy ezt a munkát az íróasztal mellett sokkal kényelmesebben és biztosabban elvégezhetjük mint átlalás közben a helyszínen: belátható, hogy a köbözőátlalónak nincs általános létjogosultsága. Korlátlan használatnak már az is akadálya, hogy a hosszúságot a mozgószár mércéje csak egész méterekben adja meg, holott közbeeső hosszak is előfordulhatnak.

A fennebb leírt átlalóhoz hasonló szerkezetű a *Fromme* bécsi cég által, *Kožišek* utasításai szerint készített, javított köbözőátlaló. A különbség főleg a leolvasóberendezés kivitelében és a centiméterbeosztás elhelyezésében van.

A nagy súly enyhítése és az adott viszonyokhoz való tökéletesebb alkalmazkodás céljából olyan köbözőátlalókat is készítenek, amelyek csak megszabott méretű rönkők köbözésére alkalmasak. Ehhezképest számlapjuk sokkal keskenyebb s így súlyuk is kisebb, mint a *Barth*-féléé.

Ugyancsak könnyebb *Koller János* felsőausztiai erd. adjunktus *kombinációs átlalója*,[1] amelynek számlapja kicserélhető. Egy-egy számlap csak négyféle hosszúságra érvényes. Megemlíthetjük itt még *Haumann*[2] és *Benda* átlalóját is.[3]

Önálló rendszert képvisel *Caprez Károly* bécsi erdőmérnökhallgató szabadalmazott köbözőátlalója.[4] Ezen a köbözőtábla a vonóléccel egyközű hengeren van, mely mindig úgy fordul, hogy a táblázatból (egy hosszanti résen át) csak a mért vastagságnak megfelelő sort láthassuk. Ez a leolvasási hiba elkerülését segíti elő. A henger elfordítása a szárakkal kapcsolatos zsinór (esetleg sodrony) útján történik. A visszafordítást rúgó végzi. Gyakorlati alkalmazhatóságáról semmiféle közlés nem jelent meg.

Az állófák köbözésére alkalmas a *Fellenius*-féle svéd köbözőátlaló,[5] melyről a mellmagassági átmérő alapján mindjárt leolvashatjuk a fa köbtartalmát. Aszerint, hogy a fa jó,- közepes-, vagy rossznövésű, illetőleg ezek közé a fokozatok közé esik-e, öt különböző vonalon történhetik a leolvasás. Minthogy ebben az egyéni ítélőképességnek is szerep jut s a fokozatokban is korlátolt a részletezés, természetes, hogy ezen az úton csak megközelítőleges adatokhoz juthatunk. A vonóléc egyik oldala a lúcfenyő-, a másik az erdeifenyőtörzsek köbözésére szolgál.

f) Az adatjegyző (regisztráló) átlalók.

Az adatjegyző átlalók célja az, hogy a mérési adatok helyszíni jegyzőkönyvbevételét fölöslegessé tegyék. Vannak olyan szerkezetűek, amelyek nemcsak a megmért törzsek számát, hanem

[1] Österreichische Forst- und Jagdzeitung 1912, 305.
[2] *Baur:* Holzmesskunde IV. kiad. 31.
[3] Österreichische Forst- und Jagdzeitung, 1913. évf. 126.
[4] Erdészeti Lapok 1911. évf. 941.
[5] Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1896, 723.

körlapösszegét is önműködően jegyzik fel, sőt egyesek a faállomány egész fatömegét maguktól összegezik. Az adatjegyző átlalókat főleg *az álló erdő* fatömegének meghatározására használják.

a) A törzsszámot jegyző átlalók. A faállomány fatömegének kiszámítása a fák mellmagassági átmérőjének meghatározását kívánja. Közönséges átlaló használatával tehát nem kerülhetjük el a rovatos jegyzőkönyv készítését. Ebben az átmérő vastagsági fokait (centiméterről-centiméterre vagy esetleg páros centiméterről páros centiméterre) jegyezzük elő, s egyenként beírjuk az egyes vastagsági fokokba eső törzsek számát. A bejegyzés az átlalót kezelő munkások bekiáltása szerint történik. A jegyzőkönyvet fiatalabb erdőmérnökök vagy gyakorlott, megbízható erdészek írják. Ez a bejegyzés azonban, azonfelül, hogy egy műszaki munkaerőt köt le, az adatok helytelen bemondásából, a téves hallásból és a rovat eltévesztéséből származó hibákkal is járhat. E hibákat igyekeznek a törzsszámjegyző átlalókkal kiküszöbölni.

Idetartozik *Reuss H.* átlalója,[1] a *Pohl—Sessler*-féle átlaló[2], *Jachnoff*[3], *Eck H.*[4] és *Bodenstein*[5] átlalója, valamint *Wild* elektromos átlalója.[6]

Ezek az átlalók különféle rendszereken alapulnak. Feladatát azonban egyik sem oldja meg tökéletesen illetőleg mindeniküknek van valami olyan hátránya, mely miatt a gyakorlatban nem honosodhattak meg. Ezért leírásukat illetőleg utalunk az idézet irodalmi forrásokra s ezen a helyen nem foglalkozunk velük bővebben. Az alábbiakban úgyis megismerkedünk olyan átlalókkal, amelyek a törzsszámot is önműködően jegyzik.

β Körlapjegyző átlalók. A faállomány fatömegének meghatározása nemcsak a törzsek számának ismeretét feltételezi, hanem a mellmagassági keresztszelvények összes területének (körlapösszeg) előzetes megállapítását is. Ebből a célból az egyes vastagsági fokokba tartozó törzsek számát kell ismernünk; ennek a meghatározása azonban hosszadalmas dolog s éppen ez az egyik oka annak, hogy az 1. alatt felsorolt, papirosszalagra jegyző átlalókat nem kedvelik. Ezt a hátrányt igyekszik a *körlapjegyző átlaló* kiküszöbölni.

[1] Die Baumesskluppe mit Registrierapparat und Zählewerk von *H. Reuss jun.* Prága, 1882, bei Řivnáč, továbbá *Szécsi Zsigmond* önjegyző fa-átlazó (Erd. Lapok, 1883, 225.) és *Sóltz—Fekete* erdőbecsléstana, II. kiad. 13.

[2] Magyar Erdész XI. évf. (1911), 48.

[3] Revue des eaux et forêts 1888, 280.

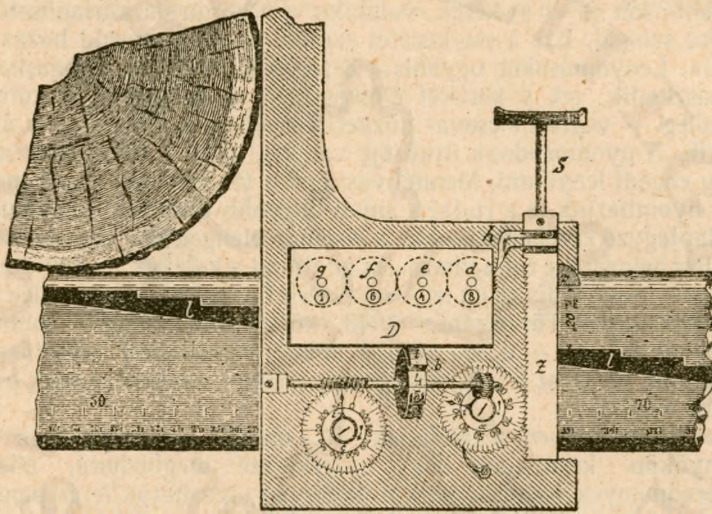
[4] Oesterreichische Forst- und Jagdzeitung 1886. évi 27. füzet, Erdészeti Lapok, 1886, 646. old. és *Sóltz—Fekete* erdőbecsléstana, II. kiad. 15.

[5] Österreichische Forst- und Jagdzeitung 1892, 105.

[6] Forstwissenschaftliches Zentralblatt 1904, 275.

Hirschfeld átlalója: Az átlaló eredeti alakját 1889-ben írták le[1] először, de 1899-ben újabb, javított, szabadalmazott alakja jelent meg.[2] Ez az átlaló, bár külső alakjában és berendezésében eltér az alább leírandó *Wimmenauer*-féle átlalótól, lényegében teljesen egyezik azzal s ezért ismertetését mellőzzük. Megjegyezzük egyébként, hogy *Hirschfeld* átlalójának számolószerkezete túlságosan érzékeny ahhoz, hogy nagyobb igénybevételt baj nélkül kibírjon. Wimmenauer műszere állékonyabb, bár igaz, hogy ehhez képest aztán súlya is sokkal nagyobb.

Wimmenauer átlalója:[3] *Wimmenauer* giesseni egyetemi tanár a *Hirschfeld*-féle átlaló alapelve szerint, de más alakban körlap-



29. ábra. Wimmenauer körlapjegyző átlalója. *S* : nyomórúd, *l-l* : ütközőlépcső, *h* : ugratótövis, *D* : törzsszámlálókészülék, az *a* és *c* fogaskerék és a *b* korong a körlapösszeg jelzésére szolgál

jegyző átlalót szerkesztett (vázlata a 29. ábrán), mely a gyakorlatban is jól bevált, tehát megérdemli, hogy közelebbről foglalkozzunk vele.

A vezeték Heyer—Staudinger-rendszerű (66. old.). A vonólécen sárgaréz ütközőléc (*l*—*l*) vonul végig, melynek felső élén lépcsős bevágások vannak. Ez a rézsín az átlaló egyik legfontosabb

[1] Forstliche Blätter 1889, 12. füz. 360.
[2] *Müller*: Lehrbuch der Holzmesskunde, III. kiad. 68.
[3] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1899. 253.

része. Futása a körlapterület görbéjének felel meg. A vonóléc felső élétől való távolsága (mint ordináta) annyi milliméter, ahány négyzetdeciméter a mért átmérőnek (abszcissza) megfelelő körlap területe. Igaz, hogy a sín lépcsőzetessége következtében az eszményi görbe futása csak darabosan érvényesül, a kikerekítések azonban a gyakorlatban megkívánt pontosság határai közt mozognak. Az önműködő jelzőszerkezet a mozgószáron van elhelyezve. Ha az *S* nyomórudat az átlalás művelete közben lenyomjuk, a vele kapcsolatos *h* horog a *d* fogaskereket egy foggal továbbmozdítja. A kerék aztán további három kerékkel (*e*, *f*, *g*) kapcsolatos: ez a *számlálókészülék*, mely a törzsek számát önműködőleg összegezi (9999-ig). Természetes, hogy munka előtt a készülék állását mindig le kell olvasni. A rajzon látható további két (*a* és *c*) kerék, valamint a *b* korong a körlapösszeg jelzésére szolgál. Ezt a szerkezetet szintén az *S* nyomórúd hozza mozgásba. Lenyomásakor ugyanis a *Z* fogasléc, mely az *a* fogaskerékbe kapaszkodik, ezt a kereket elforgatja, s a mozgás a *b* korongra, illetőleg — végtelen csavar közvetítésével — a *c* kerékre is átszármazik. A nyomórúdnak ütközője van (*r*), mely a rudat csak az *l—l* sínig engedi lenyomni. Mennél vastagabb fát mérünk, annál mélyebben nyomhatjuk le a rudat s annál nagyobb darabbal forgatjuk el a körlapjegyző kerekeket is. Ha a nyomót elengedjük, egy csavarrúgó eredeti helyzetébe tolja vissza. Az adatokat a kerekek mutatóinál, illetőlega korongon olvassuk le. A rajz szerint a regisztráló készülék állása a következő: Törzsszám: 1648, körlapösszeg (balról jobbra leolvasva) $60 + 4 + 0{,}24 = 64{,}24$ m². A faállomány átlagtörzsének körlapját az egész körlapösszegnek a törzsek számával való osztása útján kapjuk.

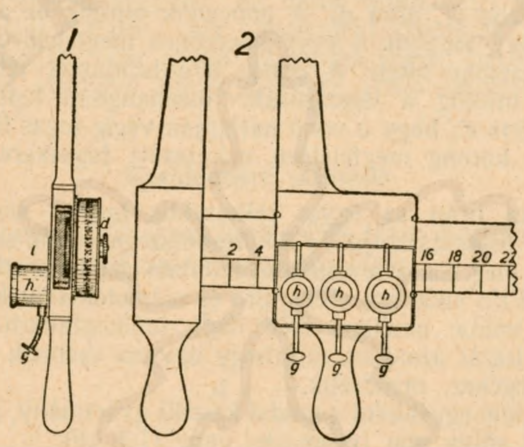
Wimmenauer átlalójának jó oldala a lényegében rejlő előnyökön kívül az, hogy szerkezete megbízható, állékony, az eredmények fáradság nélkül, könnyen olvashatók le és pontosak. Német irodalmi adatok szerint[1] a közönséges átlalóval szemben 1000 törzsenkint 1,40 M költségmegtakarítás érhető el vele, s tekintve azt, hogy a zárt erdőben 400—600, a ritkásban pedig 200—300 törzs vehető fel óránként, a műszer magasabb ára is hamarosan megtérül. Hátránya, hogy sem a fafajok elkülönítését, sem vastagsági osztályok alakítását nem engedi meg.

Buse átlalója.[2] Bár gondos kezeléssel állítólag jó eredményeket ad[3], célszerűség tekintetében messze mögötte marad a *Wimmenaurénak.* A jelzőkészülék az állószárra van szerelve s akkor lép működésbe, ha mérés után az átlalót teljesen összecsukjuk. A mérés-

[1] *Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, III. kiad. 70. old. és Allg Forst- und Jagdzeitung 1900, 151., 1910, 88. és 1907, 93.
[2] *Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, III. kiad. 70.
[3] Deutsche Forstzeitung 1913, 8. sz.

kor viszont nem szabad a szárakat tágabbra szétnyitni, mint amilyen a fa átmérője. Ezért a karok a végükön kifelé hajlanak, hogy a törzset átcsúsztatással közrefoghassuk. Nyilvánvaló, hogy az ilyen szerkezet helyes kezeléséhez nagy gyakorlat és óvatosság szükséges; ez viszont használhatóság szempontjából fogyatékosságnak számít.

γ A csoportképző átlalók. A fennebb leírt átlalók egyik hiánya, hogy vastagsági osztályokat elkülöníteni velük nem lehet. Még kevésbbé alkalmasak a törzsszám vagy a körlapösszeg *vastagsági fokonkint* (centiméterről-centiméterre vagy legalább páros centiméterről páros centiméterre) való elkülönítésére. Ezt a hiányt igyekeztek kiküszöbölni *a csoportképző átlalókkal.* Azokkal a szerkezetekkel, amelyek a feladatot csak hiányosan oldották meg, illetőleg megfelelően tökéletesítve és gyakorlatilag kellőképpen



30. ábra Wild »Viktória« átlalója. *h, h, h:* hengeres söréttartók, *g, g, g:* nyomógombok, *d:* rekeszes doboz a sörétek behullatására

kipróbálva még nincsenek, nem foglalkozhatunk. Ilyenek a Buse-féle[1] és a *Hohenadl*-féle átlalók. Az alábbiakban csakis annak az adatjegyző átlalónak az ismertetésére szorítkozunk, amely a kívánalmakat a legtöbb irányban elégíti ki.

Wild »Viktória« átlalója[2]

Wild bajor erdőmester olyan átlalót szerkesztett, amelyik vastagsági fokonként csoportosítva (páros centiméterekre kikerekítve) mutatja ki a faállomány törzsszámát, sőt lehetővé teszi,

[1] Allg. Forst- und Jagdzeitung 1897. 412. Forstwissenschaftliches Zentralblatt, 1897, 422. o. és 1901. 573. old.
[2] Forstwissenschaftliches Zentralblatt. 1911. 305. o.

hogy az elegyes állományokban a fafajok is három csoportra különíttessenek el egymástól. A *Viktoria* átlaló elég szerencsésen egyesíti magában azokat az előnyöket, amelyek az ilyen regisztráló készüléket a gyakorlati használatra alkalmassá teszik, s ezért az eddig ajánlott, hasonló célú átlalók között a maga nemében a legtökéletesebbnek mondható.

A 30. ábra 2. képe *Wild* átlalóját felülről, az 1. kép a mozgószárat és a regisztráló készüléket oldalról mutatja be vázlatosan. A mozgószáron három, nyomógombbal felszerelt fémhengerke van. Ezeket a fafajok megkülönböztetése céljából más-más nagyságú és színű acélsöréttel töltjük meg. Ha a rúgós gombok (*g*) valamelyikét megnyomjuk, a söréttartó fenéknyílásán keresztül egy szem sörét esik a mozgószár hátsó lapján, a vonóléc alatt elhelyezett rekeszes korongdobozba (1. ábra *d*). A doboznak mindig az a rekesze van a nyílás alatt, amelyik a mért átmérőnek megfelelő vastagsági fok centiméterszámát viseli. A doboz elfordulásának tehát az átlaló nyílásával mindig a legszigorúbb összhangban kell lennie. Ezt *Wild* úgy érte el, hogy a vonó hátlapján végig fogas lécet helyezett el, mely a korong megfelelően méretezett fogaskerekébe kapaszkodik.

Munka után az egyes rekeszekbe hullott sörétek számát fafajonkint összeszámoljuk, s a körlapösszeget aztán segédtáblákkal határozzuk meg. Az összeszámlálás azonban igen hosszadalmas munka lenne, ha *Wild* alkalmas elkülönítő és számolókészülékről nem gondoskodott volna, amellyel igen nagy időmegtakarítás érhető el. Ennek a leírását azonban, minthogy úgysem tartozik az átlalószerkezet lényegéhez, mellőzzük.

Az átlaló egyébként gonddal készült gyártmány, elég egyszerű, állékony és súlya sem túlságosan nagy (1·7 kg).

δ A fatömegjegyző átlalók

Fennebb (*β*) alatt megemlékeztünk a körlapjegyző átlalókról. Láttuk, hogy a vonón hajlott ütközőléc vonul végig, mely a körlapösszeg görbéjének felel meg. Ha a fatömeg is olyan egyszerű függvénye volna az átmérőnek, mint a körlap területe, akkor a fatömegjegyző átlalót is teljesen azonos elv szerint lehetne készíteni. Tudjuk azonban, hogy a köbtartalom a magassággal is változik, tehát erre is figyelemmel kell lennünk. Sőt, tekintettel arra, hogy a fák alakja a fafaj és termőhely szerint még azonos mellmagassági átmérő és magasság mellett is változhatik bizonyos határok közt, ezeknek a tényezőknek hatását is számba kell vennünk. Mindezek a kérdés tökéletes megoldása elé olyan akadályokat gördítenek, amelyeket a gyakorlati szempontok megfelelő érvényrejuttatásával aligha lehet teljesen elhárítani.

A fatömegjegyző átlaló eszméjét *Hirschfeld* vetette fel először.[1] Minthogy a fatömeg a magasságtól is függ, Hirschfeld az átlalón szabályozható ütközőlécet alkalmaz, melyet a becsülendő faállomány természete szerint úgy kell állítani, hogy rendszálai a vastagsági fokok átlagos famagasságának feleljenek meg. Előzetesen tehát magassági megfigyeléseket kell végeznünk, hogy az átlalót a méréshez kellőképpen előkészíthessük. A regisztráló szerkezet lényegében egyezik a Wimmenaueréval. A törzsek megátlalása után közvetlenül köbtartalmaik összegét olvashatjuk le.

Az ilyen átlalóval körülbelül akkora pontosságot érhetünk el, mint a fatömegtáblák alkalmazásával. Ez a gyakorlat céljainak sok esetben teljesen megfelel. Az irodai munka egy részét pedig megtakaríthatjuk. Ezért, bár Hirschfeld átlalóját ezidőszerint már nem gyártják, kár volna az eszmét végleg elejteni. Nyilván nincs műszaki akadálya annak, hogy az átlaló szerkezetét tovább tökéletesítsék.[2]

Kerületmérő eszközök

A kör átmérőjét (d) annak kerületéből (k) is meghatározhatjuk.[3] Az elemi síkmértanból tudjuk ugyanis, hogy

$$k = d\pi$$

s ebből

$$d = \frac{k}{\pi}$$

A kerületet magát erős, nem nyúló zsineggel határozhatjuk meg, mellyel a fa testét a kívánt helyen körülfogjuk, majd az egyenesre kifeszített zsinegdarab hosszát bármely métermértéken, például a többnyire kéznél levő összehajtható zsebmérővesszőn mérjük le és π értékével elosztjuk. Egyszerűbb a dolog, ha a kerületet közvetlenül mérőszalaggal mérjük meg.

Célravezetőbb azonban a *vastagságmérő mérőszalag*, amelynek egyik oldala centiméterekre osztott, a másik oldalán pedig az illető számokhoz, mint kerülethez tartozó átmérők vannak feltüntetve. Hosz-

[1] Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1888. 591. és *Udo Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, III. kiad. 73.

[2] A fatömegjegyző átlalónak egy másik alakja, a Hohenadl-féle. Irodalmi ismertetése nincs. (*Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, III. kiad. 74. old.)

[3] Egyszerűsített számítási módról emlékezik meg *Belházy Emil* az Erdészeti Lapokban, 1884, 231. old.

sza 2—5 m. Ha ezzel a fát körülfogjuk, az átmérőt közvetlenül leolvashatjuk róla. Hogy az igen vastag fákat is segítség nélkül mérhessük meg, a mérőszalagot csatszerű fémvéggel szokták felszerelni, amelynek tövise a kéregbe nyomható. Ha ezt a véget rögzítettük, a fát a szalaggal kényelmesen körüljárhatjuk, míg a kezdővonáshoz visszatérünk.

Minthogy a mérőszalaggal a fa kérgének kidudorodásait és a fa testének más szabálytalanságait, valamint a moha és zuzmó okozta vastagodásokat nem kerülhetjük úgy ki, mint az átlalóval, s minthogy a köralaktól eltérő keresztszelvények kerülete mindig nagyobb, mint amilyen a hasonló területű köré volna, az átmérőnek a kerületből való leszármaztatása is mindig egyirányú hibát okoz: a kiszámított átmérő nagyobb lesz a kelleténél. Némileg növeli ezt a hibát a mérőszalag vastagsága is, mely a fa átmérőjéhez mindig (kétszeres értékével) hozzáadódik. A *szalag* szélessége annyiban hat a mérés eredményére, hogy a szélesebb szalaggal az egyenetlenségek kevésbbé kerülhetők ki, mint a keskennyel, tehát az előbbivel nagyobb hibát követünk el.

Az eltérés az átlalás eredményéhez képest *Miklitz* vizsgálatai szerint [1] 3—5%, a bádeni nagyhercegi erdőigazgatóság vizsgálatai szerint [2] a bükkre és a tölgyre nézve 3—5%, a lucfenyőre 6—8%, az erdeifenyőre 1—5%, *Schmidborn* szerint pedig[3] átlagosan 1%-os, legfeljebb + 5%.

Ma már, amikor jó szerkezetű átlalók állnak rendelkezésünkre, nem volna értelme annak, hogy a pontatlanabb és jóval hosszadalmasabb kerületmérést használjuk a vastagságnak vagy a körlap területének meghatározására. Csak kivételesen, egyes átlalóval már át nem fogható, igen vastag fa mérésekor van a mérőszalag ilyen irányú használatának jogosultsága és akkor, ha csak egy-két fáról van szó s kényelem szempontjából nem viszünk átlalót magunkkal.

Régebben mérőláncot is használtak a kerület mérésére; a mai gyakorlat azonban ezt már nem használja.

III. A keresztszelvény területének meghatározása

E szakasz I. és II. fejezetének legtöbb képletében benne van a hosszúság (l) és egy vagy több *keresztszelvény* területe (g). A fák alakjáról szóló részben említettük, hogy a törzs keresztszelvénye

[1] *Miklitz* eredményei eredetileg a körlap *területére* vonatkoznak. (*Lorey:* Handbuch der Forstwissenschaft, III. kiadás, 3. kötet, 181. old.) A fennebbi adatokat átszámítás útján kaptuk.

[2] Erfahrungen über den Massenvorrat und Zuwachs geschlossener Hochwaldbestände, 3. füzet, Karlsruhe 1862 (a körlapok hibájából átszámítva).

[3] Allg. Forst- und Jagdzeitung 1863, 408 (átszámítva).

leginkább a körhöz hasonlít, azért a terület- és köbtartalomszámítások során is körnek szoktuk azt feltételezni, túltéve magunkat azokon a hibákon, amelyek ebből származnak. Ezek az eltérések ritkán lépik túl a gyakorlatban megengedett hibahatárokat, s különben is módunkban áll, hogy a fatest szabálytalanságából eredő pontatlanság ellen gyakorlati fogásokkal védekezzünk.

α A terület kiszámítása az átmérő alapján

A kör területe (g) az átmérővel (d) kifejezve:

$$g = \frac{\pi}{4} d^2 = 0{,}7854\, d^2$$

A keresztszelvény területét a gyakorlatban ritkán számítjuk ki. Többnyire segédtáblák (körlaptáblák) közvetítését használjuk erre a célra. Ezekről később lesz szó. Könnyen emlékezetben tartható s kevésbbé pontos számításokhoz célszerűen használható a fentebbi képlet kikerekítése útján egyszerűsített következő alakja:

$$g = 0{,}8\, d^2 \quad [1]$$

Ha pontos eredményt kívánunk, nem elégszünk meg *egy* átmérővel, hanem *két vagy több* átmérőnek a közepes értéke alapján végezzük a számítást. A gyakorlatban még a kényesebb természetű becslésekhez is többnyire megelégszünk *két*, egymásra merőleges átmérővel; így esetleg még megbízhatóbb eredményt kapunk, mintha ötletszerűen több átmérőt mérünk és azoknak a középértékéből indulunk ki.

Ha az egyik átmérő d_1, a másik, *keresztben mért* pedig d_2, akkor a keresztszelvény területe megközelítőleg:

$$g = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_1 + d_2}{2} \right)^2 = 0{,}1964\ (d_1 + d_2)^2$$

A *kerülékes* (elliptikus) keresztszelvényű fák számára az esetek többségében valamivel pontosabb eredményt kapunk, ha nem akármelyik két, egymásra merőlegesen álló átmérőnek, hanem, a *legnagyobb* és a *legkisebb* átmérőnek a középértékét (átlagát) vesszük, számításba. Az előbbit D-vel, az utóbbit d-vel jelölve, a **képlet** így alakul:

$$g = 0{,}1964\ (D + d)^2$$

[1] L. még: *Belházy Emil:* Egyszerűsített számítási módok az átmérő, kerület és körlap kiszámítására. (Erd. Lapok 1884, 231.)

Az így kapott terület elméletileg mindig valamivel nagyobb a ténylegesnél [$\frac{\pi}{4} D \cdot d$]. Az eltérés természetesen annál csekélyebb, mennél kisebb az ellipszis excentricitása. Ez a hiba elméletileg olyan csekély, hogy még a kísérleti célokra szolgáló becslések túlnyomó részében is figyelmen kívül hagyható. Jóval nagyobb eltérések származnak azonban abból, hogy a keresztszelvénynek az elliptikus torzuláson kívül még más szabálytalanságai is lehetnek, melyekre a méréskor külön-külön nem lehetünk figyelemmel.

Ha nem két, hanem több átmérő átlagából származtatjuk le a körlapot, leghelyesebb ha egyenletesen (egyenlő szögkülönbségekkel) osztjuk szét őket a keresztszelvényen.

β A terület kiszámítása a kerület alapján

Ha a kerületet k-val jelöljük s a $g = \frac{\pi}{4} d^2$ egyenletbe a d helyett a $\frac{k}{\pi}$ értékét visszük bele, a következő képletet kapjuk:

$$g = \frac{k^2}{4\pi} = 0{,}0796\, k^2$$

A megközelítő számítások céljaira teljesen megfelel a képletnek ez az alakja:

$$g = 0{,}08\, k^2$$

Módunkban van tehát a keresztszelvény területét a kerületből is közvetlenül meghatározni. De tudjuk, hogy a kerületmérés mindig tevőleges hibával kapcsolatos (86. old.), tehát az így meghatározott körlap is nagyobb lesz a kelleténél.

A hiba a bádeni erdőigazgatóság 1860. évi kísérletei szerint [1] (kikerekítve):

a bükkre	6—10%
a tölgyre	6—10%
a lucfenyőre	11—18%
az erdeifenyőre	3—6 %

volt. *Schmidtborn* átlagosan + 2·6%-nak, szélsőségesen 8·8%-nak találta az eltérést.[2]

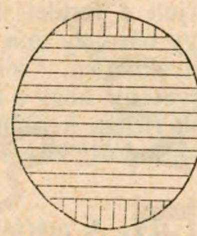
[1] Erfahrungen über den Massenvorrat und Zuwachs geschlossener Hochwaldbestände, Karlsruhe 1862.

[2] Allg. Forst- und Jagdzeitung 1863, 408. old.

Úgy is eljárhatunk, hogy a kerületből először az átmérőt határozzuk meg a $d = \frac{k}{\pi}$ képlet alapján, s aztán az *a)* pont alattiak értelmében végezzük a számítást. A kerületnek megfelelő átmérőt egyébiránt a függelékben található *A)* táblázatból közvetlenül is kiolvashatjuk.

γ A körlap meghatározása közvetlen területméréssel

Ha a fát kettéfűrészeljük, a keresztszelvényhez közvetlenül hozzáférhetünk s módunkban van annak a területét mértani úton, vagy területmérő műszerrel is meghatározni. Ilyen módon a legmegbízhatóbb eredményekhez juthatunk. Ezt a módszert azonban csak *kivételesen* alkalmazzuk (pl. a törzselemzésekhez), amikor a lehető legpontosabb adatokra van szükségünk. Ilyenkor, hogy kényelmesebben dolgozhassunk, keskeny korongokat szoktunk a fából kifűrészelni, s a szükséges méreteket azután az irodában mérjük le róluk.



31. ábra,
A keresztszelvény csíkokraosztása a közvetlen területmeghatározás céljából

A területmérés egyik módja az, hogy a keresztszelvényt egyenlő szélességű sávokra osztjuk fel (31. ábra), s ezeknek a területét azután a körzővel lemért középhossz és a szélesség szorzása útján kiszámítva, összegezzük. A szélső metszetek területét kisebb trapézekre bontva határozhatjuk meg (l. az ábrát).

A korongon közönséges irónnal rajzolni csak akkor lehet jól, ha a vágáslap felülete annyira-amennyire száraz. A nedves felületen csak a tintairón fog. A rajzolófelületnek simának, gyalultnak kell lennie. Sokkal kényelmesebb és tökéletesebb munkát végezhetünk, ha a korongról lenyomatot készítünk s a rajzolási munkát azon hajtjuk végre. A korong felületét puha ceruza porával erősen bedörzsölt papiroshoz nyomjuk, s utána a tiszta rajzpapiroshoz szorítjuk. Azon azután nemcsak az egész korong kerületének, hanem még az évgyűrűknek a rajza is meglátszik. Ezek a rajzolatok azonban könnyen letörlődnek s igen halványak, tehát gondosan utánuk húzott irónvonallal kell őket rögzíteni, vagy rögzítőfolyadékkal bepermetezni. A korong bevonására grafitpor helyett nyomdafestéket is használhatunk. Mennél élesebben áll ki az évgyűrűk keményebb szegélye (az őszi pászta) a koronglap felületéből, illetőleg mennél mélyebbre húzódtak vissza az évgyűrűk lágyabb részei (a tavaszi pászta), annál jobb lenyomatot kapunk. Az egészen nyers korongról másolatot ilymódon nem mindig készíthetünk, hanem többnyire meg kell várnunk, amíg a felület megszikkad s az évgyűrűk külső és belső része egymástól némileg elkülönül. A fafaj természetétől is igen sok függ. A tűlevelűek és azok a lombfák, amelyeknek likacsgyűrűzete igen határozott (pl. a tölgy, az akác, a szelídgesztenye, a kőris), igen jó lenyomatot adnak, míg a szórtlikacsúak (pl. a bükk, gyertyán, hárs, nyár, fűz stb.) erre a célra kevésbbé vagy egyáltalában nem alkalmasak.

Friedrich főerdész kénsavban vagy krómsavban való fürösztést ajánl a korongok előkészítéshez[1]. Ha a legyalult korongot 10 percig tömény kénsavban vagy 1—1½ óra hosszat krómsavas oldatban fürösztjük, utána megmossuk, megszárítjuk és a felületeket kefével lesúroljuk, az évgyűrűknek a savas hatás következtében szétmálló puhább részei por alakjában leválnak, az ellenállóbb őszi pászta ellenben megmarad. Ha az ilyen korongot nyomdafestékkel lehengereljük, igen jól használhatjuk lenyomatok készítésére.

Természetes, hogy a keresztszelvény területének meghatározásához elegendő a kerület rajza, s egyáltalán nincs szükségünk az évgyűrűk lenyomatára. Az eljárást csak azért írtuk itt le egész terjedelmében, hogy később (a törzselemzésre vonatkozó részben) ne legyünk kénytelenek visszatérni reá. Ha a lenyomatok készítésének kissé körülményesebb módját mellőzni akarjuk, eljárhatunk úgy is, hogy a kerületet (vagy szükség esetén egyes évgyűrűket is) a korongra fektetett másolópapirosra rajzoljuk le. Így is megkapjuk a kívánt másolatot.

Ha rajzok állnak rendelkezésünkre, igen célszerűen használhatjuk a terület meghatározására a *húros planimétert* (cimbalom) vagy bármely más planimétert. Magán a fakorongon planiméterezni kényelmetlen, sok akadállyal járó munka. Ismételten megjegyezzük, hogy a keresztszelvény területének ilyen meghatározására csak ritkán kerülhet sor, a gyakorlatnak általában jobban megfelel az átmérős, közvetett területszámítás.

IV. A mérési hibák hatása a keresztszelvény területére és a fa köbtartalmára

1. *Az átmérő hibájának hatása*

Az átmérő meghatározásában, nem tekintve az egyéni tévedéseket, kétféle irányban követhetünk el hibát. Az egyik hibaforrás magának az átlalónak az esetleges tökéletlenségében (a szárak szabályellenes helyzetében, a rugalmas kihajlásban stb.) rejlik, a másik a fa keresztmetszetének a körtől eltérő alakjával függ össze. Ha a keresztmetszet kerülékes vagy szabálytalanul torzult, karéjos (pl. a gyökérfő táján), akkor a megfelelő átmérő helyes eltalálása többnyire csak a véletlentől függ, vagy éppenséggel lehetetlen. De az egyszerűség kedvéért tudatosan is követhetünk el hibákat azzal, hogy a leolvasást felfelé vagy lefelé kikerekítjük. Kérdés, miképpen hatnak ezek a hibák a keresztszelvény területének, illetőleg a fa köbtartalmának pontosságára?[2]

[1] Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1890, 121.
[2] V. ö. *Kunze:* Lehrbuch der Holzmesskunst. Berlin, 1873, 14. old.

a) A körlapszámítás pontossága

A körlap területe:

$$g = \frac{\pi}{4} d^2$$

Tegyük fel, hogy az átmérő mérésében Δ_d hibát követtünk el. A hibásan számított körlap eszerint:

$$g_1 = \frac{\pi}{4} (d \pm \Delta_d)^2$$

A körlap területhibája pedig:

$$\Delta_g = g_1 - g = \frac{\pi}{4} [(d \pm \Delta_d)^2 - d^2]$$

$$\Delta_g = \frac{\pi}{4} (\pm 2\, d\, \Delta_d + \Delta_d^2) = 0{,}7854\, (\pm 2\, d\, \Delta_d + \Delta_d^2) \qquad (1)$$

Ha megközelítő pontossággal is megelégszünk, a Δ_d^2 értékét, mely a d-hez képest igen csekély szokott lenni, mellőzhetjük. Ekkor a képlet így módosul:

$$g_{appr.} = \pm \frac{\pi}{4} 2\, d\, \Delta_d = \pm 1{,}5708\, d\, \Delta_d \qquad (2)$$

Gyakorlatiasabb a hibát százalékban kifejezni. Ha a körlap százalékos hibáját p_g-vel jelöljük, akkor ez az arány áll:

$$\Delta_g : g = p_g : 100$$

s ebből

$$p_g = \frac{100\, \Delta_g}{g}$$

Helyettesítsük ebbe Δ_g-nek (1) alatt kifejtett értékét, akkor:

$$p_g = \frac{100 \frac{\pi}{4} (\pm 2\, d\, \Delta_d + \Delta_d^2)}{\frac{\pi}{4} d^2}$$

$$p_g = \pm 200 \frac{\Delta_d}{d} + \frac{100 \Delta_d^2}{d^2} \qquad (3)$$

Ha pedig az utolsó tagot, mint gyakorlatilag jelentéktelent elhanyagoljuk :

$$p_{g_{appr}} = \pm 200 \frac{\Delta d}{d} \qquad (4)$$

Példa. Mekkora hibát követünk el a keresztmetszet területében, ha az átmérőt 40 cm helyett 41 cm-nek mérjük?

A hiba cm²-ekben, egészen pontosan (az (1) képlet szerint) :

$$\Delta_g = 0{,}7854\,(2\times 40 \times 1 \times 1^2) = \mathbf{63{\cdot}6\ cm^2}$$

Az egyszerűsített (2) képlettel pedig megközelítően :

$$\Delta_g = 1{,}5708 \times 40 \times 1 = \mathbf{62{\cdot}8\ cm^2}$$

Százalékokban, pontosan (3) képl. :

$$pg = 200\frac{1}{40} + \frac{100\times 1^2}{40^2} = \mathbf{5{\cdot}0625}\,\%$$

Megközelítően pedig (4) képlet :

$$pg_{appr} = \frac{200\times 1}{40} = \mathbf{5}\,\%$$

A (4) képletből az tűnik ki, hogy a *viszonylagos területhiba* [Δ_g] *az átmérő hibájával* [Δ_d] *egyenes, az átmérővel magával* [d] *pedig fordított arányban áll.* Nem szabad azonban felednünk, hogy ezek a képletek csak *megközelítően* fejezik ki a Δ_g és Δ_d viszonyát, s így az előbbi tételt is csak ilyen megközelítőleges értelemben szabad elfogadnunk. A képletek egyszerűsítésekor feltételeztük, hogy a Δ_d^2 értéke a d értékéhez képest igen csekély. Amíg ez áll, addig gyakorlatilag megengedhető, hogy a területhibát az átmérő hibájával *egyszerűen arányosnak* tekintsük. Az elméletileg pontos (1), illetőleg (3) képletből azonban megállapítható, hogy a terület hibája tulajdonképpen *mértani* haladvány szerint változik.

Ha például a 40 cm-es átmérő helyett hibásan 41, 42, 43, 44 cm-t mérnénk, a területben elkövetett hibák nem aránylanának egymáshoz úgy, mint :

1 : 2 : 3 : 4

hanem mint :

1000 : 2025 : 3074 : 4148

Amint látjuk, nem követünk el túlságosan nagy hibát, ha az utóbbi aránysort az elsővel helyettesítjük. 3—4 centiméteres hiba pedig különben is csak igen ritkán fordulhat elő (nagyon vastag fák mérésekor).

Ha a 40 cm-es fa átmérőjét tévesen 42 cm-nek mérnők, akkor a területhiba az 1. képlet szerint 128·8 cm², a 2. képlet szerint 125·7 cm² volna. Hasonlítsuk össze ezeket a hibákat az 1 cm-es átmérőhibára fentebb kiszámított eredményekkel :

Az átmérő hibája	A 40 cm-es körlap hibája	
	az 1. képlet szerint (pontosan)	a 2. képlet szerint (megközelítően)
1 cm	63·6 cm²	62·8 cm²
2 cm	128·8 cm²	125·7 cm²

A pontos eljárással meghatározott területhibák tehát úgy aránylanak egymáshoz, mint:

$$63{\cdot}6 : 128{\cdot}8 = 1 : 2{\cdot}025$$

Az előbbiekben feltételeztük, hogy az az átmérő, amelyikre a mérési hibákat vonatkoztatjuk, változatlan. Megfordítva a dolgot, vizsgáljuk most már a kérdést abban az irányban is, hogy az önmagában változatlan átmérőhibának milyen hatása van a *különböző átmérőjű* körlapok területére?

Ha a kör átmérője d és az átmérő hibája Δ_d, akkor a (2) képlet szerint:

$$\Delta g_d = 1{,}5708\, d\Delta_d$$

Ha pedig az átmérő n-szer akkora $[n \cdot d]$, de az átmérő hibája változatlan, akkor

$$\Delta g_{n\,.\,d} = 1{,}5708\ n.\ d\Delta_d$$

Tehát:

$$\frac{\Delta g_d}{\Delta g_{n\,.\,d}} = \frac{d}{n\,.\,d}$$

Minthogy a (2) képlet csak megközelítő értéket ad, a fentebbi viszonyt így fogalmazhatjuk meg. *Ugyanaz az átmérőhiba a különböző nagyságú körök területében az átmérővel megközelítőleg arányos hibát eredményez.*

Példa. Mekkora hibát követünk el $+1$ cm átmérőhibával 1. a 40 cm-es, 2. a 80 cm-es körlap területében?

$$1.\ \Delta g_{40} = 1{\cdot}5708 \times 40 \times 1 = 62{\cdot}83\ \text{cm}^2$$

$$2.\ \Delta g_{80} = 1{\cdot}5708 \times 80 \times 1 = 125{\cdot}66\ \text{cm}^2$$

tehát

$$\Delta g_{40} : \Delta g_{80} = 1 : 2$$

Egészen pontos számítással [az (1) képlet szerint] pedig:

$$\Delta g_{40} = 63{\cdot}617\ \text{cm}^2$$

$$\Delta g_{80} = 126{\cdot}449\ \text{cm}^2$$

tehát

$$\Delta g_{40} : \Delta g_{80} = 1 : 1{\cdot}988$$

Végül dolgozzunk ki még egy példát annak a tételnek a gyakorlati bizonyítására, melyet a (4) képlet alapján állítottunk fel, hogy t. i. a körlap százalékos területhibája az átmérővel magával megközelítően fordított viszonyban áll. Ezt más szavakkal így is kifejezhetjük: mennél nagyobb az átmérő, annál kisebb hibát, követünk el aránylag az átmérő pontatlan mérésével. Nézzük, mekkora lesz a *százalékos* hiba 1. ha a 40 cm-es kör átmérőjét 41 cm-nek, 2. ha a 80 cm-esét 81 cm-nek mérjük.

A (4) képlet szerint:

$$p_g = 200 \frac{\Delta d}{d}$$

Az 1. esetben

$$pg_{40} = 200 \frac{1}{40} = \mathbf{5}\,\%$$

A 2. esetben:

$$pg_{80} = 200 \frac{1}{80} = \mathbf{2{\cdot}5}\,\%$$

Az átmérők aránya: 1 : 2, a százalékos területhibáké pedig: 2 : 1.

b) A köbtartalomszámítás pontossága

A köbtartalommeghatározás elméleti részéből tudjuk, hogy a keresztszelvény területe a köbözőképletekben mindig csak egyszerű értékével fordul elő (magasabbrangú hatványkitevő nélkül), tehát a forgási test köbtartalmával *egyenes arányban áll.* Ebből következik, hogy *az átmérő hibái a köbtartalom pontosságára ugyanolyan hatással vannak, mint a keresztszelvény területének pontosságára.*

Példa. Legyen valamely 10 m hosszú szálfa középátmérője 40 cm, akkor köbtartalma *Huber* képlete szerint:

$$v = \gamma\, l = \frac{0{,}4^2 \times 3{,}1416}{4} \times 10 = 1{,}257 \text{ m}^3$$

Ha 40 cm helyett 41 cm-t mértünk volna, ennek

$$v_1 = \gamma_1 l = \frac{0{,}41^2 \times 3{,}1416}{4} \times 10 = 1{,}320 \text{ m}^3$$

felelne meg. Az eltérés $+\,\mathbf{5}\%$. Ugyanekkora hibát kaptunk a körlapra nézve is a 92. oldalon bemutatott példában.

Tudjuk, hogy a köbtartalom a magassággal is egyenes arányban áll. Ha tehát a hosszúság mérésében az átlalás hibájával ellentétes értelmű hibát követünk el, a kettő egymást szerencsés esetben közömbösítheti, vagy legalább enyhítheti. Az egyértelmű hibák azonban természetesen növelik egymás hatását.

c) *Az átmérő mérésétől megkívánt pontosság határértéke*

A köbözés célja szerint a pontosság kiszabott mértéke is másmás lehet. A tudományos célokra szolgáló becslésekkel[1] a legnagyobb szabatosságra törekszünk s az átmérőt milliméter pontosságig mérjük ; a gyakorlatban megelégszünk a centiméteres pontossággal is, sőt nagyobb mennyiségű faanyag becslésekor, amikor az ellentétes értelmű hibák többé-kevésbbé kiegyenlítik egymást, két vagy több centiméterre is kikerekíthetjük az átmérőt. Hogy azonban a megengedett hibahatárt ne lépjük át, az alkalmazandó kikerekítést ne ötletszerűen, hanem az elérni kívánt pontossághoz mérten szabjuk meg.

α) **Egyes** *törzsek mérésének hibahatárai*

A 92. oldalon levezetett (4) képlet szerint, ha az átmérő mérésében Δd hibát követünk el, a keresztszelvény területi hibája [s egyszersmind a köbtartalom hibája is] százalékokban megközelítőleg :

$$p_{g_{appr}} = \pm 200 \frac{\Delta d}{d}$$

Ebből :

$$\pm \Delta_d = \frac{d}{200} p_g$$

Ha tehát a keresztszelvény megengedett területi hibája (p_g) százalékokban adva van, az átmérő mérésében megengedhető hiba (Δd) felső határát is módunkban van előre meghatározni.

Példa. Mekkora pontatlanság engedhető meg az átmérő mérésében, ha azt kívánjuk, hogy a 10, 20, 30, 40, 50 cm-es rönkök köbtartalmát legfeljebb 1%-os hibával határozhassuk meg?

$$\Delta d_{10} = \frac{10}{200} \times 1 = 0{,}05 \text{ cm}$$

[1] A *becslés* szót éppen azért használjuk, mert tökéletes pontosságot úgyszólván sohasem érhetünk el.

$$\Delta d_{20} = \frac{20}{200} \times 1 = 0{,}10 \text{ cm}$$

$$\Delta d_{30} = \frac{30}{200} \times 1 = 0{,}15 \text{ cm}$$

$$\Delta d_{40} = \frac{40}{200} \times 1 = 0{,}20 \text{ cm}$$

$$\Delta d_{50} = \frac{50}{200} \times 1 = 0{,}25 \text{ cm}$$

A fentebbi példából kitűnik, hogy mennél vastagabb a fa, annál nagyobb eltérések engedhetők meg. Az alábbi kimutatásból az is kiderül, hogy a köbtartalom százalékos hibája az átmérőmérés pontossága iránt általában igen érzékeny.

$\triangle_d$	A körlap (köbtartalom) hibája (%), ha az átmérő														
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
centiméter															
0·1	4·0	2·0	1·3	1·0	0·8	0·7	0·6	0·5	0·4	0·4	0·3	0·3	0·3	0·2	0·2
0·2	8·2	4·0	2·7	2·0	1·6	1·3	1·1	1·0	0·9	0·8	0·7	0-6	0·5	0·4	0·4
0·3	12·4	6·1	4·0	3·0	2·4	2·0	1·7	1·5	1·3	1·2	1·0	0·9	0·8	0·7	0·6
0·4	16·6	8·2	5·4	4·0	3·2	2·7	2·3	2·0	1·8	1·6	1·3	1·1	1·0	0·9	0·8
0·5	21·0	10·3	6·8	5·1	4·0	3·4	2·9	2·5	2·2	2·0	1·7	1·4	1·3	1·1	1·0
0·6	25·4	12·4	8·2	6·1	4·9	4·0	3·5	3·0	2·7	2·4	2·0	1·7	1·5	1·3	1·2
0·8	34·6	16·6	11·0	8·2	6·5	5·9	4·6	4·0	3·6	3·2	2·7	2·3	2·0	1·8	1·6
1·0	44·0	21·0	13·8	10·3	8·2	6·8	5·8	5·1	4·5	4·0	3·4	2·9	2·5	2·2	2·0

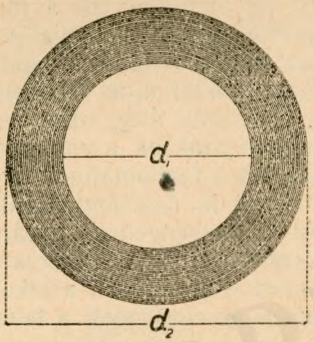
Ezért, ha *egyes* törzsek vagy rönkök köbtartalmát néhány százaléknyi biztossággal akarjuk meghatározni, *az átmérőt milliméter pontossággal kell mérnünk*, azaz erre a célra lehetőleg milliméterre beosztott átlalót kell használnunk. De meg kell gondolnunk még azt is, hogy a keresztszelvény szabálytalan alakja és a kéreg egyenetlenségei már magukbanvéve is lényeges hibaforrások, amelyek könnyen okozhatnak 1—2% bizonytalanságot: éppen ezért nem volna értelme az átmérőmérés pontosságát a kelleténél jobban (például tizedmilliméterekig) erőszakolni.

β Hibahatárok **nagyobbszámú** *törzs mérésénél (kikerekítés)*

Az *α* alatt megadott határokat csak akkor kell betartanunk, ha a keresztszelvény területét vagy a köbtartalmát minden egyes törzsre nézve *külön-külön* akarjuk pontosan meghatározni. Ha azonban csak azt kívánjuk elérni, hogy *nagyobbszámú* kereszt-metszetek vagy fatömegek *összességében* ne menjünk túl a megengedett hibahatáron, akkor kisebb pontossággal is megelégedhetünk. A gyakorlatban többnyire ezen az alapon történik a becslés. Ilyenkor az átmérő aprólékos mérését nem erőszakoljuk s ebben a tekintetben jóval tágabb hibahatárokat engedünk meg, mint amilyenekről *a* alatt volt szó. Általában ritkán szoktuk a vastagsági fokok határait 1 cm-nél szűkebbre szabni, sőt a faállományok becsléséhez a legtöbb esetben több centimétert is összefoglalhatunk egy-egy vastagsági fokba. A leolvasást a megengedett határon belül *kikerekítéssel* egészítjük ki kerekszámmá. Ez a kikerekítés *felfelé* vagy *lefelé* történhetik, aszerint, amint az átmérőnek a kikerekítési egységen belül fekvő törtrészei ennek az egységnek a felénél többre vagy kevesebbre rúgnak. Ha például a kikerekítés egysége 1 cm, akkor a 43·8 cm átmérőt 44 cm-re, a 43·3 cm-es átmérőt 43 cm-re kerekítjük ki. Ha 5 cm-es kikerekítési csoportokat alkotunk, a 2·5—7·5 cm közé eső átmérőket átlagosan 5 cm-eseknek, a 7·5—12·5 cm közé esőket 10 cm-eseknek vesszük stb. Ezzel a körlapösszeg kiszámítását nagyon egyszerűsíthetjük, mert nem kell minden egyes körlapot külön meghatároznunk, hanem az egyes csoportokba eső körlapok összegét egy csapásra állapíthatjuk meg. Ebből a célból csak az *átlagos átmérőnek* megfelelő körlapot kell a körlapok számával megszoroznunk. Még egyszerűbbé teszi az eljárást a körlapszorzási táblák használata.

A kikerekítés elméleti jogosultsága azon a feltevésen alapszik, hogy az egyes mérések ellentétes értelmű hibái *nagyobb mennyiségű* mérés esetén kiegyenlítik (közömbösítik) egymást. Ez különben olyan tapasztalati tény, amelynek helyességét nemcsak a valószínűségi elmélet támogatja, hanem a gyakorlati élet is számtalan vonatkozásában erősíti meg. Meg kell azonban gondolnunk, hogy az átmérőmérés hibáinak kiegyenlítődése még nem biztosítja a körlapok hibáinak kiküszöbölését is, mert hiszen a kör területe az átmérő *négyzetével* arányos. Tehát hogy a kiegyenlítés megtörténjék, tulajdonképpen nem az átmérők egyszerű közepesét, hanem az átmérők négyzete szerint kiszámított középarányost — $\sqrt{\frac{d_1^2+d_2^2}{2}}$ — kellene a kikerekítés alapjául venni. Az alábbiakban kiderül, hogy e közt az elméletileg helyes átlag és a közönséges számtani átlag közt általában nem olyan nagy a különbség, hogy a gyakorlatiasabb számtani átlagot a használatból ki kellene küszöbölnünk. De felvilágosítást adnak az alábbi fejtegetések arra nézve is, hogyan lehet ezek ellen a hibák ellen a célszerűség feláldozása nélkül védekeznünk.

Tegyük fel, hogy az *egy* csoportban, ugyanazzal az átlagos



32. ábra d_1 *:* a kikerekítés alsó, d_2 *:* a felső határa. A kettő közt számtalan körképzelhető el

átmérővel kiszámított körlapok közül a legkisebbnek az átmérője d_1, a legnagyobbé d_2 (32. ábra). E közt a két határérték közt *számtalan* közbeeső körlap van *egyenletesen* elrendezve, úgyhogy az egyes körlapok átmérőinek differenciális különbsége : $d\,\mathbf{d}$

Valamennyi körlap együttes területét integrálás útján kaphatjuk, a következőképpen :[1]

$$\Sigma_g = \int_{d_1}^{d_2} \mathbf{d}^2 \frac{\pi}{4} d\,\mathbf{d} = \frac{\pi}{4} \frac{d_2^3 - d_1^3}{3} \qquad (1)$$

Ezeknek a körlapoknak a számtani közepese (átlaga) :

$$g_{med} = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot \frac{d_2^3 - d_1^3}{3}}{d_2 - d_1} = \frac{\pi}{12}\left(d_2^2 + d_1 d_2 + d_1^2\right)$$

Ez az az átlagos körlap, amelynek a területét a körlapok számával megszorozva, valamennyi kör területének *helyes* összegét kapjuk. Ennek az átmérője (d_{med}) lesz tehát az az elméletileg *helyes* átlagos átmérő, melyre a kikerekítést vonatkoztatnunk kell.

$$g_{med} = \frac{\pi}{4} d_{med}^2$$

s ebből

$$d_{med} = \sqrt{\frac{4\, g_{med}}{\pi}}$$

Ebbe helyettesítve g_{med}-nak fennebb levezetett értékét :

$$d_{med} = \sqrt{\frac{d_2^2 + d_1 d_2 + d_1^2}{3}}$$

A számtani közepes, amelyet a gyakorlat alkalmaz :

$$d'_{med} = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

[1] A mennyiségtani levezetés *Walek Károly* egyetemi tanártól származik

Az ennek megfelelő kör területe:

$$g'_{med} = \frac{\pi}{4}\left(\frac{d_1 + d_2}{2}\right)^2 = \frac{\pi}{4}\,\frac{d_1^2 + 2\,d_1\,d_2 + d_2^2}{4}$$

Ezt, mint átlagot, az összes körök számával megszorozva, a következő hibás területösszeghez jutunk:

$$\sum\nolimits'_g = (d_2 - d_1)\,\frac{\pi}{4}\,\frac{d_1^2 + d_1\,d_2 + d_2^2}{4} \tag{2}$$

Az elkövetett területhiba tehát a következő:

$$\Delta_{\Sigma g} = \sum\nolimits_g - \sum\nolimits'_g = \frac{\pi}{4}\cdot\frac{d_2^3 - d_1^3}{3} - \frac{\pi}{4}(d_2 - d_1)\,\frac{d_1^2 + 2\,d_1\,d_2 + d_2^2}{4}$$

$$\Delta_{\Sigma g} = \frac{\pi}{4}(d_2 - d_1)\left(\frac{d_2^2 + d_1\,d_2 + d_1^2}{3} - \frac{d_1^2 + d_1\,d_2 + d_2^2}{4}\right)$$

$$\Delta_{\Sigma g} = \frac{\pi}{4}(d_2 - d_1)\,\frac{(d_2 - d_1)^2}{12} = \frac{\pi}{48}(d_2 - d_1)^3 \tag{3}$$

Célszerűbb azonban a hibát százalékokban kifejezni:

$$p : 100 = \Delta_{\Sigma g} : \sum\nolimits_g = \frac{\pi}{48}(d_2 - d_2)^3 : \frac{\pi}{4}\,\frac{d_2^3 - d_1^3}{3}$$

s ebből

$$p = \frac{100\,\frac{\pi}{48}\,(d_2 - d_1)^3}{\frac{\pi}{12}(d_2^3 - d_1^3)} \tag{4}$$

A számlálót és nevezőt elosztva $(d_2 - d_1)$-gyel:

$$p = 25\,\frac{d_2^2 - 2\,d_1\,d_2 + d_1^2}{d_2^2 + d_1\,d_2 + d_1^2}$$

A hiba százalékos nagyságáról az alábbi kimutatás tájékoztat:

A kikerekítés felfelé és lefelé együtt ($2\Delta d$)	Hány százalék (p) hibát követünk el a körlapösszeg területében, ha az átlagos átmérő (d')												
	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	100
	centiméter												
cm	%												
1	0·3	0·1	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0
2	1·3	0·3	0·1	0·1	0·1	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0
3	2·9	0·7	0·3	0·2	0·1	0·1	0·1	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0
4	5·1	1·3	0·6	0·3	0·2	0·1	0·1	0·1	0·1	0·0	0·0	0·0	0·0
5	7·7	2·0	0·9	0·5	0·3	0·2	0·2	0·1	0·1	0·1	0·0	0·0	0·0
6	11·0	2·9	1·3	0·7	0·5	0·3	0·2	0·2	0·1	0·1	0·1	0·0	0·0
8	17·6	5·1	2·3	1·3	0·8	0·6	0·4	0·3	0·2	0·1	0·1	0·1	0·1
10	25·0	7·7	3·6	2·0	1·3	0·9	0·7	0·5	0·3	0·2	0·2	0·1	0·1

A gyakorlat szempontjából fontos tudnunk, meddig szabad a kikerekítésben elmennünk a pontossági kívánalmak sérelme nélkül. Ha a (4) képletből akár az alsó, akár a felső szélsőség értékét [d_1, ill. d_2] ismerjük, abból bármely megengedett legnagyobb hibaszázalék esetére kiszámíthatjuk a kikerekítés felső vagy alsó határát.

Tegyük fel, hogy adva van p, és d_1-et is ismerjük, meghatározandó d_2. Minthogy itt másodfokú egyenletről van szó, a megoldás

az $x = \dfrac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$ egyenlet szerint történik.

Rendezzük az egyenletet d_2 fogyó hatványai szerint:

$$d_2^2 \underbrace{(p-25)}_{a} + d_2 \underbrace{(pd_1 + 50\,d_1)}_{b} + \underbrace{d_1^2\,(p-25)}_{c}$$

Tehát:

$$d_2 = \frac{-d_1\,(p+50) \pm \sqrt{d_1^2\,(p+50)^2 - 4\,(p-25)\,d_1^2\,(p-25)}}{2\,p\,50}$$

A számlálót, nevezőt szorozva [—1]-gyel s az egyszerűsítéseket végrehajtva:

$$d_2 = \frac{d_1\,[p + 50 \mp \sqrt{3\,p\,(100-p)}]}{50 - 2\,p}$$

és ennek mintájára:

$$d_1 = \frac{d_2\,[p + 50 \mp \sqrt{3\,p\,(100-p)}]}{50 - 2\,p}$$

A mi feltételünk szerint $d_2 > d_1$ (lásd az ábrát). Ezért nyilvánvaló, hogy d_2 egyenletében a gyökjel előtti $\mp$ előjelek közül a $+$ jelt, a d_1 egyenletében pedig a — jelt kell elfogadnunk. Ezáltal a kétértékűség megszűnik s a következő végleges egyenleteket kapjuk:

$$d_2 = \frac{d_1 \left[p + 50 + \sqrt{3p(100-p)} \right]}{50 - 2p} \tag{5}$$

és

$$d_1 = \frac{d_2 \left[p + 50 - \sqrt{3p(100-p)} \right]}{50 - 2p} \tag{6}$$

A gyakorlat, amint tudjuk, a kikerekítés felső és alsó határa közé eső körlapok átmérőinek átlagául az egyszerű aritmetikai középszámot fogadja el $\left(d'_{med} = \frac{d_1 + d_2}{2} \right)$. Ehhez viszonyítva tehát a kikerekítés felfelé is, lefelé is: Δd, azaz $d_2 - d_1 = 2\,\Delta d$. Az (5) és (6) képlet alapján:

$$d_2 - d_1 = d_1 \frac{\left[p + 50 + \sqrt{3p(100-p)} \right]}{50 - 2p} - d_2 \frac{\left[p + 50 \sqrt{3p(100-p)} \right]}{50 - 2p}$$

Az egyszerűsítéseket és összevonásokat végrehajtva és az egyenletet osztva 2-vel:

$$\frac{d_2 - d_1}{2} = \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot \frac{\sqrt{3p(100-p)}}{100-p} = \frac{d_1 + d_2}{2} \cdot \sqrt{\frac{3p}{100-p}}$$

De minthogy $\frac{d_2 - d_1}{2} = \Delta_d$ (l. fennebb) és $\frac{d_1 + d_2}{2} = d'_{mcd}$

$$\text{annálfogva: } \Delta_d = d'_{mcd} \sqrt{\frac{3p}{100-p}} \tag{7}$$

Ezzel a képlettel számítottuk ki az alábbi táblázat adatait. Ismételten hangsúlyozzuk azonban, hogy a gyakorlati eredmények az elméleti pontosságnak csak akkor felelhetnek meg kellőképpen, ha a körlapok átmérői a kikerekítés határain belül lehetőleg egyenletesen vannak elosztva. Mennél nagyobb számú körlapról van szó, annál nagyobb az említett feltétel valószínűsége, s az átmérők különbségei annál inkább megközelítik azt a differenciális eltérést, amelyet az elmélet kifejtéséhez alapul vettünk. És azt se tévesszük szem elől, hogy a kikerekítésre vonatkozó táblázat alkalmazása a fa keresztszelvényének szabálytalanságából, valamint az átlalós mérés tökéletlenségeiből stb. származó hibák ellen nem védhet meg.

E tekintetben utalunk *Tischendorf* többször említett erdőbecsléstanára (50—61. l. és 74—83. l.). E műben az irodalmi forrásmunkákra nézve is felvilágosítást kapunk (213—218. l.).

A kikerekítés határértékei

A megengedett hiba	A megengedhető kikerekítés centiméterekben felfelé vagy lefelé (Δ *d*), ha az átlagos átmérő (d'_{mcd})													
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	100
%	c e n t i m é t e r													
$\frac{1}{4}$	0·4	0·9	1·2	1·7	2·2	2·6	3·0	3·5	3·9	4·3	5·2	6·1	6·9	8·7
$\frac{1}{2}$	0·6	1·2	1·8	2·5	3·1	3·7	4·3	4·9	5·5	6·1	7·4	8·6	9 8	12·3
1	0·9	1·7	2·6	3·5	4·4	5·2	6·1	7·0	7·8	8·7	10·4	12·2	13·9	17·4
2	1·2	2·5	3·7	5·0	6·2	7·4	8·7	9·9	11·1	12·4	14·9	17·3	19·8	24·7

Példa. Mekkora kikerekítés engedhető meg az átlagosan 45 cm átmérőjű körlapok mérésében, ha azt kívánjuk, hogy nagyobbszámú körlap területösszegében ne legyen több a hiba ½%-nál?

A táblázat szerint a kikerekítés felfelé vagy lefelé 5·5 cm. Így tehát mindazokat a körlapokat, amelyeknek az átmérőjük 39·5 cm és 50·5 cm közé esik, 45 centimétereseknek számítjuk, s az utóbbi átmérőnek megfelelő körlapot a mért körlapok számával szorozzuk. Az így kiszámított hibás körlapösszeg és a valódi körlapösszeg közt (a fennebb hangoztatott feltétellel) nem lesz az eltérés lényegesen több ½%-nál.

Bizonyítás. Ha *Kunze* hétjegyű körlaptáblájából kiolvassuk a 39·5, 39·6 ...... 50·5 cm átmérőjű körlapok (tehát összesen 111 körlap) területét s azokat összegezzük, 17·7432 m² területet kapunk. Ez a *valódi* körlapösszeg. A 45 cm-es átlagos körlap 0·1594031 m². Ezt 111-el szorozva, az eredmény 17·6538 m². E közt és a valódi körlapösszeg közt — 0·504% a különbség. A megengedett elméleti hiba pedig 0·500%. Ha nem milliméteres, hanem csak centiméteres átmérőkülönbségekkel olvassuk ki a körlapokat (tehát csak a 39·5, 40·5.....50·5 cm-nek megfelelő 12 körlapot összegezzük), a körlapösszeg 1·9196 m² lesz, az átlaggal számított körlapösszeg pedig 12 × 0·1590431 = 1·9085 m², tehát az elméleti 0·500% hiba helyett akkor már 0·574%-ot fogunk kapni.

A kísérleti állomások adatainak feldolgozásakor felmerült az a kérdés is, hogy a milliméter pontossággal számbavett átmérőknek centiméteres vastagsági fokokba való összefoglalásához az egyes vastagsági fokok határán álló értékeket milyen irányban kerekítsék ki? Így például 30·5 cm 31 cm-nek vagy 30 cm-nek számítandó-e? Azaz 0·5-től kell-e javítást venni vagy sem? A német kísérleti állomások közös megállapodása szerint 0·5 cm már teljes centimétereknek számítandó.[1] *Lorey* ellenben kimutatta,[2] hogy helyesebb, ha 0·5-től nem javítunk. A szomszédos vastagsági fokoknak (a fentebbi példában 30 és 31 cm-nek) megfelelő ***körlapok*** átlaga ugyanis mindig nagyobb, mint az a körlap, amelyik az ***átmérők*** egyszerű számtani közepesének (a példában 30·5 cm-nek) felelne meg (v. ö. a.....oldalon mondottakkal). Helyesebb tehát, ha a 0·5-et elhanyagoljuk. Igaz ugyan, hogy ezzel állandóan negatívus természetű hibát követünk el; ez azonban mindig kisebb, mint a német kísérleti állomások

[1] *Ganghofer:* Das forstliche Versuchswesen, 1. kötet 389.
[2] Allg. Forst- und Jagdzeitung 1882, 141. l.

eljárásával elkövetett tevőleges hiba.[1] Legkisebb mértékre csökkentenők az eltérést, ha a 0,5-et egyszer elhanyagolnók, másszor javítást vennénk tőle. E könyv szerzője ezt az eljárást követi.

γ *A kikerekítő átlalók*[2]

A kikerekítő átlaló célja az, hogy a kikerekítést megkönnyítse s az abból származható hibákat kiküszöbölje. Ezért vonóléce úgy van beosztva, hogy a fölösleges osztásvonalak hiányozzanak róla s csak a kikerekítési csoportok határvonásai vannak feltüntetve.

Szigorúan véve, tulajdonképpen minden átlaló kikerekítő átlaló, mert hiszen a végtelen sok — elméletileg létező — osztásrész helyett mindig csak véges számú részekre oszthatjuk be. Ha a vonóléc centiméterekre van beosztva, a kikerekítés felfelé is, lefelé is ½ cm, a milliméteres beosztású átlalón pedig $^1/_2$ milliméter. Az átlaláskor mindig azt az értéket fogadjuk el átmérőül, amely a mozgatható szár belső éléhez legközelebb álló osztásvonalnak felel meg. Az ezen alul vagy felül eső, de a beosztás egységének *felénél* kisebb részeket elhanyagoljuk.

A felfelé és lefelé való *kikerekítést* együttvéve a kikerekítés egységének nevezzük. Ha a vonó osztásrészei ennél az egységnél kisebbek, akkor a határértékek közé eső, közbülső osztásvonalak a kikerekítés műveletére némileg zavaróan hatnak. Ezt a zavaró hatást a fölösleges osztóvonalak elhagyása útján küszöbölhetjük ki.

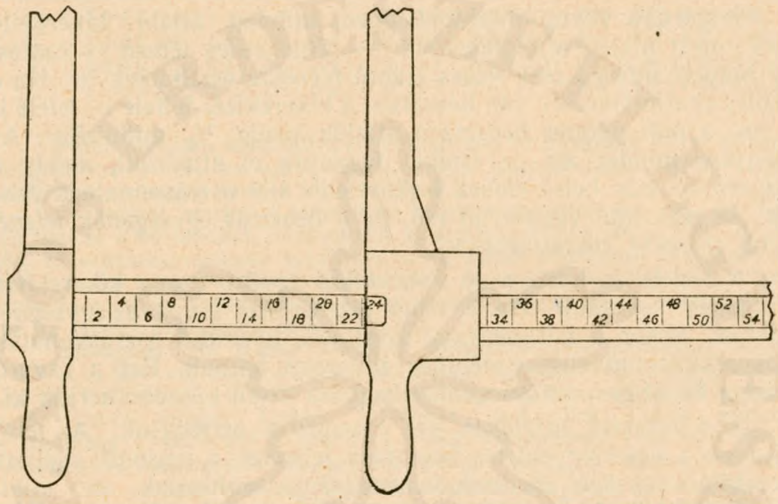
A kikerekítő átlalókat két csoportba oszthatjuk. Az első csoportot a vonó egyenletes beosztása jellemzi, a második csoport kikerekítési egységei ellenben a vastagsággal változnak.

Tegyük fel, hogy a kikerekítési egység 2 cm. Akkor a vonóléc beosztása legcélszerűbben úgy történhetik, ahogy azt a 33. ábra mutatja be. A 2-vel jelölt mező magában foglalja az 1—3 cm-es, a 4-gyel jelölt a 3—5 cm-es hosszak közé eső részt s így tovább. Az átlalós munkásnak tehát minden gondolkodás nélkül csak azt a számot kell bemondania, amelyik a mozgószár éle által metszett mezőben áll. Igen célszerű, ha a vezetőhűvely melső oldalán kis nyílást hagyunk (lásd a rajzot), amelyen át a mozgószár alatt fekvő legközelebbi szám

[1] L. még *Grundner:* Untersuchungen über die Querflächen-Ermittelung der Holzbestände c. munkáját és *Baur* erdőbecsléstanát, IV. kiadás, 288. l

[2] Ezzel a tárggyal foglalkoztak többek között: *Kunze* (Tharandter Forstliches Jahrbuch 1884, 116.), *Grünau J.* (Österr. Forst- und Jagdzeitung 1907, 241.), *Kreibich M.* (Österr. Forst- und Jagdzeitung 1908, 2.), *Hempel F.* (Österr. Vierteljahresschrift für Forstwesen 1909, 241.), *Lorenz N.* (Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1910, 157.), *Bágyoni Szabó Endre* (Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1911, 441).

láthatóvá válik.[1] A kivágás elülső szélén a mozgószár belső élének kiegészítéseképpen vékony fémlemezt alkalmazhatunk. Ha nyílást nem hagyunk, a leolvasás nem olyan kényelmes és a takart számot a munkásnak számítással kell megállapítania. Bármily egyszerű is ez a művelet, mégis hibaforrás lehet. Úgy is megoldható a kérdés, hogy a számokat nem a mezők középvonalán helyezzük el, hanem a bal szélükön, egészen közel az osztásvonalhoz. Így, ha nincs is a száron kivágás, aránylag ritkán áll be teljes fedés. Az első megoldás azonban tökéletesebb.



33. ábra. Kikerekítő átlaló, 2 cm széles mezőkkel

Fennebb, *B)* alatt kifejtettük, hogy a kikerekített körlapok összegét úgy kapjuk helyesen, ha az átmérők négyzete szerinti átlagnak megfelelő körlapot szorozzuk az egyes kikerekítési csoporttokba eső mérések számával.. Ha ellenben az átmérők egyszerű *aritmetikai* átlagából indulunk ki, mindíg nemleges hibát kapunk, mely annál nagyobb, mennél tágabb határok közt mozog a kikerekítés. Ha például a kikerekítési egység 2 cm, akkor a 100. oldalon levő táblázat szerint a 19—21 (tehát átlagosan 20) cm-es körlapok összegében 0,1%, 5 cm-es kikerekítés esetén pedig 0,5% területhibát követünk el. Ha a táblázat adatait tanulmányozzuk, azt látjuk, hogy kisebb kikerekítés esetén az eltérés az elméletileg helyes és a számtani középátmérővel számított körlapösszeg közt általában

[1] V. ö. *Sessler:* Átlalók. (Magyar Erdész, 1911,23.)

igen csekély. *A centiméteres* beosztású átlalóval például egészen nyugodtan dolgozhatunk anélkül, hogy észrevehető hibát követnénk el. Itt se feledjük azonban, hogy nem *egyes* körlapokról, hanem sok körlap *összegéről* van szó. A 2 *cm-es* kikerekítés is csak az 5 cm átmérőjű, tehát egészen vékony faanyag keresztmetszetében okoz 1%-nál nagyobb eltérést. Gyakorlatilag tehát, kivételes eseteket nem tekintve, az ilyen átlaló használata sem kíván számszerű igazítást. Sőt, a gyakrabban előforduló vastagságok táján még a 3, 4 vagy 5 cm-es kikerekítés sem jár nagyobb hibával. Ha azonban ezeket is el akarjuk kerülni, akkor az egyes kikerekítési csoportokon belül a táblázatból (100. old.) leolvasható százalékos javításhoz kell folyamodnunk, vagy ami még egyszerűbb, olyan körlapszorzási táblákat (illetőleg a köbözéshez hengertáblákat) kell alkalmaznunk, amelyek az elméletileg helyes átlagátmérőnek megfelelő adatokat tartalmazzák. Ilyeneket találunk a szerző Erdőmérnöki Segédtábláiban a 4 és 5 cm-es kikerekítésre (168—171. old.). 5 cm-nél tovább nem igen megyünk a kikerekítéssel.

Az a körülmény, hogy a mérés hibái iránt a vékonyabb fák keresztmetszete érzékenyebb, mint a vastagoké (l. a 94. oldalon), megokolttá tenné olyan kikerekítő átlalók szerkesztését, amelyek az átmérővel arányosan növekvő részekre vannak beosztva. Ilyen átlalókat azonban a gyakorlatban általában nem alkalmaznak, mert az egyenlőtlen vonóbeosztás az átlaló többirányú használhatóságát korlátozza, a piaci választékosztályokhoz való alkalmazkodást megnehezíti és a vastagabb fákra nézve, amelyek kisebb számuknál fogva egyenlőtlenül oszlanak meg a folyton növekvő csoportokon belül, a becslés pontosságát is veszélyezteti.

A kikerekítő átlalókat főképpen a *faállomány* fatömegének a megbecslésére használják. A fekvő fák köbözéséhez leginkább a közönséges centiméteres beosztású átlalót használják.

2. A kerületmérés hibáinak hatása

Ha a kerület mérésében követünk el hibát, az a körlap területében kisebb eltérést fog okozni, mint ha az átmérő mérésében követtünk volna el ugyanolyan nagyságú hibát. Az utóbbi esetben az eltérés a valódi területhez képest megközelítőleg π-szer, vagyis kereken háromszor akkora, mint az előbbiben. Ha a kerület mérésében Δ_k hibát követünk el, a körlap megközelítő hibája

$$\Delta_g = \frac{d\,\Delta k}{2}$$

a százalékos hiba pedig:

$$p = \frac{\Delta k}{k}$$

Azaz: *a körlap százalékos hibája a kerület hibájával egyenes, magával a kerülettel pedig fordított arányban áll.* Azt is tudjuk már a fennebbiekből, hogy a keresztszelvény területe a fa köbtartalmával egyenes arányban áll. Tehát a köbtartalomra a kerületmérés hibájának ugyanolyan hatása van, mint a körlap területére.

A kerületmérést a gyakorlatban nem alkalmazzuk gyakran, tehát a megengedhető kikerekítések határértékeivel sem foglalkozunk ilyen irányban és a fentebbi képletek helyességének mennyiségtani bizonyítását is mellőzzük.

V. A körlap- és köbtartalomszámítás segédeszközei

Az eddigiekben ismertetett képletek alkalmazása több-kevesebb számműveletet igényel. Akármilyen egyszerű is a képlet, a velejáró számítások mégis sokkal hosszadalmasabbak, mintsemhogy a gyakorlatban megkívánt gyorsaságnak és egyszerűségnek megfelelhetnének. Vegyük például a legegyszerűbb köbözőképletek egyikét, a Huber-félét:

$$v = \gamma\, l$$

Hogy megoldhassuk, először a γ értékét kell a mért középátmérőből kiszámítani:

$$\gamma = \frac{\pi}{4} \delta^2$$

Csak azután hajthatjuk végre az első képletben kijelölt szorzást. Mindez az osztás, szorzás, négyzetreemelés perceket vehet igénybe. Több száz, sőt ezer törzs köbözése aztán annyi időt foglalna le, amennyit a gyakorlati érdekek sérelme nélkül nem áldozhatunk fel. Ezért a számítás gyorsítása érdekében olyan segédtáblákat vagy más természetű segédeszközöket szoktak alkalmazni, amelyek a képletekben kijelölt számműveletek végrehajtását részben vagy egészben fölöslegessé teszik és az eljárást megrövidítik.

a Segédtáblák

A segédtáblák rendszerint többféle célra is használhatók, s nemegyszer az erdőbecsléstan körén kívül eső tárgykörre is kiterjeszkednek. A magyar nyelven megjelent ilyen munkák a 12-13 oldalon vannak felsorolva. Néhány, a gyakorlatban jól felhasználható táblázatot könyvünk függelékében talál az olvasó.

A német művek felsorolását szükségesnek tartjuk, mert egyikük-másikuk olyan adatokat is tartalmaz, amelyek a magyar segédtáblákból hiányzanak. Önálló művek egyebek közt:

M. F. Kunze: Siebenstellige Kreisflächen für alle Durchmesser von 0·01—99·99. Dresden 1868.

M. Robert Pressler: Forstliche Kubierungstafel nach metrischem System. Leipzig 1871 és a *dr. Neumeister* által kiadott 15. kiadás, Wien 1912.

M. F. Kunze: Hilfstafeln für Holzmassenaufnahmen. 2. kiad. Berlin 1906.

H. Behm: Kubiktabelle zur Bestimmung des Inhalts von Rundhölzern. 20. kiad. Berlin 1907.

Berliner Holz-Kontor: Kubiktabellen *A* für runde, *D* Gesamtausgabe für runde und Kanthölzer, Bohlen und Bretter. 6. kiad., Berlin 1907.

H. Stoetzer: Hülfstafeln zur Forsteinrichtung. Frankfurt. a. M. 1907.

Böhmerle: Tafeln zur Berechnung des Kubikinhaltes stb. Wien 1910.

Krafft—Holzhausen: Kubiktabellen für runde Hölzer. Neutitschein, 1910.

Klähr: Massenkubierungstafel zur Bestimmung des Festmetergehaltes von 1 bis 100 Stück Nadelholzklötzen. Wien 1910.

Landolt: Tafeln zur Ermittelung des Kubikinhaltes liegender entgipfelter Baumstämme. 10. kiad. Zürich 1910.

Spring: Kubiktafeln für runde Hölzer in Hundertsteln des Kubikmeters. 2. kiad. Leutkirch 1910.

A. Weeder: Holzberechnungs- und Waldtafeln. 2. kiad. Mannheim 1913.

Busse: Kubiktabelle für ganze und halbe Durchmesser-Zentimeter, Neudamm 1928.

Gebber: Neudammer Forstwirtschaftliche Tabellen, Neudamm 1928.

Fink: Kelotzkubaturen, Wien, 1929.

Badisches Finanzministerium: Hilfstabellen für Forst-Taxatoren. 2. kiad. Karlsruhe 1931.

Busse: Massen — Multipolikations — Tafeln. Neudamm, 1932.

A *bárdoltfa és szelvényáru* köbözésével foglalkoznak a következő munkák:

Stöcklein: Neue Tabellen über den Anfall an Latten und Brettern von bestimmter Stärke aus Schnittstämmen von 20—60 cm Zopfstärke. Erlangen 1902.

Zörnig: Kubiktabellen für Bretter, Bohlen und Kantel. Bunzlau 1900.

Maurach: Balkentafeln nach Oberstärke für Kiefer und Fichte. Reval 1909.

Zeilers: Universal-Holzrechner. 4. kiad. Ansbach 1913.

Ganghofers Praktischer Holzrechner 6. kiad. Augsburg 1939.

Dangel—Ramp: Vollständige Holztabellen zur Berechnung runder und kantiger Hölzer stb. Luzern 1946.

Korábban megemlékeztünk már a függelék *A)* táblázatáról. Ebből az átmérőt olvashatjuk le, a kör kerületének függvényeképpen.

Példák.

1. Mekkora az átmérője a 376 cm kerületű körnek?

$$d = 119{\cdot}7 \text{ cm}$$

2. Milyen átmérő felel meg a 620 cm-es kerületnek?

62 cm-nek megfelel 19·7 cm, tehát 620 cm-nek: $19{\cdot}7 \times 10 = 197$ cm

A keresztszelvény területének és a köbtartalomnak a meghatározása szempontjából minket csak a *körlaptábla* és a *hengertábla* *vagy körlapszorzási* tábla érdekel. Ezeket a legtöbb erdőbecslési segédkönyvben megtaláljuk. (l. a szerző Erd. Segédtábláit és az Erd. Zsebnaptárt, 1943, I. köt. 344.) Használatuk módját egy-két példával világítjuk meg.

Példa. Az átmérő 36·8 cm, mennyi a körlap területe?

A függelékben található körlaptábla (*B* táblázat) első rovatában felkeressük a 36-os számot. Ennek a vízszintes sorában, mégpedig a 8 milliméternek megfelelő szembefutó rovat kereszteződésénél találjuk a kívánt adatot, mely szerint (a számoszlop fején megadott egész számot (0·.....) is figyelembevéve):

$$g = \mathbf{0{\cdot}10636\ m^2}$$

Ha nem egy, hanem *több*, hasonló átmérőjű körlap *együttes* területét kívánjuk ismerni, a Földművelésügyi Minisztérium »Erdészeti segédtábláiban«, vagy az »Erdészeti zsebnaptárban«, vagy bármely hasonló tárgyú munkában megtalálható s többnyire *hengertábla, egyszersmind körlapszorzási tábla* című táblázatot használjuk. Ebben a vízszintes sorok elején (a »hossz vagy szám« rovatában) felkeressük a körlapok mennyiségének megfelelő számot s annak az átmérő rovatával való kereszteződésén kiolvassuk a kívánt szorzatot. Egy ilyen táblázat kivonatát alább mutatjuk be.

Kivonat a hengertáblából, illetve körlapszorzási táblából:

Hossz- vagy szám	Átmérő centiméterekben									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	köbtartalom köbméterekben v. körlapösszeg négyzetméterekben									
41	1·420	1·558	1·703	1·855	2·013	2·177	2·347	2·524	2·708	2·898
42	1·455	1·596	1·745	1·900	2·062	2·230	2·405	2·586	2·774	2·969
43	1·489	1·634	1·786	1·945	2·111	2·283	2·462	2·647	2·840	3·039
44	1·524	1·672	1·828	1·990	2·160	2·336	2·519	2·709	2·906	3·110
45	1·559	1·710	1·869	2·036	2·209	2·389	2·576	2·771	2·972	3·181
46	1·593	1·748	1·911	2·081	2·258	2·442	2·634	2·832	3·038	3·251
47	1·628	1·786	1·953	2·126	2·307	2·495	2·691	2·894	3·104	3·322
48	1·662	1·824	1·994	2·171	2·356	2·548	2·748	2·955	3·170	3·393
49	1·697	1·862	2·036	2·217	2·405	2·601	2·805	3·017	3·236	3·463
50	1·732	1·900	2·077	2·262	2·454	2·654	2·863	3·078	3·302	3·534

Példa. Mennyi a területe 48 olyan körnek, melynek átmérője 26 cm?

$$\Sigma g = \mathbf{2{\cdot}548\ m^2}$$

Ugyanezzel a táblázattal a henger köbtartalmát is meghatározhatjuk, ha átmérőjét és magasságát (hosszát) ismerjük. Ebben az esetben az első rovat számai nem a darabszámot, hanem a henger hosszát, s a kiolvasott adatok nem a keresztszelvény területét, hanem a henger köbtartalmát jelentik.

1. Példa. Mennyi a köbtartalma annak a hengernek, melynek az átmérője 26 cm s a hossza 48 m?

$$v = \mathbf{2{\cdot}548}\ \mathrm{m}^3$$

2. Példa. Az átmérő 26 cm, a hosszúság 4·8 m. Mennyi a köbtartalom?

26 cm-nek és 48 m hosszúságnak megfelel 2·548 m³, ezt osztanunk kell 10-zel, tehát:

$$v = \mathbf{0{\cdot}2548}\ \mathrm{m}^3$$

3. Példa. Az átmérő 2·6 cm, a hosszúság 48 m. Mennyi az ilyen henger köbtartalma?

A fenti kivonatból kiolvassuk a 26 cm-nek és 48 m-nek megfelelő adatot s osztjuk 100-zal (a körlap s a köbtartalom az átmérő *négyzetével* arányos). Tehát:

$$v = \mathbf{0{\cdot}02548}\ \mathrm{m}^3$$

4. Példa. $S = 2{\cdot}6$ cm, $l = 4{\cdot}8$ m

$$v = \frac{2{\cdot}548}{1\,000} = \mathbf{0{\cdot}002548}\ \mathrm{m}^3$$

A testmértani részben elmondottakból következik, hogy ez a táblázat nemcsak a henger, hanem az ép vagy csonka Apollóniusz-féle paraboloid köbtartalmának a meghatározására is felhasználható:

$$v = \gamma\, l$$

Ebben az esetben a táblázat rovatfejében jelzett méretek mindig a *középátmérőre* vonatkoztatandók.

A hengertáblák a fatömeget többnyire 2—3 tizedköbméter pontosságig mutatják ki. A gyakorlatban célszerűbb a két tizedesre berendezett táblákat alkalmazni, mert a harmadik tizedes kikerekítéséből származó hibák nagyobb terjedelmű köbözések során úgyis kiegyenlítik egymást s másrészt az ilyen táblák, kevesebb számjegyről lévén szó, áttekinthetőbben állíthatók össze. Kényesebb becslésekhez, különösen ha csak *egyes* fákról van szó, használhatjuk a 3 tizedesig terjedő, végül a legpontosabb kísérleti becslésekhez és a törzselemzésekhez a 4—5 tizedesig kiszámított henger- vagy körlapszorzási táblákat. (Ilyet találunk a függelékben a *B* alatt.)

A hosszúságot a táblák vagy csak egész méterekben adják, vagy a deciméterekre (esetleg csak a párosszámú deciméterekre) is kiterjeszkednek.[1]

[1] L. a szerző segédtábláit (136—167.)

A számítási munkák megkönnyítésére szükség esetén az egyéb célokat is szolgáló, általános jellegű segédeszközöket is felhasználhatjuk. Ilyenek: a számoló- és szorzótáblák[1], a számtolókák, számolókorongok és különféle szerkezetű számológépek. Gyorsabban célhoz jutunk azonban, ha egyenesen a köbözési munkák számára készült különleges segédeszközökhöz folyamodunk. Ezek közül a következőket említjük meg:

1. A *köböző számtolóka.* Hasonló a mérnöki számításokhoz használt számtolókához. Többféle alakban készül. Ilyen a *Nestler*-féle zsebszámtolóka (23 cm hosszú) és a Roubicek-féle irodai számtolóka (68 cm hosszú). Az irodában sokkal kényelmesebb és gyorsabb a segédtáblák használata.

Nem jár munkamegtakarítással a *Schinzel*-féle köböző méterléc, illetőleg a *Weber*-féle köbözőkorong vagy a »Cubirex« nevű számolókészülék használata sem.

Müller Udo szerint sokkal inkább ajánlható *Schneider*-féle, »Kubus« nevű köbözőkészülék[2]. Ennek a számlapja vízszintes tengely körül forgatható hengeren van elhelyezve, a hengert magát pedig bádogfedő borítja, amelynek a hosszanti résén keresztül a számlapnak mindig csak a hosszúság szerint beállítható sora látszik. A rés felső szélén vannak az átmérőt jelentő számok (1-től 70 cm-ig), amelyek alatt a hengerről a kívánt köbtartalmak olvashatók le.

A *Reine*-féle »Kubikator«[3] köralakú. Az átmérők a kerületén, a hosszak a középpont körül forgatható lécen, a köbtartalmak a kör sugarain olvashatók le. Más rendszerű a *Meisel*-féle »Rapid« köbözőtábla[4] valamint a *Trédl*-féle és a *Göderer*[5]-féle köböző is; az elsőn a heilbronni választékolásnak megfelelő számbeosztás van.

A *Holau*-féle »*Tachytaxator*[6] köralakú. A köbtartalmakat mindjárt össze is adja.

[1] Például a Crolle-féle (Berlin 1880), a Proell-féle (3. kiad. Berlin 1903) és a Zimmermann-féle Rechentafel, 12. kiad. Berlin, 1948.

[2] Lásd rövid leírásukat *Müller* erdőbecsléstanában (3. kiad. 49—96. oldal).

[3] Forstwissenschaftliches Zentralblatt 1895, 508. o. Österreichische Forst- und Jagdzeitung 1895, 137. Öst. Vierteljahresschrift 1895, 176.

[4] Österreichische Forst- und Jagd-Zeitung 1906, 19.

[5] Erd. Lapok 1908. é. 1136.

[6] Österreichische Forst- und Jagd-Zeitung 1905. é. 176.
Öst. Forst- und Jagd-Z. 1910. é. 468.

A legtökéletesebb készülék *Müller* szerint[1] a *Hohenadl*-féle (Oberstdorf, Bajorország) nyomtatóműves erdészeti számológép, mely nemcsak a köbözés végrehajtására alkalmas, hanem köbözési jegyzékeket is készít s az értékek kiszámítását is elvégzi és feljegyzi.

VI. Gyakorlati példák a köbözés végrehajtására

A köbözőképletekről szóló részből tudjuk, hogy a gyakorlatban leginkább a *Huber*-féle eljárást használják, mégpedig mind az egyszerű, mind a szakaszos köbözésre (53. old.). Lássunk egy-két példát erre az eljárásra.

1. példa. Meghatározandó egy rönkő köbtartalma köbméterekben, *a.* ha nincs, *b.* ha van segédtáblánk.

Mindenekelőtt kifeszítjük a mérőszalagot a rönkő egyik vágáslapjától (bütü) a másikig s meghatározzuk annak hosszát. Azután felkeressük a rönkő közepét s ott átlalóval meghatározzuk a középátmérőt.

Vigyázni kell arra, hogy mohát, zuzmócsomókat, beteges kidudorodásokat, kiálló äggöcsöket, havat stb. ne fogjunk az átlaló két szára közé, mert ezzel igen tetemes (tevőleges értelmű) hibát követhetünk el. Arra is ügyeljünk, hogy az átlaló merőlegesen álljon a fa hossztengelyére. Ha pontos eredményt akarunk, két irányból: felülről és oldalról mérjük az átmérőt, s aztán a két mérés átlaga alapján számítunk. Az oldalról való mérés céljából az átlaló egyik szárát a fa alá kell dugnunk. Ez azonban, ha a fa szorosan a talajon fekszik, csak úgy lehetséges, ha a földet a megmérendő rész alól kikaparjuk. A méréskor aztán vigyáznunk kell, hogy az átlaló szára és a fa teste közé föld ne kerüljön.

Legyen a mi esetünkben a rönkő hossza 4 m, az átmérője felülről mérve 41 cm, alulról mérve pedig 43 cm, tehát átlag 42 cm.

a. *Huber* képlete szerint:

$$v = \gamma\, l = \frac{\pi}{4}\,\delta^2 l$$

Helyettesítve az értékeket:[2]

$$v = \frac{3{\cdot}1416}{4} \times 0{\cdot}42^2 \times 4 = \mathbf{0{\cdot}554\ m^3}$$

b. A gyakorlatban az a. alatti megoldást úgyszólván sohasem alkalmazzuk s csak olyan kivételes esetekben folyamodunk hozzá, ha segédtáblák nem állnak rendelkezésünkre. Ha ellenben hengertáblánk van (pl. az Erdészeti Zsebnaptárban), akkor egyszerűen felkeressük benne a 41 cm átmérőhöz tartozó szembefutó rovatot s ahol az a 4 m hossznak megfelelő vízszintes sort keresztezi, onnan minden számítás nélkül kiolvassuk a köbtartalmat.

[1] Lehrbuch der Holzmesskunde. 3. kiad. 96.

[2] A köbtartalmat *köbméterekben* akarjuk tudni, tehát ennek megfelelően a vastagságot is *méterekben* kell kifejeznünk.

A mi esetünkben

$$v = \mathbf{0{\cdot}554\ m^3}$$

Az eljárás elméleti és gyakorlati méltatásával az ...... oldalakon foglalkoztunk.)

2. példa. Pontosan meghatározandó egy fekvő lúcfenyőtörzs fatömege a. kísérleti, b. közönséges gyakorlati célokra, a *szakaszos köbözés* elvei szerint.

a. Ha a törzs az ágaktól még nincs megtisztítva, azokat fejszével levágatjuk, hogy az átlalásban ne zavarjanak. Ezután a mérőszalag kezdő (nullás) vonását a fa alsó végéhez illesztjük és a szalagot a törzs hátán végig kifeszítjük. A vágáslap azonban szabálytalan szokott lenni, mert a fejszével vágott hajk felső felülete nem merőleges a fa tengelyére. Ezt a szabálytalan részt a fa felhasználása előtt le szokták fűrészelni (bütüzés) ; az így eleső szabálytalan alakú darabok a hulladékba kerülnek. Ezeket nem szoktuk a szálfa vagy rönkő köbtartalmába beleszámítani. A szalag kezdővonását tehát mindig arra a pontra kell helyezni, amelyen a későbbi, szabályos vágáslap fog keresztül menni. Magától értetődik, hogy ennek a vágáslapnak lehetőleg közel kell feküdnie a levágott törzs alsó végpontjához, hogy mennél kevesebb legyen a bütüzési hulladék. Célszerű, ha a mérőszalagot a végkarikáján keresztül ütött szöggel rögzítjük meg a törzsön ; ez feleslegessé teszi, hogy mind a két végét egy-egy munkás tartsa.

Ezek után hozzáfoghatunk az átlaláshoz. Az alkalmazandó képlet a következő :

$$v = l\,(\gamma_1 + \gamma_2 + \text{—} + \gamma_n)$$

ahol l az *egyes szakaszok* hosszát, γ_1, γ_2, ... γ_n pedig az első, második... n-edik szakasz középső körlapját jelenti. Az adatokat áttekinthetően a következő berendezésű jegyzőkönyvben foglalhatjuk össze :

Távolság az alsó vágáslaptól	Középátmérő	Körlap
m	cm	m²
1	37·5	0·1104
3	35·7	0·1001
5	33·8	0·0897
7	32·6	0·0835
9	30·9	0·0750
11	30·9	0·0750
13	29·9	0·0702
15	28·0	0·0616
17	26·7	0·0560
19	25·8	0·0523
21	24·2	0·0460
23	21·8	0·0373
25	19·7	0·0305
27	16·8	0·0222
29	13·2	0·0137
31	10·0	0·0079
33	6·1	0·0029
35	2·9	0·0007
	Összesen	0,9350

Az első rovatot még az átlalás megkezdése előtt kitöltjük, előjegyezvén azokat az alsó vágáslaptól számított távolságokat, amelyekben a mérésnek történnie kell. Ha 2 méteres szakaszokban köbözünk, a részletek középszelvényei mindig a *páratlan* számú méterekre esnek.

Ezután az átlalót kezelő munkással bemondatjuk a mért átmérőket s beírjuk a megfelelő rovatba. Az **1, 3**, stb. méter hosszak a kifeszített mérőszalagon könnyűszerrel leolvashatók. Ha a fa hosszabb, mint a mérőszalag, akkor a végső osztásrész helyét krétával vagy bevágással megjelöljük, azután a kezdő osztásvonalat odaillesztve, a szalagot újból kifeszítjük. A mérésnek felülről és oldalról kell történnie, milliméter pontossággal. Legjobb az ilyen célra a mm beosztású fémátlaló. Az átlaló kezelése közben egyébként ugyanazokat az elővigyázati szabályokat kell betartanunk, mint amelyekről az 1. példában emlékeztünk meg. A keresztben mért két átmérő *átlagának* a kiszámítását (ez kerül a jegyzőkönyvbe) ne bízzuk a segéderőre, hanem mondassuk be mindkét mérés eredményét s magunk számítsuk ki az átlagot. A legbiztosabb, s különösen nagyobb terjedelmű kísérleti becslésekhez feltétlenül ajánlatos is a jegyzőkönyvnek olyan beosztása, hogy a két átmérő, valamint az utólagosan kiszámított átlagos átmérő bejegyzése számára külön-külön rovatunk legyen. Ez lehetővé teszi, hogy az átlagot utólagosan, benn az irodában számítsuk ki s ne legyünk kizárólag a fejszámolásra utalva. A jegyzőkönyv alakja tehát így módosul:

Távolság az alsó vágáslaptól	Felülről mért középátmérő	Oldalról mért középátmérő	Átlagos középátmérő	Körlap
m	cm	cm	cm	m²
1	37·0	38·0	37·5	0·1104
3	35·9	35·5	35·7	0·1001
5	33·4	34·2	33·8	0·0897
sat.	sat.	sat.	sat.	sat.

A »körlap« rovatát a megfelelő körlaptábla szerint (1. függelék) töltjük ki. Ennek a rovatnak az összegezése útján jutunk ahhoz az adathoz, mely a fennebb megadott képlet zárjelben lévő kifejezésének ($\gamma_1, \gamma_2, \ldots\ldots \gamma_n$) felel meg (példánkban 0·9350 m²). Ezt még a szakaszok közös hosszával (itt 2-vel) kell megszoroznunk, hogy az egész fa köbtartalmát kapjuk.

$$v = 2 \times 0{\cdot}9350 = \mathbf{1{\cdot}870\ m^3}$$

Egyszerűsíthetjük a számítást az olyan hengertábla segítségével, amilyent a függelék mutat be (Hengertábla 2 méteres darabok köbözésére). Ebből mindjárt a 2 m hosszú törzsrészletek köbtartalmát olvashatjuk ki. Tehát a képletet ilyen alakban alkalmazhatjuk:

$$v = v_1 + v_2 + \ldots + v_n$$

Itt v_1, v_2, ...v_n az egyes szakaszok köbtartalmát jelenti. A felvételi jegyzőkönyv ebben az esetben így alakul:

Távolság az alsó vágáslaptól	Középátmérő	Köbtartalom
m	cm	m³
1	37·5	0·2209
3	35·7	0·2002
5	33·8	0·1794
7	32·6	0·1669
9	30·9	0·1500
11	30·9	0·1500
13	29·9	0·1404
15	28·0	0·1231
17	26·7	0·1120
19	25·8	0·1045
21	24·2	0·0920
23	21·8	0·0746
25	19·7	0·0610
27	16·8	0·0443
29	13·2	0·0274
31	10·0	0·0157
33	6·1	0·0058
53	2·9	0·0013
	Összesen	**1.8695**[1]

b. Ha csak *gyakorlati* célokra becsülünk, elegendő az átmérőt centiméternyi pontossággal mérni és a köbtartalmat két vagy három tizedesig kiszámítani. Erre a célra a közönséges hengertáblákat használhatjuk. A mérés előkészületei egyébként egyeznek az a. alatt leírtakkal. Az átlalás itt is két irányban, felülről és oldalról történik. A centiméter törtrészeit, ha 0·5-nél többre rúgnak, felfelé, ellenkező esetben lefelé kerekítjük ki. Ha az átlaló éppen 0·5-en áll, egyszer a nagyobb, másszor a kisebb átmérőt írjuk be.

Minthogy a centiméteres pontossággal mért átmérőre nézve a 2 méteres törzsrészlet köbtartalmát a hengertáblából mindig közvetlenül olvashatjuk ki, *a körlaptáblát a gyakorlati célokra szolgáló szakaszos köbözés teljesen mellőzheti.* A jegyzőkönyv alakja ilyenkor a következő:

[1] A végösszegben jelentkező csekély eltérés az utolsó tizedesek kikerekítéséből származik.

Távolság az alsó vágáslaptól	Középátmérő	Köbtartalom
m	cm	m^3
1	37	0·215
3	36	0·203
5	34	0·182
7	33	0·171
9	31	0·151
11	31	0·151
13	30	0·141
15	28	0·123
17	27	0·114
19	26	0·106
21	24	0·090
23	22	0·076
25	20	0·063
27	17	0·045
29	13	0·026
31	10	0·016
33	6	0·006
35	3	0·001
	Összesen	**1,880**

A végösszeg: 1,880 m^3, kereken ½%-kal nagyobb, mint amennyit az a. alatti pontos eljárással kaptunk. Ezt az eltérést az okozta, hogy az átmérő kikerekítése (véletlenül) túlnyomóan felfelé történt. De némi hibát okozhat a köbtartalomnak 3 tizedesre való kikerekítése is.

34. ábra. Gyakorlati példa a szakaszos köbözéshez

3. példa. Meghatározandó (gyakorlati célokra) egy fekvő tölgy fatömege a következő választékok szerint részletezve: I. és II. osztályú szerfa, tűzifa. A rőzsefa mellőzendő. Az I. osztályú szerfa alatt itt a szabályos növésű, síma felületű, hibátlan részek, a II. osztályú alatt a szerfának még alkalmas, de görbe vagy göcsös anyag értendő.

Miután a ledöntött fát legallyaztuk s a mérőszalagot rajta a fentebb leírt módon kifeszítettük, alaposan szemügyre kell vennünk a törzset, annak megítélése végett, hogy mely részei felelnek meg az egyes választékok követelményeinek. Mi ebben a példában azt a leggyakoribb esetet feltételezzük, hogy a törzs alsó, ágatlan részéből kerül ki a legjobb anyag, felső, elágazó része rosszabb minőségű s így részben másodrendű szerfát, részben csak tűzifát ad.

A 34. ábra a választékolás módját s a kimutatás a köbözés végrehajtását mutatja be. Az ábra a fa torzított hosszmetszetének *a felét* ábrázolja. A tűzifát az egyszerűség kedvéért csak együttesen számítottuk ki; nem volna azonban akadálya annak, hogy a hasábfára, vastag- és vékony dorongfára eső részeket külön-külön köbözzük meg. Erre egyébiránt a gyakorlatban ritkán van szükség. A szerfa behatóbb választékolása ellenben könnyen előfordulhat (különösen a fakereskedelemben). Az eljárás lényegén azonban ez mindaddig, amíg csak a *körmetszetű* fa köbözéséről van szó, nem változtat.

Választék	Távolság az alsó vágáslaptól	Középátmérő	Köbtartalom	Megjegyzés
	m	cm	m^3	
I. oszt. szerfa (középátmérő 34 cm)	1	41	0·264	
	3	37	0·215	
	5	35	0·192	
	7	33	0·171	
	9	32	0·161	
	10·5	31	0·075	1 méteres darab
	Összesen:		1·078	
II. oszt. szerfa (középátmérő 26 cm)	12	30	0·141	
	14	27	0·114	
	16	25	0·098	
	18	21	0·069	
	Összesen:		0·422	
Tűzifa (a rőzsefa kizárásával)	20	17	0·045	
	22	13	0·026	
	24	8	0·010	
	1	12	0·023	ágak
	3	10	0·016	ágak
	5	8	0·010	ágak
	1	9	0·013	ágak
	3	9	0·013	ágak
	5	8	0·010	ágak
	Összesen:		0·166	

A köbözési jegyzőkönyv adataihoz még a következő magyarázatot fűzzük:

1. A törzsből, mint az ábra mutatja, 11 métert találtunk alkalmasnak I. osztályú szerfára. Volt tehát benne 5 kétméteres szakasz s ezenfelül még 1 egyméteres. Ennek az utóbbinak a középátmérője a vágáslaptól 10·5 m távolságban feküdt, tehát az 1. és 2. példában bemutatott mintától eltérően itt kellett a mérésnek történnie.

2. A további kétméteres szakaszok középső körlapjai mind a párosszámú méterekre estek, tehát a mérésnek ehhez kellett alkalmazkodnia.

3. Az 5 cm-nél vastagabb ágak szintén a megbecsülendő tűzifához tartoznak. Ezeket éppenúgy mérhetjük, mint magát a törzset. A mérőszalagot azonban, különösen ha csak néhányméteres darabról van szó, többnyire nem szoktuk kihúzni, hanem az átlaló vonójával mérjük le a kívánt távolságot. Erre a célra különösen az olyan átlaló alkalmas, amelynek beosztása 80 cm-ig terjed, vonójának egész hossza pedig, a szilárd szár alsó vastagságát is beleszámítva, éppen 1 méter.

4. Ha az elhanyagolt csúcsrész köbtartalmát is ki akarnók számítani, ezt a darabot mint épkúpot köbözhetnők, ugyancsak a $v = \gamma l$ képlet szerint. Hogy a kívánt pontosságot a közönséges hengertáblával is biztosíthassuk, az ilyen kisméretű darabok köbözéséhez fogásokat kell alkalmaznunk. Ezekről a következő példákban lesz szó.

4. példa. Kiszámítandó egy 36 cm középátmérőjű, 10·6 m hosszú szálfa köbtartalma az Erdészeti Zsebnaptárban lévő hengertábla segélyével.

A szóbanforgó segédtáblák a hosszúságot csak *egész* méterekben adják meg. A kitűzött feladatot tehát csak közvetett úton oldhatjuk meg; először a 10 m hosszú henger köbtartalmát olvassuk ki, aztán hozzáadjuk a 0·6 m hosszú henger köbtartalmát. Az utóbbit úgy kapjuk, hogy a 6 méter hosszú henger köbtartalmát tízzel elosztjuk. Ez az eljárás jogosult, mert a henger köbtartalma egyenes arányban áll a magasságával. A keresett eredmény tehát

A 10 méteres darab köbtartalma	1·018 m³
A 0·6 « « «	0·061 «
Összesen ...	**1·079 m³**

5. példa. Meghatározandó az Erdészeti Zsebnaptár segélyével valamely 6,2 m hosszú, 34 cm vastag rönkő köbtartalma. Ez a legegyszerűbben úgy történhetik, hogy a táblázatból a 62 méteres henger köbtartalmát olvassuk ki, s azt elosztjuk tízzel. A keresett köbtartalom tehát:

$$\frac{5{\cdot}629}{10} = \mathbf{0{\cdot}563\ m^3}$$

Ezt az egyszerű eljárást természetesen csak a 10 m-nél rövidebb darabokra alkalmazhatjuk.

Vannak olyan segédtáblák is, amelyek a hosszúságot deciméter pontossággal adják. Ilyeneket találhatunk szerző Erdőmérnöki Segédtábláiban is (Szálfák és rönkők köbtartalma köbméterekben. 146. l.) Ezekből a köbtartalom közvetlenül kiolvasható. A mi esetünkben, 2 tizedesre kikerekítve:

$$v = \mathbf{0{\cdot}56\ m^3}$$

6. példa. Egy szabályos növésű, egyenes rőzsedarab hossza 1 m, középátmérője 3·4 cm. Mennyi a köbtartalma?

Tudjuk, hogy mennél kisebb az átmérő, annál érzékenyebb a körlap s így a köbtartalom is az átmérő mérésében elkövetett hiba iránt. Ezért az ilyen vékony darabon, ha csak annyira-amennyire megbízható eredményt akarunk elérni, az átmérőt milliméter pontossággal kell mérnünk s ehhez kell alkalmazkodnunk a köbözéssel is. Ha olyan hengertáblánk van, amely az átmérőt csak *egész* centiméterekben adja, akkor a tízszeres átmérőre (itt 34 cm) vonatkozó köbtartalmat olvassuk ki, s azt elosztjuk 100-zal. Tehát:

$$v = \frac{0{\cdot}901}{100} = \mathbf{0{\cdot}00091\ m^3}$$

Az eljárás jogosultsága nem kétséges, ha meggondoljuk, hogy a köbtartalom egyik tényezője: a keresztszelvény területe, az átmérő *négyzetével* arányos:

$$\frac{\pi}{4} d^2 = g$$

és

$$\frac{\pi}{4} (10\,d)^2 = \frac{\pi}{4} 100\,d^2 = g$$

tehát: ha az átmérőt megtízszereztük, ezáltal a körlapot megszázszoroztuk.

7. *példa.* Egy kis rőzsemintadarab hossza 41 cm, középátmérője 3·9 cm. Mennyi a köbtartalma?

Kiolvassuk a 100-szoros hossznak (41 m) és tízszeres átmérőnek (39 cm) megfelelő köbtartalmat és osztjuk 10 000-rel. Tehát:

$$v = \frac{4{\cdot}898}{10000} = \mathbf{0{\cdot}0004898\ m^3}$$

Az eljárás a fennebbiek után további magyarázatra nem szorul.

8. *példa.* Valamely ledöntött fatörzs hosszát 24 m-nek, a hosszúság ¼-ében mért átmérőt (azaz $d_{1/4}$-et az alsó vágáslaptól számítva 6 m távolságban) 30 cm-nek, a felső negyedben mért átmérőt ($d_{3/4}$) pedig 20 cm-nek találtuk volna. Meghatározandó a törzs köbtartalma *Schiffel* eljárása szerint.

Schiffel köböző-tábláiban[1] (l. alább) felkeressük a lap fején a megfelelő hosszat (itt 24 m), s azután a $d_{1/4}$ és $d_{3/4}$ útmutatásával kiolvassuk a köbtartalmat. Ez a mi esetünkben: **1.243 m³**.

Kivonat Schiffel köbözőtábláiból[1]

Hossz: 24 m.

$d_{1/4}$	$d_{3/4}$	Köbtartalom	Középátmérő[2]
cm		m³	cm
30	14	1·082	22·3
	15	1·803	22·8
	16	1·126	23·4
	17	1·151	23·9
	18	1·179	24·5
	19	1·206	24·9
	20	1·243	25·5
	21	1·278	26·0
	22	1·314	26·4
	23	1·355	26·9
	24	1·397	27·4
	25	1·440	27·8
31	14	1·148	22·8
	15	1·168	23·3
	s így tovább		

[1] Die Kubierung von Rundholz. Wien, 1902. (Mitteilungen aus dem forstl. Versuchswesen Österreichs. XXVII. füzet, 133.).

[2] A középátmérő csak azért szerepel a táblázatban, hogy a vastagsági osztály megállapítását megkönnyítse.

1. Csoportos köbözés különleges segédtáblák nélkül

Ha az azonos átmérővel vagy hosszúsággal bíró darabokat egy csoportba foglaljuk, a köbözési eljárást lényegesen egyszerűsíthetjük. Méginkább megrövidül a számítás, ha az egy csoportba tartozó anyag mind a hosszúságra, mind a középátmérőre nézve egyöntetű.

1. Ha valamely csoporton belül a hosszúság egyező, akkor először a vastagsági fokok szerint összefoglalt darabszámot határozzuk meg, majd a körlapszorzási táblából kiolvassuk a megfelelő körlapösszegeket. Ezeknek az összegezése és a közös hosszúsággal való szorzása útján jutunk az illető csoport összes fatömegéhez.

Példa. Egy csoportban van 4 méter hosszú rönkőnk:

32 cm középátmérővel	10 db körlapösszege	......	0·804 m^2
34 « «	22 « «	......	1·997 «
36 « «	23 « «	......	2·341 «
38 « «	12 « «	......	1·361 «
40 « «	8 « «	......	1·005 «
Összesen	75 db körlapösszege	......	7,508 m^2

A köbtartalom tehát együttesen:

$$7{\cdot}508 \times 4 = \mathbf{30{\cdot}032\ m^3}$$

Eljárhatunk úgy is, hogy a hengertáblából vastagsági fokonkint kiolvassuk *egy* rönkő köbtartalmát, s azt az illető csoport törzsszámával megszorozzuk. Az így kapott szorzatokat azután összegezzük.

Példa (az előbbi adatokkal):

Középátmérő	Darabszám	1 (4 méteres) rönkő köbtartalma	Összesen
32 cm	10	0·322 m^3	3·220 m^3
34 cm	22	0‘363 m^3	7·986 m^3
36 cm	23	0·407 m^3	9·361 m^3
38 cm	12	0·454 m^3	5·448 m^3
40 cm	8	0·503 m^3	4·024 m^3
		Összesen:	**30,039 m^3**

Az előbbi eljárás egyszerűbb ennél, mert kevesebb szorzást kíván.

2. Ha a darabok középátmérője egyezik, de hosszúságuk különböző, akkor a segédtáblából kiolvasott körlapot még a hosszúságoknak folyóméterekben kifejezett összegével kell megszoroznunk, hogy az együttes fatömeget megkapjuk.

Példa. 9—11 cm (átlagosan tehát 10 cm) középátmérőjű rúdunk van:

21	db	2·0	m	hosszú,	azaz	összesen	42	folyóméter,
16	«	2·5	«	«	«	«	40	«
31	«	3·0	«	«	«	«	93	«
22	«	3·5	«	«	«	«	77	«

Összesen 90 db rúd, együttes hosszuk 252 folyóméter.

A 10 cm átmérőjű kör területe a körlaptábla szerint 0·00785 m^2, a rudak összes *köbtartalma* tehát:

$$0{\cdot}00785 \times 252 = \mathbf{1{\cdot}978\ m^3}$$

2. Csoportos köbözés különleges segédtáblákkal

Bár az 1. alatt leírt összefoglaló eljárások a köbözési munkákat lényegesen egyszerűsítik, olyankor, amikor nagyobb mennyiségű, választékok és méretek szerint csoportosított faanyag köbözéséről van szó, még jobban megkönnyíthetjük a számítást az erre szolgáló, célszerűen szerkesztett segédtáblákkal. Ilyenek a *rönkő-* és a *rúdköböző táblák.* Ezek tapasztalati úton, igen sok pontos adat középszámaiból levezetett táblázatos kimutatások, amelyek, bár egyes rönkők vagy rudak köbözésére kevésbbé alkalmasak, nagyobb terjedelmű csoportok köbtartalmát mégis a kívánt pontossággal adják. Ez az ellentétes értelmű hibák kiegyenlítődésében leli magyarázatát.

a A rönkőköbözőtáblák

A nagyobb rakodókon a rönkőket célszerűségi okokból úgy csoportosítják, hogy az egyenlő hosszúságú és egyenlő vastagságú rönkők egy rakásba (vagy: máglyába) kerüljenek.[1] A vastagság szerinti osztályozás alapja ilyenkor nem a középátmérő, hanem a *felső átmérő* (azaz a rönkő vékonyabb végének az átmérője). Ezt gyakorlati okok teszik szükségessé, mert a rönkőkből termelhető fűrészárú mennyisége természetszerűen ettől a felső átmérőtől függ. A felmáglyázáskor ezek a vékonyabb végek mind egy oldalra kerülnek, a máglya teteje tehát nem vízszintes, hanem a vastagabb rönkővégek felé emelkedik. A rendezett rakodókon a máglya mellett gyakran tábla áll, melyről a rönkők közös hossza és felső átmérője

[1] A székelyföld egy részén az ilyen máglyát *esztivának* is nevezik (az oláh *stivából*).

(illetőleg azok határértékei), valamint az illető csoportokban fekvő rönkők száma olvasható le.

Minthogy a rönkők egymásra vannak halmozva, átlalóval legfeljebb a kívül fekvő darabok középátmérője mérhető, a többihez csak a máglya szétbontásával lehetne hozzáférkőzni. *Huber* képlete szerint tehát igen körülményes volna a köbözés. De nehéz a *Smalian*-féle képlet alkalmazása is, mert mind a két vágáslap megmérését szükségessé teszi, márpedig a nagyobb rakásokban nem igen lehet megállapítani, hogy ugyanannak a rönkőnek melyik két bütülap felel meg. Sokkal célszerűbben oldja meg a kérdést a *rönkőköböző tábla.* Ennek a m. erdőkincstárnál használt régi alakját (fenyőrönkők köbözésére) a függelék *D* táblázata mutatja be.[1]

Ha ismerjük az egy máglyában levő rönkők átlagos felsőátmérőjét és hosszát, a táblázatból kiolvashatjuk egy rönkő köbtartalmát s azt megszorozva a rönkők számával, az egész máglya fatömegét megkapjuk.

Példa. Az egyik máglya 50 darab 4 méter hosszú rönkőt tartalmaz. Felső átmérőjük 31—35, tehát átlagosan 33 cm. Mennyi az összes köbtartalmuk ?

Egy ilyen rönkő köbtartalma a függelék *D* táblázata szerint 0·39 m^3, 50 darabé tehát 50 × 0·39 = **19·5 m^3**.

A rúdköbözőtáblák

Ugyancsak tapasztalati, átlagos adatok alapján készített táblázatok; céljuk sok rúd vagy karó együttes, gyors megköbözése. Egyik alakját az Erdészeti Zsebnaptárból átvett s a függelékben az *E* jel alatt foglalt táblázatban mutatjuk be.

Amint a rovatfejből kitűnik, a köbtartalmak 100 *darabra* vonatkoznak s a *hosszúság* és az *alsó átmérő* függvényeképpen olvashatók ki. Az alsó átmérő alatt azonban itt nem a tulajdonképpeni vágáslap átmérőjét kell érteni, hanem annak a körlapnak az átmérőjét, amely a vágáslaptól 10 cm-nyire fekszik. Maga a vágáslap ugyanis többé-kevésbbé szabálytalan szokott lenni s ha ezt vennők alapul, csökkentenők a becslés pontosságát. A terpeszkedés hatásának kikerülése céljából a különféle szerzők más-más távolságban mérték az alsó átmérőt, így : *Pressler*[2] a vékonyabb anyagon a vágáslaptól 10 cm-nyire, a vastagabbon általában ott, ahol a terpeszkedés megszűnik, *Cotta* (*Kunze* szerint) 0·5 m-nyire[3], *Nörd*-

[1] Erdészeti Segédtáblák 1883, 71. l. és Erd. Zsebnaptár. Származásuk ismeretlen. Ilyenek *Kunze* táblái a lúcfenyő és erdeifenyő rönkőkre. (Erdőmérnöki Segédtáblák, 182—185. és Erd. Zsebnaptár, 1943. I. köt. 366—367.

[2] Holzwirtschaftliche Tafeln 1881, 53.

[3] *Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde. 3. kiad. 98.

linger[1] és *Schuberg*[2] 1 méternyire. Az újabb rúdköbözőtáblák nagyrészt az utóbbi alapot fogadják el.

Meg kell jegyeznünk, hogy mind a rönkő-, mind a rúdköböző táblázatok adatai, mint ezt a tapasztalat bizonyítja, nemcsak fafajonkint, hanem a táblázatokhoz felhasznált anyag származási viszonyai szerint is változnak s ezért nem is általános érvényűek. Alkalmazásukkor ez a körülmény, amennyire lehetséges, figyelembe veendő, különben számolnunk kell azzal, hogy becsléseink csak tágabb hibahatárokon belül felelhetnek meg a valóságnak.

Példa. 5—7 méter hosszú és 7—9 cm alsó átmérőjű, 10 cm-nyire a vágáslaptól mért 156 db rúdunk van egy rakásban. Mennyi az egész rakás köbtartalma?

A függelék E. táblázata szerint 100 darab átlag 6 m hosszú és 8 cm vastag

rúd köbtartalma	1·57 m³
50 darabé	0·79 «
6 «	0·09 «
Összesen	**2·45 m³**

3. A csoportköböző segédtáblák szerkesztése

A segédtáblák szerkesztésének részleteibe és az idevágó eljárások módozatainak a tárgyalásába nem bocsátkozunk s csupán a lényeg ismertetésére szorítkozunk.

Már 2. alatt említettük, hogy az ilyen táblázatok összeállításához mindenekelőtt sok tapasztalati adatra van szükségünk. *Kunze* például az ő fenyőrönkő-köbözőtábláihoz[3] 25909 lécfenyő és 12270 erdeifenyő rönköt, *Salvadori Ottó*[4] pedig a tiroli táblák szerkesztéséhez 28 038 fenyőrönköt használt fel[5]. A különböző méretű rönkők fatömegét szakaszos köbözéssel pontosan meg kell határozni; azután az egyenlő hosszúságú és egyenlő felső átmérőjű rönkőket (papíroson) egy csoportba foglalni. Ha az egyes csoportokba tartozó rönkők köbtartalmát összegezzük és elosztjuk az illető csoportba eső rönkők számával, a közös hosszúságnak és felsőátmérőnek megfelelő *átlagos köbtartalmát* kapjuk. Ezeket az átlagos adatokat azután a különböző hosszúságok szerint csoportosítva,

[1] Allg. Forst- und Jagdz. 1833, 315. o. és 1835, 229.

[2] Forstwissenschaftliches Zentralblatt 1885, 497. és *Grundner—Schwappach:* Táblák állófák és faállományok fatömegének meghatározására. Budapest, 1916.

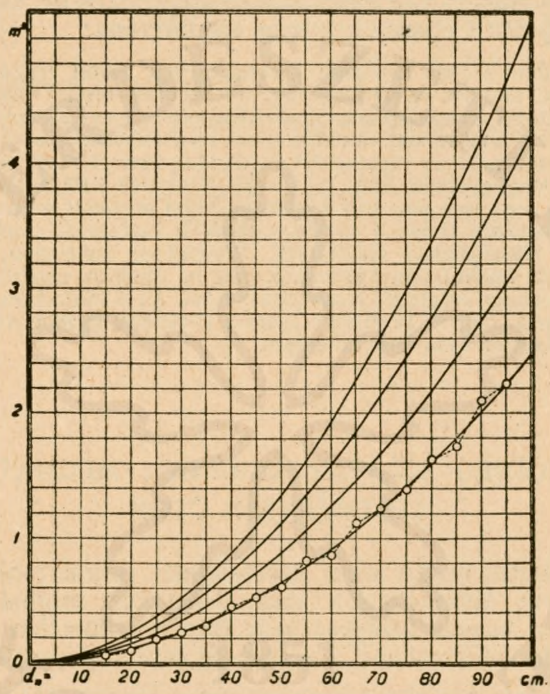
[3] Massentafel für Nadelholzklötze nach Oberstärke, Dresden, 1870.

[4] Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1877, 444.

[5] Az első ilyen táblázatot *Burckhardt* hannoveri *főerdész* közölte. (Forstliche Hilfstafeln, Hann. 1856.)

rajzban is feltüntetjük egy olyan tengelyrendszerben, amelynek fekvő tengelye a felsőátmérő, állótengelye pedig a köbtartalom kifejezésére szolgál. Az így kapott pontsorokat összekötve, illetőleg kisimítva, kapjuk aztán a köbtartalom görbéit ; a görbékről a különböző vastagságokhoz tartozó adatokat leolvassuk és táblázatba foglaljuk.

A kiegyenlítés során azt is figyelembe kell venni, hogy az egyes csoportok átlagos köbtartalmát *mennyi adat* alapján számí-



35. ábra. A rönkköbözőtábla számsorai. A legalsó görbe a 3 méteres rönkök köbtartalmának a kiszámítását szemlélteti, a fölötte lévők sorban a 4, 5, 6 m hosszú rönkökre vonatkoznak. d_n = a felső átmérő

tottuk ki ; a görbe szerkesztése közben a népesebb csoportokra nagyobb figyelemmel kell lenni, mint azokra, amelyekre kevés adat esik. A görbék kisebb szabálytalanságait a *különbözeti sorok* rajzábrás kiegyenlítése és az ezek útján nyert igazításokkal küszöbölhetjük ki. De nem elég, hogy a különféle hosszúságokra vonatkozó görbék önmagukban szabályosak legyenek, hanem egymáshoz való vonatkozásaiknak is összhangban kell lenniök. Ezt a célt ismét csak a szerkesztéses kiegyenlítéssel érhetjük el. Ha az eredeti görbékben így támadt eltolódások szükségessé teszik, a kiegyenlítő eljárást az egyes görbékre nézve külön-külön hajtjuk végre, majd a görbék közti viszonyokra nézve is megismételjük, mindaddig, amíg az egyenetlenségek lehetőleg teljesen elsímulnak.

Hasonló elvek szerint szerkesztjük a rúdköböző táblákat is. Magától értetődik, hogy az ilyen kiegyenlítő munkák sok időt és türelmet kívánnak s a megfelelő érzéket és hozzáértést feltételezik. A fatömegtáblák és fatermési táblák szerkesztéséről szóló fejezetben a kiegyenlítő eljárásokra még visszatérünk.

A 35. ábra a régi Erdészeti Zsebnaptárban közölt rönkőköböző tábla fatömeggörbéit mutatja be (*D* függelék). A 3 méteres hosszra vonatkozó görbe mellett a köbözési adatokból *közvetlenül* kiszámított *nyers* átlagadatok pontjai (körülkarikázva) is fel vannak tüntetve annak szemléltetésére, hogy hogyan kell a rajtuk keresztülvonuló zeg-zúgosan tört vonalat folytonos, töréstől mentes görbévé átalakítani. (Megjegyezzük, hogy az eredeti felvételek nem álltak rendelkezésünkre s így a zeg-zúgos alak csak a példa kedvéért berajzolt, képzelt eredményvonal.) Feltételezzük ebben a példában, hogy a vastagsági csoportokat 5—5 centiméteres kikerekítéssel alakították. Elméletileg pontosabb, ha minden csoporton belül külön-külön határozzuk meg az átmérők számtani közepesét s az annak pontosan megfelelő rendszálra rakjuk fel a köbtartalmat. Ha azonban *sok* adatunk van, ez az átlag a csoport közepével gyakorlatilag összeesik s külön kiszámítása nem igen szükséges.

VIII. A KÉREG KÖBTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA TESTMÉRTANI ÚTON

A fa testét borító kéreg köbtartalmát testmértani úton közvetlenül nem határozhatjuk meg. Közvetve meghatározhatjuk azonban úgy, hogy a kéregben mért fa köbtartalmából levonjuk a lekérgezett fa köbtartalmát. A különbség adja a kéreg köbtartalmát.

A köbözés történhetik bármely képlet szerint. Ha nem fontos a pontosság, a köbözést egydarabban, *Huber* képletével végezzük. Ha azonban megbízhatóbb adatokra van szükségünk, okvetlenül a szakaszos köbözéshez kell folyamodnunk s az átmérőket *milliméter pontosságig* kell meghatároznunk. Nyilvánvaló ugyanis, hogy az aránylag vékony kéreg köbözésében már 1—2 milliméter elhanyagolása is igen nagy százalékos hibát okozhat.

Miután a fekvő fát (szálfát vagy rönkőt) kérgében már megköböztük, nem szükséges a kérget egészen lehántani, hanem csak ott faragjuk le óvatosan, ahol a fát az átlalóval megmérjük. Így sok munkát takaríthatunk meg.

Példa. Egy 6 méteres rönkő kérgének a köbtartalma szakaszos köbözéssel (2 m-es szakaszokkal) határozandó meg. Az átmérők a következők:

Távolság az alsó vágáslaptól	Átmérő		Köbtartalom[141]	
	kéregben	kéreg nélkül	kéregben	kéreg nélkül
1 m	40·1 cm	39·1 cm	0·2526 m³	0·2401 m³
3 m	38·8 cm	37·9 cm	0·2365 m³	0·2256 m³
5 m	37·7 cm	36·9 cm	0·2233 m³	0·2139 m³
		Összesen	0·7124 m³	0·6796 m³

[141] L. függelék, *C.* táblázat.

A kéreg köbtartalma tehát: 0·7124—0·6796 = **0·328 m³**, vagy százalékokban kifejezve:

$$\frac{3{\cdot}28}{0{\cdot}7124} = \mathbf{4{\cdot}6}\%$$

III. FEJEZET

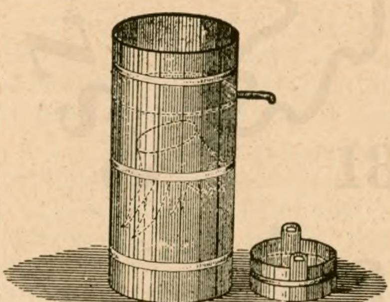
A FIZIKAI KÖBÖZÉS

Fizikai köbözést alkalmazunk mindazokban az esetekben, amikor a köbözendő anyag minősége a testmértani köbözést lehetetlenné teszi (szabálytalan növésű ágfa, rőzse, leveles gallyak, tuskó- és gyökérfa, lehántott kéreg), vagy néha olyankor is, amikor egyes (esetleg testmértani úton is köbözhető), csekélyebb terjedelmű fadarabok térfogatát egészen pontosan akarjuk meghatározni. Ami egyébként a fizikai köbözés megbízhatóságát illeti, *megjegyzendő, hogy jelentékeny különbségek vannak az egyes eljárások között.* Hogy melyiket válasszuk, az a becslés céljától függ.

A természettani köbözés történhetik: 1. vízbesüllyesztéssel, 2. súlyméréssel, 3. a fajsúly segítségével.

1. *A vízbesüllyesztés módszere. A xylométer*[1] vagy *faköböző edény*

Ha valamely fadarabot víz alá süllyesztünk, az a saját térfogatával egyenlő térfogatú vízet szorít ki a helyéből. Ha ezt a kiszorított vizet módunkban van külön edényben felfogni és ürmértékkel megmérni, közvetlenül a vízbesüllyesztett fadarab köbtartalmának ismeretéhez jutunk. Ilyen elven alapul *Heyer faköböző edénye*[2] melyet a 36. ábra mutat be. Az edényt mindenekelőtt a levezetőcső színtjéig megtöltjük vízzel. Azután a köbözendő fadarabot a víz



36. ábra. Heyer faköböző edénye

[1] A különféle rendszerű xylométereket behatóan tárgyalja *Baur Ferenc:* »Untersuchungen« über den Festgehalt und das Gewicht des Schichtholzes und der Rinde, Augsburg 1879.« c. műve (15. és köv.).

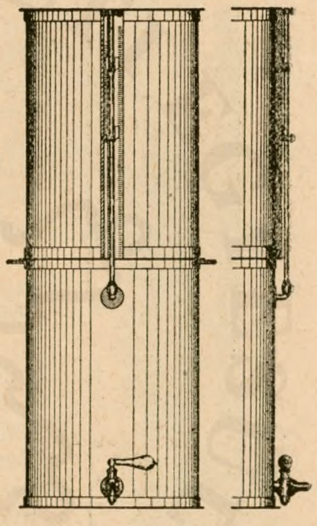
[2] Anleitung zu forststatischen Untersuchungen, Giessen 1846, 57.

alá nyomjuk, úgy hogy azt a víz éppen elborítsa. Ezáltal a víz színe emelkedik, s a csövön át megindul a vízfolyás. A kifolyó vízet, melynek térfogata egyenlő a víz alá süllyesztett fadarab térfogatával, külön edényben fogjuk fel, hogy ürmértékekbe (liter és deciliter-mértékekbe vagy mércés üvegedénybe) öntve meghatározhassuk a köbtartalmát, amelyet azután köbméterekben fejezünk ki.

Heyer eljárása annyiban érdemel figyelmet, hogy különleges felszerelést nem kíván s bárhol olcsón végrehajtható. Hátránya a lassúsága s az edénnyel való méregetés körülményessége[1].

A köbözés másik módja szerint nem folyatjuk le a kiszorított vizet, hanem köbtartalmát a köbözőedényben lévő vízoszlop szintjének emelkedéséből és keresztmetszetének területéből számítjuk ki. Ehhez azonban állandó keresztszelvényű, pontosan készített edényre van szükségünk, míg a Heyer-féle eljárásnak bármilyen alakú, hosszúkás víztartó (pl. hordó is) megfelel.

Hossfeld Vilmos a kiszorított vízoszlop magasságát közvetlenül mérte le az edény *belsejében*[2]; *Egger* bajor erdőmester tökéletesítette az eljárást, ő ugyanis szilárd mércét alkalmazott az edény *belső* falára[3]. 1837-ben *Reissig*[4] és később tőle függetlenül *Klauprecht*[5] még kényelmesebbé tette a leolvasást azáltal, hogy a «*xylométer*» belsejéből közlekedőcsövet vezetett ki, amelynek üvegből készült részében a víz állása könnyen megfigyelhető és a cső mellé alkalmazott mércén leolvasható volt. A régi négyszögletes *köbözőszekrény* helyett körmetszetű edényt használtak. A xylométer alakján és szerkezetén később még többen változtattak. Így *Hartig* Tivadar[6],



37. ábra. A Ganghofer-Baur-Böhmerle-féle faköbözőedény (xylométer)

[1] Hasonló elveken alapult *Hartig Róbert* köbözőedénye is (Das spezielle Frisch- und Trocken-Gewicht, des Wassergehalt und das Schwinden des Kiefernholzes. Berlin 1874).

[2] Niedere und höhere praktische Stereometrie. Leipzig, 1812, 33.

[3] *Wedekind* und *Behlen,* Allg. Jahrbücher der Forstkunde. 1835, IV. füz.

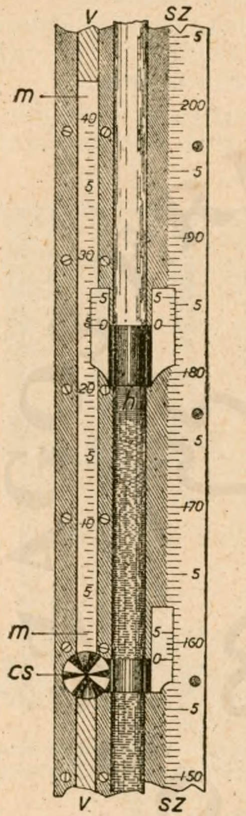
[4] *Baur:* Holzmesskunde 1891, 105. és *Wedekind:* Neue Jahrbücher der Forstkunde 1846, 9.

[5] Holzmesskunst, Karlsruhe, 1846, 12.

[6] Vergleichende Untersuchungen über den Ertrag der Rotbuche stb. 2. kiad. Berlin, 1851, 10—12.

Baur Ferenc[1], *Ganghofer* Ágoston[2] és *Bőhmerle* Károly[3]. Jelenleg leginkább a *Ganghofer* és *Baur* közös megállapodása szerint szerkesztett s *Bőhmerle* eltolható mércéjével felszerelt xylométert használják (37. ábra).

Ez a köbözőedény 134 cm magas, 46 cm átmérőjű, bádogból készült, pontosan kidolgozott üres henger; belseje az edény falával egyközűen megerősített övegcsővel a közlekedő edények törvényeiszerint függ össze. A csőtől jobbra szilárd mérce van (38. ábra *sz—sz*), melyről a vízszín magassága, illetőleg az edényben lévő víz köbtartalma olvasható le. A leolvasás megkönnyítésére a csövön alá- és feltolható, nóniusszal felszerelt fémhüvelyke (h) szolgál; felső peremét a víz színével kell összevágatni. Ha a jobboldali szilárd mércét használjuk, két leolvasásra van szükségünk. Leolvassuk a közlekedő csőben lévő víz állását a fadarab vízbesülíyesztése előtt és után. A két leolvasás különbsége adja, tizedliterekben (azaz tízezred köbméterekben) a helyéből kiszorított víz köbtartalmát.



38. ábra. A köbözőedény mércéje és leolvasófelszerelése. *sz-sz* : szilárd mérce *m-m* : mozgatható mérce, *v-v* : annak vezetéke, *cs* : rögzítőcsavar, *h* : nóniuszos eltolható fémhüvely

A kétszeres leolvasás és az ezzel kapcsolatos számítási művelet elkerülését szolgálja a *Bőhmerle mozgatható mércéje*, (*m—m*) mely az üvegcsőtől balra van. Ez a mérce fémvezetékben (v—v) tolható felfelé vagy lefelé s beosztása olyan, hogy 0 pontja az alsó végével kapcsolatos fémhüvelyke peremével vág össze. Beosztása egyébként egyezik a szilárd mércével. Mielőtt a köbözendő anyagot víz alá nyomnók, a fémhüvely felső szélét a csőben lévő vízoszlop felszínével vágatjuk össze s ebben a helyzetben a szorítócsavarral (cs) rögzítjük. Ezután alámerítjük a köbözendő fadarabot s a mozgatható hüvelyt (h) addig toljuk fel vagy le, míg nóniuszának 0 vonása a felemelkedett víz szintjével vág egybe. Ekkor a mozgómércén közvetlenül olvashatjuk le (tizedliterekben) a fadarab köbtartalmát.

[1] Holzmesskunde. 4. kiad. Berlin 1891, 108—111.
[2] Das forstliche Versuchswesen. I. kötet, Augsburg 1881, 85.
[3] Centralblatt für das gesamte Forstwesen. 1888, 23.

A 38. ábra szerint például 24·8 l-t, azaz 0·0248 m^3-t olvasnánk le. Ugyanezeknek a vízállásoknak a jobboldali szilárd mércén 158·7, illetőleg 183·5 felel meg. A kettő különbsége szintén 24·8 l.

A faanyag vízalányomására fogantyúval felszerelt, átlyukgatott fémkorong szolgál, ezt magát is víz alá süllyesztjük (a tetején lévő rézcsavar szintjéig). Térfogata pontosan adva lévén, azt a kiszorított víz köbtartalmából egyszerűen levonjuk.

A víz alá szorított faanyagot a hozzátapadó, illetőleg a kéreg repedéseibe vagy az egyes fadarabok közé szoruló levegőtől úgy szabadítjuk meg, hogy az edény tartalmát az átlyukasztott korongfedővel gyorsan fel és alá mozgatjuk. A kiszabaduló buborékok a korong nyílásain keresztül hagyják el a vizet.

Ha nagyobb mennyiségű anyag köbbtartalmát kell meghatároznunk, egyszerre annyit süllyesztünk a víz alá, amennyi a mozgatható mércével még megmérhető (40 l.). Ha ennél többet teszünk bele, akkor már a jobboldali szilárd mércét kell használnunk, de ez kényelmetlenebb.

Régente a xylométer oldalára függélyzőt is alkalmaztak, hogy az edényt teljesen függőleges helyzetbe lehessen hozni. De erre nincs szükség, mert a leolvasás bármely helyzetben ugyanaz[1]

Tegyük fel, hogy a xylométer függőlegesen állna ; akkor a vízbesüllyesztéssel kiszorított víz köbtartalma:

$$v = g\, m \qquad (1)$$

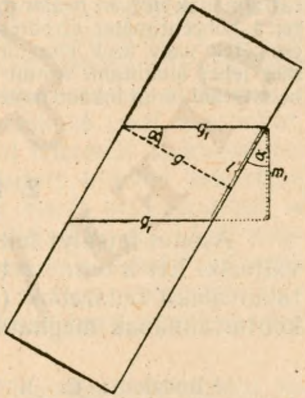
volna. g a xylométer vízszintes keresztmetszetének területét, m pedig a kiszorított (hengeralakú) vízoszlop magasságát jelentené. Ezt a magasságot közvetlenül a közlekedő cső mércéjén olvassuk le.

Ha a xylométer ferdén áll (39. ábra), akkor vízszintes keresztmetszete g_1, a kiszorított vízoszlop magassága m_1, a leolvasás pedig l lesz. A kiszorított vízoszlop köbtartalma:

$$v = g_1\, m_1 \qquad (2)$$

De
$$g_1 = \frac{g}{\cos \alpha}$$

és
$$m_1 = l \cos \alpha$$



39. ábra. A ferdeállású köböző edény ugyanazt a leolvasást adja, mint a függő-leges

[1] *Langenbacher :* Forstmathematik 1875, 222.

ennélfogva $$v = g_1 m_1 = \frac{g}{\cos\alpha} \cdot l \cos\alpha = g \cdot l$$

Az (1) és (2) egyenletből tehát

$$g m = g l$$

és így

$$m = l$$

azaz: a ferde helyzetben kapott leolvasás ugyanaz, mint aminő a függőleges helyzetben volt.

Arra azonban ügyelnünk kell, hogy a xylométer falán gondatlan vagy durva kezelés következtében *horpadások* ne keletkezzenek. Ezek ugyanis a keresztmetszetet változtatják meg, s akkor az edénynek ezen a részén a vízoszlop emelkedése nem lehet többé összhangzásban a mérce egyenletes beosztásával. Az ilyen hibák rögtön kijavítandók.

A xylométert különösen az egészen szabálytalan tuskó-, gyökér- és ágdarabok, hasábokba feldolgozott fa, rőzse, fenyőgally, esetleg lehántott kéreg köbözésére használják. A rőzsekötegeket felbontatlanul, egészben lehet vízbesüllyeszteni.

A vízzel való köbözés más módszere szerint a fát valamely ismert űrtartalmú edénybe rakjuk s azután vizet bocsátunk rá, míg az edény megtelik. Ha az edény térfogatából levonjuk a megtöltéshez használt víz térfogatát, a különbség a faanyag köbtartalmát adja. A készüléket úgy kell felszerelni, hogy a víz mennyiségét könnyűszerrel meghatározhassuk. Ezt célszerűen készített mércés víztartállyal érhetjük el. Ebből eresztjük a vizet a köbözőedénybe, leolvasván a mércén a tartály víztartalmát töltés előtt és után. Arról is gondoskodni kell, hogy a betóduló víz az edényben lévő fát ne emelhesse fel.[1]

Végül meg kell emlékeznünk *Friedrich* osztrák főerdész szabatos xylométeréről is,[2] mely többféle alakban készül s célja kisebb darabok köbtartalmának *nagyon pontos* meghatározása. Így az egyik (III. számú) szerkezettel a köbcentiméter ezredrészei is meghatározhatók. Ezzel még az 1—2 éves csemeték vagy azok részeinek köbtartalmát, sőt *egyes* fenyőtűk térfogatát is meg lehet állapítani. Amint látjuk, ezek a műszerek már nem annyira erdőbecsléstani, mint inkább növényfejlődéstani vizsgálatok szempontjából fontosak.

2. Köbözés súlyméréssel

Azonos fajsúlyt feltételezve, a köbtartalom a súllyal arányosan változik. Ezt a természettani törvényt is felhasználhatjuk a szabálytalan alakú fadarabok (tuskó- és gyökérfa, rőzse, fenyőgally stb.) köbtartalmának meghatározására.

[1] Irodalom: *C. W. Hennert:* Anweisung zur Taxation der Forsten, Berlin és Stettin 1791, 214., Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs 1878, 7. *(Müllenkampf), König:* Anleitung zur Holztaxation. Gotha 1813, 65., *Hundeshagen:* Encyklopädie der Forstwissenschaft, *Schneiders* Forst- und Jagdkalender 1852.

[2] Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs 1890 és Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1890, 53. és 1894, 52.

E célból mindenekelőtt pontosan meghatározzuk a köbözendő anyag *egy kis részének* súlyát (q) és térfogatát (v), azután lemérjük az összes anyag súlyát (Q). Ha az összes anyag köbtartalmát V-vel jelöljük, akkor a fentiek szerint áll az az arány, hogy:

$$v : V = q : Q$$

és ebből

$$V = v\frac{Q}{q} \tag{1}$$

A v-t vagy testmértani úton, (a *Huber* képletével), vagy vízbesüllyesztéssel határozzuk meg. Ha a köbözendő anyagban (például a vastagabb rőzsében) olyan kisebb, szabályos alakú darabokat találhatunk, amelyek a testmértani köbözésre alkalmasak, ehhez az egyszerű eljáráshoz folyamodunk. Természetes, hogy a méreteket a kellő gonddal és aprólékos részletességgel (milliméter pontossággal) kell meghatároznunk; először, mert ez az óvatosság mindig megokolt, amikor a kicsiről a nagyra következtetünk, másodszor, mert az ilyen kis átmérőjű darabok a mérési hibák iránt mindig érzékenyebbek, mint a nagyobbméretűek (l. a 92. oldalon). Hogy hogyan kell ilyenkor a közönséges hengertáblákat alkalmazni, arra a 118. oldalon láttunk példát. Ha xylométerünk is van, s általában, ha a fadarabok annyira szabálytalanok, hogy testmértani köbözésre alkalmas egyáltalában nem akad közöttük, akkor a v meghatározására a vízbesüllyesztés módszerét használjuk.

A súly meghatározása mérleggel történik. Használható a tizedes vagy százados mérleg, a csapómérleg vagy a rúgós mérleg. Ez kis térfogatánál és súlyánál fogva könnyen szállítható s kisebb mennyiségű anyag mérésére célszerűen alkalmazhatjuk. Pontosabb eredményt ad a csapómérleg (esetleg mészárosmérleg alakjában); háromlábú állványra szerelve eléggé kényelmessé teszi a munkát. A mérendő anyagot két végén feszítőrúddal felszerelt zsákvászonra helyezzük s a vászon négy sarkához erősített kötéllel akasztjuk a csapómérleg horgára. A vászon súlyát a mérés eredményéből le kell vonnunk. Ha azonban igen nagymennyiségű anyagot kell megmérnünk, s a terep is megfelel, gyorsabban célt érünk a tizedes vagy százados mérleggel, alkalmas helyen esetleg a nagyobb hídmérleggel. A q megmérésére természetesen csak érzékenyebb mérleg használható.

Példa. Meghatározandó egy rőzserakás köbtartalma. A rakásból kiválasztott szabályos darab hossza 1 m, középátmérője 34 mm, tehát köbtartalma (117. old.): $v = 0{\cdot}00091\ m^3$. Súlya: $q = 0{\cdot}8$ kg. Az egész rőzserakás súlyát (Q) 326 kg-nak találtuk. Mennyi a köbtartalma? Az (1) képlet szerint:

$$V = 0{\cdot}00091 \times \frac{326}{0{\cdot}8} = 0{\cdot}371\ m^3$$

Régebbi erdőbecsléstanok szerint a *famérleggel* a Q viszonyszámot a Q ismerete nélkül, közvetlenül is meghatározhatjuk.[1] A famérleg azonban igen gyakorlatiatlan eszköz, amellyel gyorsabb munkát végezni lehetetlen, tehát nem is foglalkozunk vele.

3. Köbözés a fajsúly segítségével

A 131. oldalon adott (1) képletet így is írhatjuk:

$$V = \frac{v}{q} Q = \frac{Q}{\frac{q}{v}}$$

de $\frac{q}{v}$ nem más, mint a fajsúly (s),

tehát:

$$V = \frac{Q}{s} \qquad (2)$$

Szóval: a *megbecsülendő faanyag köbtartalmát úgy kapjuk meg, ha a súlyát elosztjuk a fajsúllyal.* E közt az eljárás közt és a 2. alatt ismertetett súlyméréses módszer között, amint látjuk, lényeges különbség nincs.

A különféle faanyagok fajsúlyára vonatkozó tájékoztató táblázatokat is szerkesztettek, amelyekből a fajsúlyt fafajok és választékok szerint olvashatjuk ki. Ki szokták mutatni ezekben a táblázatokban külön a *nyers*, és külön a *légenszáradt* anyag fajsúlyát. Minthogy azonban a kiszáradás foka igen különböző lehet s a fajsúly a tenyészeti viszonyok rendkívüli változatossága következtében ugyanarra a fafajra és választékra nézve is igen lényeges eltéréseket mutathat: nyilvánvaló, hogy az ilyen tájékoztató adatokkal pontos fatömegbecslést végezni nem lehet, s legfeljebb csak tájékoztató becsük van.

Fajsúlytáblázatot találunk az Erdészeti Segédtáblákban (1883, 41). és az Erdészeti Zsebnaptárban is (1943, I—601.). Ezeket a táblázatokat, amelyeket *Krippel Móric*[2] szerkesztett, megtaláljuk könyvünk függelékében is(F.) Hét nedvességi osztályt feltételeznek. A tökéletesen száraz anyag fajsúlya γ_0, a teljesen nedvessé γ_6. Látjuk, menynyire függ a fajsúly a nedvesség fokától. Ez nagy óvatosságra int. A gyakorlatot leginkább az V. és a II. nedvességi fok érdekli.

[1] *Soltz—Fekete:* Az erdőbecsléstan kézikönyve, 2. kiad. 1893, 26. és 88.
[2] A Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola tanára, c. egyetemi ny. r. tanár, 1867—1945.

Meg kell itt még emlékeznünk *Baur* 27 fafajra kiterjedő kutatásairól is[1].

1. *példa.* 1246 kg légenszáradt bükkhasáb köbtartalma:

$$\frac{1246}{0,740} = \mathbf{1{\cdot}684\ m^3}.$$

2. *példa.* 1246 kg nyers rőzseanyag köbtartalma:

$$\frac{1246}{1,02} = \mathbf{1{\cdot}222\ m^3}.$$

[1] Untersuchungen über den Festgehalt und das Gewicht des Schichtholzes und der Rinde. Augsburg 1879, 146.

IV. FEJEZET

AZ ŰRMÉRTÉKBE RAKOTT FAVÁLASZTÉKOK KÖBÖZÉSE

1. A mértékegység és a rakásolás módja

A tűzifaválasztékok közül (24. old.) a hasábfát és a dorongfát, a szerfaválasztékok közül pedig a műhasábot és dorongot *űrméterbe* rakva szokás értékesíteni. A rőzsét vagy szintén így rakásolják, vagy pedig *rőzsekötegekbe (rőzsenyalábokba, kévékbe)* kötik. A szabálytalan alakú tuskó- gyökér- és forgácsfa űrméterekbe rakása is szokásos helyenként.[1]

A felrakásolt fa mértékegysége az *űrköbméter* (vagy röviden űrméter). Jele: űrm^3.[2] Ez alatt az 1 méter magas, 1 méter széles és 1 méter hosszú farakás térfogatát értjük, a fadarabok (hasábok, dorongok stb.) között lévő hézagokkal és üregekkel együtt. Ha ezeknek a hézagoknak a térfogatát az egész rakás térfogatából levonjuk, a *tömörköbtartalmat* kapjuk. Ez fejezi ki tehát a rakásban lévő tiszta faanyag térfogatát.

A tűzifát, valamint a szerhasábot és szerdorongfát nálunk általában 1 méteres hosszban termelik s így a rakás szélessége is 1 m szokott lenni. Csak kivételesen használnak egyes vidékeken más mértéket. Magassága a később tárgyalandó száradási réteg nélkül többnyire szintén 1 m, bár a gyakorlatban gyakran eltérnek ettől s a rakatot magasabbra rakják. Akkor azonban nem beszélhetünk *szabályos* (normális) űrköbméterekről, csak gyakorlati (esetleg *erdei)* űrméterekről. A rakat hossza 1 vagy több méter lehet. A felrakásolás módja a következő:

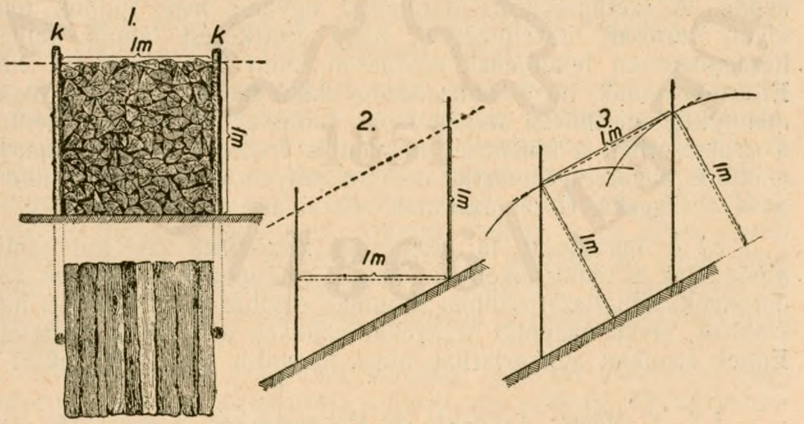
Vízszintes talajon, ha 1 űrköbméteres *szabályos* rakatot *(sarangot)* akarunk készíteni, egymástól 1 m távolságban 1—1 függőleges

[1] V. ö. *Török Sándor:* A vadászerdői erdőőri szakiskola erdőgazdaságának rövid leírása. (Erd. Lapok 1912, 141.)

[2] *Krippel* az űrköbtartalom kifejezésére az *üm*^{3} jelzést használja. Az *ürm.* alatt pedig az 1 m széles, 1 m hosszú, de bármily magasságú rakatot érti. (Erd. Zsebnaptár, 1943. I. köt. 613—614.)

karót (40. ábra 1. kép, K—K), vagy karópárt verünk le a földbe, s ezek közé rakjuk a fát, 1 méter magasra. A karók a rakás szétesésének megakadályozására szolgálnak. Ha a talaj *lejtős*, kétféle eljárást követhetünk. Az egyik szerint *vízszintesen* mérjük le a karók közti 1 m távolságot (40. ábra 2. kép) s a fát ugyancsak 1 m magasra rakásoljuk. A rajzon látható romboid-alakú keresztszelvény területe akkor 1 m², mélysége (a hasábok hossza) 1 m, tehát térfogata 1 m³. De ugyanezt érhetjük el a második eljárással is, úgy hogy a rakat hosszát a talajon (tehát ferdén) mérjük 1 méternek, a magasságát pedig a talajra *merőlegesen* szabjuk ki az erre a célra szolgáló 1 méteres karóval. A karó egyik végét a földre nyugtatjuk s a másik végével körívet írunk le, hogy a rakat helyes magasságáról rakásolás közben meggyőződjünk. A rakat tetejének a leírt körívek közös érintőjébe kell esnie (40. ábra 3. kép). A keresztszelvény területe ebben az esetben is 1 m², tehát a térfogat 1 m³.

A rőzsét, mint fentebb említettük, vagy szintén űrméterbe rakjuk, vagy 1 m hosszú és 1 m kerületű, hengeralakú *kötegekbe* vagy *kévékbe* kötjük össze. Ebben az esetben mértékegységül a *rőzseköteg (nyaláb* vagy *kéve)*, illetve gyakran a *százszámköteg* szolgál. Ezek a mértékegységek a közvetlen lemérhetőség feltételének még mindig megfelelnek, igen viszonylagos és tökéletlen mértékegység azonban a *hátiteher* és a *szekérrakomány*, az *egy-* vagy *kétfogatú fuvar* stb. A gyakorlatban azonban az alárendelt választékok értékesítésekor ezek is használatosak. Mi csak a méterekbe felrakásolt fa és a rőzseköteg köbtartalmának meghatározására szorítkozunk. Egyébként utalunk arra, amit a fizikai köbözésről mondottunk.



40. ábra 1 ürköbméter tűzifa rakásolása. *1 :* vízszintes terepen (*k-k :* támasztókarók), 2. és 3. lejtős terepen

2. A felrakásolt fa tömörköbtartalmára hatással lévő tényezők [1]

a) Az egyenesnövésű, símakérgű fafajokból termelt faanyag tömörtartalma nagyobb, mint a görbe, göcsösnövésű, cserepeskérgű fafajok anyagáé. A tűlevelűek tömörtartalma általában nagyobb, mint a lombfáké. A különbség nagy átlagban 2—8% közt váltakozik, a fenyő-félék javára. Különösen a vékonyabb faanyagon szemmellátható a tűlevelűek szabályos növésének előnye. A tömörtartalom egyébként ugyanarra a fafajra nézve is annyira változó, hogy éles határokat vonni az egyes fafajok közt nem is igen tudunk.

b) Összefügg a tömörtartalom a fadarabok *alakjával és vastagságával is.* A görbe, göcsös, szabálytalan alakú fadarabokat nem lehet szorosan egymásmellé fektetni, mindig jelentékeny hézagok maradnak közöttük, amelyek esetleg az összes térfogat felénél is többet foglalhatnak el. A szabályos, egyenes, símafelületű fadarabok sokkal tömörebben rakásolhatók; az ilyenekből készült rakatok tömörtartalma kedvező esetben az egész térfogat 80%-át is megütheti.

A vastagabb darabokból álló rakás tömörtartalma általában nagyobb, mint azé, amely vékony anyagot tartalmaz. Ha 1 űrm^3 szabályszerűen felrakásolt vastag hasábfát 2—3 részre hasogatva újra méterbe raknók, azt tapasztalnók, hogy az így felhasogatott anyagot nem lehetne többé 1 m^3-es kockába elhelyezni, hanem — bármily gonddal történnék is az összerakás — nagyobb helyet foglalna el, mint azelőtt, azaz: a viszonylagos tömörtartalma csökkenne. A széthasogatott darabokat ugyanis nem tudnók többé olyan szorosan összeilleszteni, hogy érintkezési lapjaik teljesen hézagmentesen feküdjenek egymáson, mint a felhasogatás előtt. Ez az oka annak, hogy bár az azonos alakú fadarabok vastagsága a mennyiségtani elmélet szerint nincs hatással a tömörtartalomra,[2] a gyakorlatban a különbség nagyon is érezhető. Hogy a faanyag alakja és méretei a tömörtartalommal milyen összefüggésben állnak, arról a függelék *G* táblázatának adatai adnak felvilágosítást.

c) A felrakásolt fa *hosszúsági méreteinek* eltérései szintén módosítják a tömörtartalmat. Mennél rövidebbek a hasábok vagy dorongok, annál szorosabban símulnak egymás mellé, mennél hoszszabbak, annál nagyobb hézagokat okoznak a darabok görbeségei. Ennek azonban gyakorlatilag nincs nagyobb jelentősége, mert —

[1] V. ö. *Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde. 3. kiad. 114.

[2] Lásd errevonatkozóan *Dr. Schmidtmayer Alfréd* értekezését az Österreichische Vierteljahresschrift 1909. évi (XXVII.) évfolyamában: Über den Festgehalt des Raummeters.

amint már tudjuk — az űrméterbe rakott fát általában mindig 1 m hosszúra vágjuk.

d) A rakatok magassága az aszóréteget leszámítva, többnyire ugyancsak 1 m szokott lenni. A fogyasztóhelyek közelében fekvő rakodókon azonban mégis gyakran előfordul, hogy a hellyel való takarékoskodás kedvéért magasabbra (pl 1.5—2 vagy több m magasra) is felrakják a fát. Az ilyen magasabb rakás *al*só rétegei a rajtuk fekvő nagyobb súly nyomása következtében összenyomódnak, hézagaik csökkennek, tehát tömörtartalmuk nagyobb. De ennek a megállapításnak is inkább csak elméleti jelentősége van, mert a magasabb rakatok készítése kényelmetlenebb s aligha történhetik olyan gonddal, mint az alacsonyabbaké ; így a lazább rakásolás a fentebb említett előnyt leronthatja (v. ö. az f. alatt elmondottakkal).

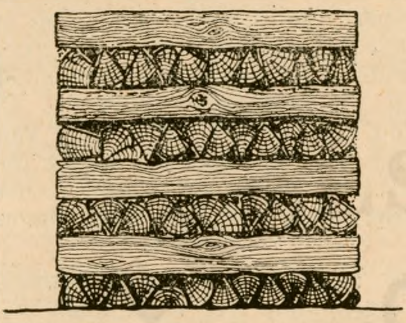
e) A megtámasztás módjának szintén van némi jelentősége a tömörtartalom szempontjából. Ha a rakat két végét csak 1—1 karóval támasztjuk meg (40. ábra 1. kép) és a görbe hasábokat úgy helyezzük a karók mellé, hogy homorú oldalukkal kifelé forduljanak, tehát végeik a karó síkján kívül essenek, a rakatokat olyan függelékkekel toldjuk meg, amelyek már a tulajdonképpeni űrmértéken túlesnek. Az ilyen rakatban valamivel több fa van, mint a két-két karóval megtámasztottban. Ez az eltérés azonban legfeljebb az egész rövid (1 vagy 2 méteres) rakatokban okozhat gyakorlatilag értékelhető eltérést. A rakásoláskor különben teljesen ellensúlyozhatjuk ezt a hatást, ha a görbe darabokat hol homorú, hol domború oldalukkal fordítjuk kifelé.

Ha a karók gyöngék és a fa nyomása következtében már a rakásolás alatt kihajalnak, a rakat tömörtartalma nagyobb, mint ha a karók szabályszerűen (függőlegesen) állnak.

f) Igen tág határok közt mozoghat az az eltérés, amelyet a *felrakásolás gondosságának és a munkások gyakorlottságának* különbségei okoznak a tömörtartalomban. Gyakorlott, ügyes, erős és lelkiismeretes munkások tömörebben rakják össze a fát, mint a gyakorlatlan, gyenge, vagy lelkiismeretlen munkások. A darabok lehetőleg szorosan feküdjenek egymás mellett, s az egyik darab szabálytalansága következtében támadó hézagot a szomszédos darab megfelelő odailllesztésével kell betölteni. A hasábokat és dorongokat mindig egy irányban fektessük (a rakat hossztengelyére merőlegesen).

A kalodarakás (vagy *kalickarakás)* csak ott engedhető meg, ahol erre a rakatok szilárdítása céljából van szükség. Ez különösen nagyobb rakodókon fordulhat elő, ahol a fát a rendesnél magasabbra rakásolják s a rakatvégeket nem támasztják meg karókkal. A hosszú rakatok szilárdságát közbeiktatott kalodarakásokkal is emelhetjük.

A kalodarakást az jellemzi, hogy az egymás felett fekvő rétegekben a fadarabok fektetési iránya változik: a berakás az egyik rétegben a rakat hossztengelye irányában, a másikban arra merőlegesen történik (l. a 41 ábra). *Krippel* szerint (Erd. Zsebnaptár 1943. I. 618.) a kalickás rakat tömörfa-százaléka nagyjából 10%-kal kisebb, mint a simán rakotté. Ez a rakásolási mód a rosszhiszemű félrevezetésnek is sokkal tágabb teret nyit, mint az egyirányú rakásolás, mert a hézagok — a rakat összeomlásának veszélye nélkül — igen nagy mértékben növelhetők.[1]



41. ábra A kalickás- vagy kalodarakás

g) A fa száradtsági állapota ugyancsak összefügg a tömör tartalommal. Ha a fát nyersen rakásoljuk fel és hosszabb ideig állni hagyjuk, az összeszáradás következtében veszít térfogatából. Minthogy pedig az értékesítés száraz (jobbanmondva: légen száradt) állapotban történik, a nyers fát megfelelően magasabbra kell rakásolnunk, ha azt akarjuk, hogy a rakat magassága az eladás idején szabályszerű legyen. A száradás előidézte térfogatveszteséget *száradási* vagy *szikkadási apadéknak* nevezzük. Annak a rétegnek, amellyel a rakatot — összeaszásra számítva — meg kell toldanunk: *aszásréteg* (vagy *aszóréteg)* a neve. Ha a fát légenszáradt állapotban szállítjuk a rakodóra, az aszóréteget mellőzük s a rakatokat pontosan 1 m (esetleg 2 m) magasságra készítjük.

Hogy a nyers rakatok magasságát helyesen szabjuk meg, előre ismernünk kell az összeaszás mértékét. Erre vonatkozólag *Krippel Móric* adatait[2] közöljük. *Baur Ferenc* is végzett ilyenirányú vizsgálatokat.[3]

[1] Hazánkban a tűzifa felrakásolásának módja általános érvényű kormányrendelettel szabályozva nincs. Ez súlyos hiány. A métermérték alkalmazásáról szóló szabályrendeletben (Erdészeti Segédtáblák 1883, 15.) van ugyan utasítás errenézve is, de igen korlátolt hatályú s nem elégítheti ki az országos érdekekhez fűződő követelményeket. (L. az 1882. évi 5850. F. M. sz. alatt kiadott szabályrendelet VII/6. pontját is.)

[2] Erdészeti Zsebnaptár, 1943, 595. A száradtsági fokok értelmezésére nézve u. ott az 578—582. oldalon ad magyarázatot.

[3] Untersuchungen über den Festgehalt und Gewicht des Schichtholzes stb. 148.

A tönk- és hasábfa térfogati összeaszási százalékai az élőnedves (nyers) fához képest (Krippel szerint):

Fafaj	A félnedvességig	A félszárazságig	A légszárazságig
Fenyők			
Erdeifenyő	1·40	4·59	7·74
Jegenyefenyő	1·51	4·94	8·05
Lucfenyő	1·30	4·27	6·96
Veresfenyő	1·87	6·14	9·64
A fenyők átlag :	1·52	4·90	8·03
Lágyfák			
Éger	2·02	5·99	9·11
Fűz	2·00	5·93	9·11
Nyár	2·21	6·55	9·96
Nyír	2·37	6·72	10·22
A lágyfák átlag :	2·15	6·30	9·57
Keményfák			
Akác	2·77	7·54	10·76
Bükk	3·23	8·80	12·50
Cser	3·55	9·13	13·02
Gyertyán	3·59	9·79	13·97
Juhar	2·36	6·44	9·18
Kőris	2·59	7·05	10·06
Szil	2·40	6·65	9·34
Tölgy	2·68	7·30	10·42
A keményfák átlag :	2·87	7·83	11·16
Az összes fák	2·18	6·37	9·59

Krippel adataiból tehát kiderül, hogy az erdőn termelt nyersfa száradási apadéka a légenszáradt (1—2 évig szabadon állott) fáig nagy átlagban a 10% körül jár. Ez megokolná a szokásos 10 cm-es aszóréteg alkalmazását. A rakatok merev szerkezete és a darabok vetemedése azonban a térfogati összeaszást csak kis mértékben engedi érvényesülni, tehát a rakat magasságának csökkenése (megrokkanása) a valóságban sokkal kisebb. Hogyha azonban a légenszáradt tűzifát más rakodóra szállítjuk s ott ismét összerakjuk, a csökkenés már erősebben érezhető. Ha erre számítunk : a 10 cm-es aszórétegnek több a jogosultsága.

Sajnos, kísérleti eredmények csak gyéren állanak rendelkezésünkre. Segítségül vehetjük azonban *Krippel* viszonyszámait, amelyekből a térfogati csökkenésből a vonalas összeaszásra lehet következtetni.[1]

[1] Erd. Zsebnaptár, 1943, I—594.

Ez a viszonyszám a sugár irányában történő összeaszásra nézve átlagosan 0·35. Ezzel szorozva a térfogati összeaszást, kapjuk a vonalas összeaszást. Ez pl. a bükkre nézve:

$$12{\cdot}50 \times 0{\cdot}35 = 4{\cdot}4\%.$$

3. Az űrmértékbe rakott fa tömörköbtartalmának meghatározása

a) *A testmértani eljárás.*

A hasábfa tömörtartalmát csak úgy határozhatjuk meg testmértani úton, ha azokat az 1 méteres rönköket, amelyeknek felhasogatásából a hasábok származtak, módunkban volt még hengeres állapotukban megköbözni (a köbözés *Huber* képletével történik). Ha a tömörtartalom és űrtartalom közti vonatkozást megállapítottuk, az így kapott viszonyszám egyszersmind azt is mutatja, hogy 1 űrm^3 tűzifának mennyi a tömörköbtartalma köbméterekben.

Példa. Egy csoport tűzifarönkő köbtartalmát feldolgozás előtt összesen 3·65 m^3-nek találtuk. Az ezekből kikerülő, hasábokra feldarabolt anyag 5 űrköbméter. A tömörtartalom és űrtartalom közötti viszonyt tehát a következő tört fejezi ki::

$$\frac{3{,}65}{5} = 0{,}73.$$

Ez azt jelenti, hogy 1 űrköbméter hasábfának a tömörköbtartalma 0·73 m^3. Százalékokban kifejezve pedig a tömörköbtartalom: 73%.

Az űrméterbe rakott *dorongfa* köbtartalmát egyszerűen úgy határozzuk meg testmértani úton, hogy a rakatban foglalt minden egyes dorongot a középen mért átmérő szerint köbözünk (a hengertábla segítségével) s az így kapott köbtartalmakat összegezzük. Természetesen itt is éppúgy helye van a százalékos tömörfatartalom kimutatásának, mint a hasábfánál.

Közvetve a felrakásolt fa kéregtartalmát is meghatározhatjuk méretezés útján. A rakatot szétbontatjuk, a kérget lehántatjuk és a kérgétől megfosztott faanyagot ismét felrakásoltatjuk. Az így kapott rakat újonnan meghatározott űrtartalma természetesen kisebb, mint azelőtt volt. A különbség adja a kéreg *űrköbtartalmát*, melyet százalékban is kifejezhetünk. Ha feltesszük, hogy a kéreg és a kérgében mért faanyag űrtartalma közt ugyanaz a viszony, mint ugyanezeknek a választékoknak a tömörköbtartalma közt, akkor ezen az alapon a kéreg tömörtartalmát is kiszámíthatjuk. — Ez a feltevés ugyan nem egészen jogos, de azért nem okozhat igen nagy hibát.

Példa. Tegyük fel, hogy a fentebbi példában említett 5 űrm.^{3} tűzifa űrtartalma lekérgezett állapotban csak 4·5 űrm^3. A kéregre esnék tehát 0·5 űrm^3, azaz a kéregben mért anyag 10%-a. 1 űrm^3 hasábfa tömörtartalmát kérgestől 0·73 m³-nek találtuk volt. Ennek 10%-a esik a kéregre, tehát a kéreg tömörköbtartalma 1 űrm³ kérgében levő hasábfára vonatkoztatva:

$$\frac{0{\cdot}73 \times 10}{100} = \mathbf{0{\cdot}073\ m^3},$$

vagyis százalékokban kifejezve az űrtartalomnak 7·3%-a. A kéreg *nélküli* anyag űrméterére vonatkoztatva pedig a kéreg százalékos viszonyszáma:

$$= \frac{100 \times 0{\cdot}5}{4{\cdot}5} = \mathbf{11{\cdot}1\%}.$$

A dorongfarakatok tömör kéregtartalmát ezenkívül a második fejezet VIII. szakaszában leírt módon is meghatározhatjuk (124. old.) Az eredmény így pontosabb, de az eljárás hosszadalmasabb.

Megjegyzendő, hogy a kéreg köbtartalmának testmértani úton való meghatározása a gyakorlatban nem igen szokásos. Inkább csak tapasztalati viszonyszámok alapján becsülik meg (144. old.). Igen gyakran *súly szerint* fejezik ki a kéreg mennyiségét, mert az értékesítés módja így kívánja.

b) *A természettani eljárás.*

Az űrmértékbe rakott fa tömörtartalmát akár vízbesüllyesztéssel, akár súlyméréssel, akár a fajsúly segítségével is meghatározhatjuk. Ezeket az eljárásokat részletesen ismertettük a III. fejezetben. A legpontosabb eredményt itt is a vízbesüllyesztés módszerével kapjuk, legkevésbbé megbízhatók az általános fajsúlytáblázatok.

Ha nagymennyiségű anyagot köbözünk, a fizikai eljárásokat úgy alkalmazhatjuk, hogy a tulajdonképpeni köbözéssel az egész anyagnak csak kisebb részére terjeszkedünk ki közvetlenül, s az így kapott adatokat alkalmazzuk aztán a többi rész tömörtartalmának meghatározására is. 200—300 űrm³ hasábfa köbtartalmát például kiszámíthatnók azoknak az átlagos adatoknak az alapján, amelyeket az egész anyagból válogatás nélkül kihasított (de kellően elosztott) 8—10 rakat xylométerezésének eredményéből vezetünk le. A következtetés természetesen annál biztosabb, mennél nagyobb a közvetlenül köbözött rakatok száma.

A gyakorlatban a felrakásolt fa fizikai köbözését általában ritkán alkalmazzuk, s ha igen, többnyire csak azért, hogy tapasztalati adatokra (gyakorlati viszonyszámokra) tegyünk szert, amelyeket azután állandóan alkalmazhatunk (v. ö. az alábbi *c.* ponttal).

A természettani eljárások természetesen *rőzsekötegek* köbözésére is alkalmazhatók. Vízbesüllyesztéskor egy-egy rőzseköteget egyszerre meríthetünk a xylométerbe.

Ha a tömörtartalmat *viszonyszám* alakjában akarjuk kifejezni, ismernünk kell először 1 köteg űrtartalmát. A köteg hossza 1 m, kerülete szintén 1 m szokott lenni. Az űrtartalom tehát:

$$V_{\ddot{u}r} = \frac{k^2}{4\pi} l = \frac{1^2}{4\pi} l = 0{,}07958 \text{ űrm}^3$$

Ezzel kell a köbözött rőzsekötegek számát szoroznunk s a xylométerezés útján kapott tömörtartalmat a nyert szorzattal elosztanunk. Az így meghatározott viszonyszámokat aztán hasonló minőségű anyag köbözésére máskor is felhasználhatjuk. Ilyen tapasztalati adatokat tartalmaz a *G* táblázat is (függelék).

Példa. 50 rőzseköteg köbtartalmát kaptuk xylométerezés útján 1·22 m³-nek. Akkor a keresett viszonyszám:

$$\frac{1{\cdot}22}{50 \times 0{\cdot}07958} = 0{\cdot}31$$

vagy százalékokban: 31%. Ez százszámkévénként $100 \times 0{,}07958 \times 0{,}31 =$ $= 2{,}46$ m³-nek felel meg.

Ha más alkalommal ugyanilyen anyagból 600 rőzseköteget termeltünk, annak tömörtartalmát a fentebbi tapasztalati adat felhasználásával így számíthatjuk ki:

$$v = 6 \times 2.46 = \mathbf{14{\cdot}76\,m^3}$$

c) *A tömörtartalom meghatározása tapasztalati adatok alapján.*

α A faanyag tömörtartalma.

Az *a)* és *b)* pontok alatt arról is megemlékeztünk, hogyan kell a tömörköbtartalomnak az űrtartalomhoz való százalékos viszonyát megállapítani. Az így kapott számok egyszersmind azt is kifejezik, hogy 1 űrm³ felrakásolt fának (esetleg rőzsekötegnek vagy százszámkötegnek) mennyi a tömörköbtartalma köbméterekben. Ha a gyakorlatban előforduló minden választékra meghatározzuk (megbízható köbözések alapján) ezeket a százalékos viszonyszámokat, olyan adatok birtokába jutunk, amelyeknek a segítségével az űrtartalomból a tömörtartalmat igen gyorsan és a gyakorlat igényeinek többnyire megfelelő pontossággal határozhatjuk meg, anélkül, hogy a fennebb tárgyalt körülményes eljárások valamelyikéhez kellene folyamodnunk. Viszont, ha az erdőn becsült valamely választék tömörtartalmát ismerjük, abból a termelendő rakásolt anyag űrtartalmát is meg tudjuk határozni.

Nagyobb erdőgazdaságok megtehetik azt is, hogy a helyi szokások szerint feldolgozott és rakásolt anyagra maguk vezessék le és foglalják tapasztalati táblázatokba a százalékokat. De ez sok munkával jár és megfelelő felszerelést igényel. Másrészt a kísérleti állomások vizsgálatai alapján már szerkesztettek olyan, általános használatra szánt táblázatokat, amelyek lehetőleg a gyakorlatban szokásos minden választékra kiterjeszkednek. A közvetlen vizsgálódásokat tehát többnyire mellőzik és túlnyomóan ezeket a közcélokra szánt táblázatokat használják. De mindenesetre jó, ha kísérleti úton is ellenőrízzük azoknak a használhatóságát és megállapítjuk, hogy a helyi viszonyoknak megfelelően milyen módosításokkal vehetjük át a bennük foglalt adatokat?

A német erdészeti kísérleti állomások vizsgálódásai alapján készült tapasztalati táblázatot a függelékben találjuk meg *G* jelzés alatt. Hasonló kísérleteket végzett az osztrák kísérleti állomás is,[1] az eredményeket a régi Erdészeti zsebnaptár és az Erdőmérnöki Segédtáblák 193. oldala közli.

A táblák használatának módja bővebb magyarázatra nem szorul. Megjegyzendő, hogy a gyakorlatban az egyes tűzifaválasztékokat nem szokás olyan részletességgel megkülönböztetni, mint ahogy a függelékben bemutatott táblázatban történt. Ez a számítást túlságos körülményessé tenné. Igen célszerű, ha külön helyi használatra szánt kisebb táblázatot készítünk, s abban csak a gyakrabban termelt választékokra terjeszkedünk ki.

1. *példa.* Valamely erdőrészletben 830 űrm^3 elsőrendű bükkhasábfát, 110 űrm^3 közepes minőségű dorongfát és 60 űrm^3 túlnyomóan görbe, göcsös vékony dorongfát termeltünk. A hasábfarakatok részben vastagabb, részben vékonyabb anyagot tartalmaznak, űrköbméterenként átlagosan mintegy 35 hasábbal. A rakatok magassága nyersen 110 cm. Mennyi a termelt tűzifa mennyisége tömörköbméterekben?

A hasábfára és vastag dorongra vonatkozó átszámítási tényezőt kombináció útján határozzuk meg. A síma, egyenes, *vékony* hasábfa tömörtartalma a függelék *G* táblázata szerint 72%, a vastagé 76%, átlagosan tehát 74%. A jóminőségű vastag dorongfa tömörtartalma 70%, a görbéé és görcsösé 64%, a mi közepes minőségű dorongfánké tehát átlagosan 67%. A vékony, görcsös dorongfáé 57%.

Ezek alapján:

830 űrm^3 bükk hasábfa tömörtartalma	....	$830 \times 0{\cdot}74$ =	614 m^3
110 « « vastag dorongfa tömörtartalma	......	$110 \times 0{\cdot}67$ =	74 «
60 « « vékony dorongfa tömörtartalma	......	$60 \times 0{\cdot}57$ =	34 «
		Összesen:	722 m^3

Minthogy azonban a rakatok magassága nem 100, hanem 110 cm, a nyers állapotra vonatkoztatott tömörtartalom:

$$722 \times \frac{110}{100} = \mathbf{794\ m^3}.$$

[1] *Seckendorf:* Untersuchungen über den Festgehalt der Raummasse stb. (Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, Wien, 1878, I. kötet I—VI. táblázat.)

2. *példa.* Helyi átszámítótáblázat készítendő olyan erdőgazdaság számára, amelyben csak a következő választékokat termelik:

1. vegyes minőségű és vastagságú bükk hasábfát,
2. « « « « « dorongfát,
3. hasáb- és dorongfát vegyesen (a dorongfa mintegy 15%),
4. az 1—3. alatti választékokat fenyőből.

Megoldás.

Átszámító tényezők űrméterekről tömörméterekre.

A) A rakat magassága 100 cm				*B)* A rakat magassága 110 cm		
Hasáb	Dorong	Vegyes		Hasáb	Dorong	Vegyes
			1. Bükk:			
0·700	0·635	0·690		0·77	0·70	0·76
			2. Fenyő:			
0·715	0·678	0·709		0·79	0·75	0·78

Magyarázatul szolgáljanak a következők: A bükk hasábfa tömörtartalmának kiszámítása céljából a síma és egyenes, göcsös és görbe, vékony és vastag anyagra vonatkozó százalékokat összeadtuk és azok számtani középarányosát határoztuk meg:

$$\frac{72\% + 76\% + 65\% + 67\%}{4} = 70\%$$

s az így kapott eredményt 100-zal osztottuk, hogy közvetlenül 1 űrm³ tömörtartalmát nyerjük köbméterekben. A bükk dorongfára ugyanezzel az eljárással 0·635-öt kaptunk. A vegyes tűzifára vonatkozólag számbavettük a hasáb- és dorongfa adott keveredési arányát is. Eszerint a tömörtartalom $0{\cdot}7 \times 0{\cdot}85 + 0{\cdot}635 \times 0{\cdot}15 = 0{\cdot}690$.

A 110 cm magas rakatok tömörtartalmát a 100 cm-esekéből $\frac{110}{100} = 1{\cdot}1$-del való szorzás útján kaptuk.

B) A KÉREG TÖMÖRTARTALMA

Tapasztalati adataink vannak arról is, hogy az űrméterbe rakott, illetőleg a kötegekbe kötött kéreganyagnak mennyi a tömörköbtartalma. Sőt, a súly és a tömörtartalom közötti vonatkozásokat is igyekeztek megállapítani. Ilyen táblázatot találunk *Baurnak* idézett munkájában (137. old.). Könyvünk ezt is bemutatja,[1] a függelék *J* jele alatt. Meghatározhatjuk a kéreg köbtartalmát hozzávetőlegesen más általános vagy helyi tapasztalati adatok alapján is, de ilyenkor vigyáznunk kell a tényezők helyes meg-

[1] *Udo Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde című művéből (3. kiadás, 121.).

választására, mert a kéregszázalék a fafaj, kor és termőhelyi viszonyok szerint nagyon változó, sőt a fa egyes részeiben is más és más lehet. Pontos eredményt e tekintetben nem várhatunk.

Müller erdőbecsléstana szerint (3. kiad. 122. o.[1]). A lucfenyő kérgének köbtartalma (a kéregben mért fára vonatkoztatva) mintegy 10%, a jegenyefenyőé 10—12%, az erdeifenyőé 10—16%, a vörösfenyőé 16—22%, a bükké 6—8%, a tölgyé 10—20%, a körisé 12—14%, a nyiré 13—17%, az akácé pedig (hazai vizsgálatok szerint[2]) 18—20%.

Guttenberg erdőbecsléstana szerint[3] a *vágható* lucosok kéregszázaléka a legjobb termőhelyeken 7—8%, a magasfekvésű, szaggatott lucosokban 10—12% (a törzs köbtartalmára vonatkoztatva), a jegenyefenyőé 14%, az erdeifenyőé 10—12%, a bükké 6%. Fiatal faállományokban a kéregszázalék általában 20%-ra is felmehet.

Ha ezeket a százalékokat az *űrméterek* tömör kéregtartalmának meghatározására akarjuk felhasználni, az űrméterek fatömegét a tényezőkkel való megszorzás előtt tömörköbméterekre kell átszámítanunk.

Példa. Annak tudatában, hogy a lucfenyő kéregtartalma mintegy 10%, határozzuk meg hozzávetően 200 űrm³ elsőosztályú vastag tűzifadorongfa kérgének a mennyiségét tömörköbméterekben.

A függelék *G* táblázata szerint a jóminőségű vastag fenyődorong űrmétere 0·73 m³ tömöranyagot tartalmaz, 200 űrm³ tehát 146 m³-t. Ennek 10%-a, azaz 14·6 m³ esik a kéregre.

4. A tömörméterekben kifejezett fatömeg átszámítása űrméterekre

A gyakorlatban szükségünk lehet arra, hogy a tömörköbméterekben megbecsült faanyagból termelendő rakásolt választékok űrtartalmát is meghatározzuk. Ilyenkor ugyanazokból az általános vagy helyi tapasztalati táblázatokból indulhatunk ki, amelyekről már fennebb volt szó. Itt azonban a fordított műveletet kell elvégeznünk. Az űrtartalmat tehát úgy

IRODALMI FORRÁSOK:

[1] *Kunze:* Mitteilungen der sächs. forstl. Versuchsanstalt. I. köt. 1. (erdeif.). *Schwappach:* Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1913, 499. (erdeif. és lucf.). *Schiffel:* Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1905, 97. (vörösf.) és 1907, 162. (erdeif.). *Schiffel:* Form- und Inhalt der Weisstanne 1908, 21. *Flury:* Mitteilungen der Forstver. für Tirol und Vorarlberg 105, 95.

[2] *Fekete Z.:* Akácatömegtáblák. Sopron 1935, 21.

[3] *Lorey:* Handbuch der Forstwissenschaft, 4. kiad. III. köt. 95.

kapjuk meg, hogy a tömörtartalmat a táblázatból kiolvasott átszámító tényezővel *elosztjuk*, vagy annak fordított (reciprok) értékével (visszaszámító tényező) szorozzuk.[1]

1. *példa.* Valamely faállomány értékesíthető tűzifaanyagát a tövön végrehajtott becslés alapján a következőképpen határozhatjuk meg:

Bükk hasábfa: 560 m^3
« dorongfa: 140 m^3

Mennyi lesz a várható űrtartalom a 144. oldalon közölt *helyi* átszámító tényezők figyelembevételével? (A rakatok magassága 110 cm.).

Bükk hasáb 560 : 0·77 = 727 űrm³
« dorong: 140 : 0·70 = 200 «

Vagy: « hasáb: $560 \times \frac{1}{0{\cdot}77} = 727$ «

« dorong: $140 \times \frac{1}{0{\cdot}70} = 200$ «

2. *példa.* Hány űrméter síma, egyenes, vékony hasábanyag kerülhet ki 648 m^3 bükkfából, ha a rakatokat 125 cm magasra rakjuk?

A függelék *G* táblázata szerint az átszámító tényező 0·72. Ez azonban a 100 cm magas, szabályszerű rakatra vonatkozik. A 125 cm-es rakat átszámító tényezőjét a *H* táblázatból olvassuk ki. Ez úgy történik, hogy a 100 cm-es magasság rovatán végighaladva, felkeressük a 72-es számot s annak vízszintes sorából kiolvassuk a 125 cm-nek megfelelő adatot, a mi esetünkben 90-et. Ennek reciprok értékét pedig a *visszaszámító tényezők* táblázatából kapjuk. Ez: 1·11. A 648 m^3 úrköbtartalma tehát: $648 \times 1{\cdot}11 = 713$ űrm³.

[1] Ilyeneket találunk különböző rakatmagasságra a szerző Erdőbecslésmérnöki Segédtábláiban (195. old.) és a könyv függelékében *I.* alatt.

Második szakasz.

AZ ÁLLÓFA KÖBTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

Általános szemléletek

Állófa köbtartalmának *pontos* megbecslésére a gyakorlatban általában ritkán van szükség. Többnyire csak kísérleti célokra használják a fatömegbecslésnek ezt a formáját, ott, ahol az erdő összetételének lényegesebb megzavarása nélkül, fadöntések mellőzésével figyelik meg közvetlenül a faállomány vagy egyes fák fejlődését hosszabb időn át. Gyakoribb eset az, hogy csak hozzávetőleges adatokra van szükségünk. De a legnagyobb gyakorlati jelentőségük van azoknak az eljárásoknak, amelyek nem annyira egyes, tényleg meglevő fák köbözésére valók, mint inkább arra, hogy — a meghatározott vastagsági és magassági adatok alapulvételével — olyan *eszményi* törzsek fatömegét becsülhessük meg, amelyek *egész* faállományok *átlagos* növekvési viszonyainak a kifejezői, s amelyeket éppen ennél a tulajdonságuknál fogva a faállományok *összes* fatömegének a kiszámítására használhatunk fel. Ezeknek az eljárásoknak az alapos megismerése igen hathatósan segíti elő az erdőbecsléstan későbbi fejezeteinek megértését és több tekintetben előkészít azoknak a vonatkoztatásoknak a helyes felfogásához is, amelyekről a faállomány belső szerkezetének a tárgyalása során lesz szó. Ezért elengedhetetlenül szükséges, hogy az állófák köbtartalmának a meghatározásával is behatóan foglalkozzunk.

Az állófák köbözése, hasonlóan a fekvőfákéhoz, szintén vastagsági és hosszúsági méretek ismeretét feltételezi. Ha a szükséges adatok rendelkezésünkre állanak éppenúgy felhasználhatjuk az I. szakaszban ismertetett mennyiségtani képleteket, mint ahogy azt fekvőfákra nézve tettük. Ezeknek az adatoknak a megszerzése azonban az állófákon sokkal körülményesebb, mert a fának csak a legalsó részéhez férhetünk hozzá közvetlenül, a felsőbb részek méreteit azonban csak közvetett úton az *erre készült* eszközök és műszerek segítségével tudjuk meghatározni. Különösen nagy nehézséget okoz a fa *átmérőjének* pontos megmérése nagyobb magasságokban. Vannak ugyan műszereink, amelyek ennek a feladatnak kielégítő megoldását is lehetővé teszik, ezek azonban a közönséges gyakorlat számára drágák és használatuk is annyira körülményes, hogy inkább csak különleges célokra (kísérleti becslésekre) alkalmazzák őket. A gyakorlati becslésekre inkább olyan eljárásokat használnak, amelyek csak az átlalóval elérhető átmérőkkel és a közvetett méréssel is elég gyorsan és biztosan meghatározható *magasság* számbavételét kívánják meg. Ezek egészen különleges eljárások, amelyeket közönségesen csak az állófák becslésére szoktunk alkalmazni. Lényegi akadálya ugyan a fekvő fákra való alkalmazásuknak sincsen, minthogy azonban a közvetlen mérésnek az első szakaszban tárgyalt módjai az eredmény pontossága tekintetében jóval biztosabbak, azért a fekvőfák ilyen módon való köbözése nem volna észszerű. Ezek az eljárások *egyes* fákra alkalmazva lényeges hibával járhatnak. Nem is annyira erre a célra használják őket, mint inkább olyan esetekben, mikor átlagos adatok kifürkészéséről van szó, a faállomány fatömegének megállapítása céljából. Ennek a célnak azonban az említett eljárások a megszabott pontossági korlátok közt igen jól megfelelnek, s ilyen irányban tágkörű gyakorlati alkalmazást is találnak. Ez ismét olyan ok, amelynél fogva az erdőbecsléstan jelen szakaszának a látszólagosnál nagyobb fontosságot kell tulajdonítanunk.

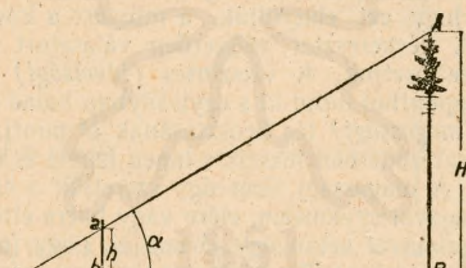
ELSŐ FEJEZET

A MÉRETEK MEGSZERZÉSE

A MAGASSÁG MÉRÉSE

I. A magasságmérés elmélete

A magasságmérőket általában két csoportba sorozhatjuk. Az elsőbe tartoznak azok, amelyeknek használata a háromszögek hasonlóságának az elvén alapul, a másodikba pedig azok, amelyek szögmértani úton határozzák meg a magasságot. — Azonban az egy csoportba tartozó műszerek is olyan különböző alakúak lehetnek, hogy szerkezetük és az előbb említett alapelvek közötti összefüggés megértéséhez külön magyarázat szükséges. Azért ezen a helyen a magasságmérés elméletével csak egész általánosságban foglal-



42. ábra. A háromszögek hasonlóságán alapuló magasságmérés. A fa töve a becslő szemének vízszintes síkjába esik

kozunk, a részletes magyarázatot pedig mindenütt, ahol kívánatosnak látszik, az illető műszer leírásával kapcsolatban adjuk meg.

A háromszögek hasonlóságán alapuló magasságmérés lényegét a 42. ábra szemlélete alapján érthetjük meg. A fa egész hossza: $AB = H$, o a szemünk nézőpontját, $o\ B = T$ pedig a fa hossztengelyének a szemünktől mért vízszintes távolságát mutatja. A fa tengelyének az állása függőleges. A magasságmérőt magát az o pontból kiinduló (vastagabban kihúzott) kereszt ábrázolja, melynek törzse vízszintesen fekszik, keresztágai pedig függőlegesen állanak. Az oA egyenes jelöli a fa csúcsára tett irányzást, mely a kereszt függőleges ágát az a pontban metszi. Az irányzás az o pontban forgathatóan megerősített irányzóléccel történik. Nyilvánvaló, hogy

$$oAB\triangle \sim oab\triangle,$$

mert szögeik egyenlők. Ebből folyik, hogy

$$AB : ab = oB : ob$$

vagy ha AB helyett H-t, ab helyett h-t, oB helyett T-t és ob helyett t-t írunk:

$$H : T = h : t$$

Ebből

$$H = T\frac{h}{t} \tag{1}$$

Ha tehát a képlet jobboldalán foglalt kifejezés mindenegyes tagját közvetlen mérés útján meghatározzuk, akkor a H értékét is kiszámíthatjuk.

A kérdésnek ilyen alakban való megoldása azonban nem gyakorlatias, mert a velejáró méregetés és számítás aránylag sok időbe kerül. Hogy ezt elkerüljük, a műszert a következőképpen szerkesztjük. A léckeresztet célszerűen választott mérce szerint egyenlő részekre osztjuk, A vízszintes *(távolsági)* léc beosztása a szem felőli végpontból indul ki s egyirányban halad végig a lécen. A függőleges, *(magassági)* léc beosztásának O pontja a vízszintes léccel való kereszteződésben fekszik s innen felfelé és lefelé növekvő számozása van. A magassági lécet úgy szereljük a távolsági lécre, hogy azon önmagával egyközűen, előre vagy hátra eltolható legyen. A használat alkalmával aztán úgy járunk el, hogy (miután a fától való vízszintes távolságot (T) mérőszalaggal megmértük) a függőleges lécet addig toljuk el a vízszintesen, amíg a ob távolságban (42. rajz) ugyanannyi egységet kapunk a műszer mércéje szerint, ahány *méter* a T távolság. Ha például az utóbbi 30 m, akkor a függőleges lécnek is a vízszintes léc 30. osztásvonalával kell összevágnia. Ha ekkor a fa csúcsát megirányozzuk, az irányvonal, mint fennebb említettük, az o pont körül elforgatható irányzékkal testesíthető meg. Az eljárás helyessége az alábbiakból tűnik ki:

Az 1. alatti aránylat nem változik, ha a $\frac{H}{T}$, illetőleg $\frac{h}{t}$ viszonyszám számlálóját és nevezőjét ugyanazzal a mennyiséggel osztjuk:

$$\frac{H}{m} : \frac{T}{m} = \frac{h}{\mu} : \frac{t}{\mu} \qquad (2)$$

m itt a métert, μ pedig a műszer beosztásának *egységét* jelenti. Minthogy a t ugyanannyi μ egységet foglal magában, mint ahány métert a T távolság (mert hiszen szándékosan így állítottuk a függőleges lécet), annálfogva

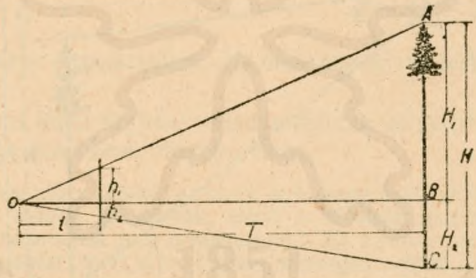
$$\frac{T}{m} = \frac{t}{\mu}$$

amiből az is következik, hogy a 2. egyenletből

$$\frac{H}{m} = \frac{h}{\mu}$$

A jobboldali kifejezés nem más, mint a leolvasás a magassági lécen. Ez tehát azt mutatja, hogy mennyi $\frac{H}{m}$ azaz hogy a méter hányszor van meg a fa magasságában.

A 42. ábra azt a különlegesen egyszerű esetet mutatja be, amikor a fa éppen a szemünk síkjában fekszik. Ez azonban ritkán van így. Sokkal gyakrabban fordul elő az, hogy a szemünk a fa



43. ábra. A fa töve a szemsík (horizont) alatt, a csúcs a fölött van.

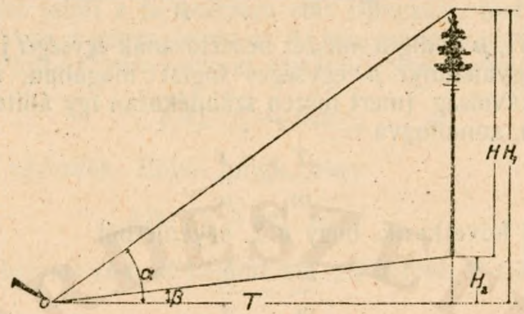
tövénél magasabban van. Ezt szemlélteti a 43. ábra. Ekkor a feladat két részre oszlik: külön határozandó meg a vízszintes sík fölötti és alatti farész hossza, s ezután a kettő összegezendő:

$$H = H_1 + H_2$$

Gyakorlatilag tehát a felső (oA) és az alsó (oC) irányzással kapott leolvasások értékét kell összeadnunk.[1]

[1] Hogy lejtős helyeken hogyan kell a *vízszintes* távolságot lemérni, azt a földméréstanból tudjuk.

Néha az is előfordulhat, hogy a szemünk a fa tövénél mélyebben, vagy a fa csúcsánál magasabban van (44. illetőleg 45. ábra).



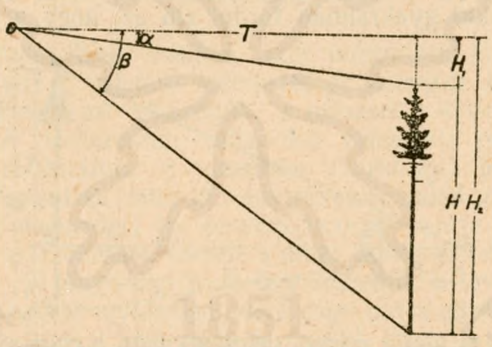
44. ábra. A fának mind a töve, mind a csúcsa a szem síkja fölött van

Az első esetben:

$$H = H_1 - H_2$$

a másodikban

$$H = H_2 - H_1$$



45. ábra A fának mind a töve, mind a csúcsa a szem síkja alatt van

A magasságmérőknek egy másik alcsoportját az jellemzi, hogy nem a vízszintes, hanem a szemünket a fa tövével összekötő *ferde* távolság lemérését és a távolsági lécen való beállítását kívánják meg. Ekkor a műszer távolsági léce nem áll vízszintesen, hanem a lejtővel egyközűen. Lényegi eltérés azonban ezek közt és az előbbiek közt nincs. Elméletükkel majd az illető helyen foglalkozunk.

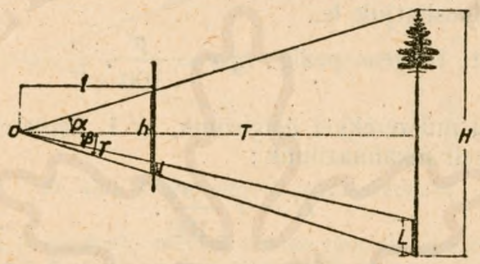
Egy harmadik alcsoportba azok a magasságmérők tartoznak, amelyeknek a használata egyáltalában nincs a távolság megmérésének a feltételéhez kötve, hanem a fa mellé állított, ismert hosszúságú összehasonlító léc (L) alkalmazását kívánják meg. Különben ezek is a háromszögek hasonlóságából indulnak ki. Használatuk módját vázlatosan a 46. ábra tünteti fel. A rajzból megállapíthatjuk, hogy hasonló háromszögekkel van dolgunk, s eszerint:

$$H : L = h : l$$

ebből

$$H = L \frac{h}{l}$$

Ha a $\frac{h}{l}$ viszonyszámot ismerjük, akkor ebből, valamint a már eleve ismert L-ből kiszámíthatjuk a H magasságot. Az idetartozó magasságmérők különböző módon oldják meg ezt a feladatot s ehhezképest alakjuk is lényegesen eltérhet egymástól. Amint azonban



46. ábra. Magasságmérés a fa mellé állított rúd segítségével

az illető helyen látni fogjuk, valamennyinek a használata a fennebb kifejtett közös alapelvre vihető vissza.

Elméletileg nincs akadálya annak sem, hogy a 42. ábrán vázolt műszerfajt is hasonló módon használjuk, tehát a távolság lemérését mellőzve, *léc* közvetítésével határozzuk meg a magasságot. Ez azonban gyakorlatilag nehézségekbe ütközik azért, mert a léc hosszát nem igen tudjuk a magassági mércén pontosan leolvasni s így a viszonyszám megállapítása többnyire nem elég biztos.

Külön főcsoportba tartoznak a *trigonometriai magasságmérők.* Ezeknek alapelvét a 42. ábrából érthetjük meg. Ha T a fa tengelyétől mért vízszintes távolság, akkor

$$H = T tg\ \alpha \tag{1}$$

Az effajta műszerek tehát a vízszintes távolság lemérését kívánják meg. A hajlásszög (α) tangensét vagy a tényleg lemért szögnagyság alapján, tangenstáblázat segítségével határozzuk meg, vagy esetleg közvetlenül magáról a műszer magassági fokívéről olvashatjuk le. De gyakori eset az is, hogy a műszeren nem a szögnagyság vagy a tangens van megadva, hanem az *emelkedés százalékokban* (h). Az ilyen műszert is akadály nélkül felhasználhatjuk a mi céljainkra. A 42. ábra alapján felírhatjuk ezt az arányt:

$$T : H = 100 : p.$$

Ebből

$$p = 100 \frac{H}{T}.$$

De $\frac{H}{T}$ nem egyéb mint $tg\, \alpha$, tehát p-t így is kifejezhetjük:

$$p = 100\ tg\ \alpha,$$

azaz az ilyen műszerekről nem a tangensét magát, hanem annak százszorosát olvashatjuk le.

A keresett tangens pedig: $tg\, \alpha = \frac{p}{100}$.

Ha tehát ilyen műszerekkel dolgozunk, az 1. képletet a következő módosítással kell alkalmaznunk:

$$H = T \frac{p}{100}.$$

A 42. ábra arra az esetre vonatkozik, amikor a fa töve a szemünk vízszintes síkjába esik. Ha a fa tövénél magasabban állunk (47. ábra) a következő megoldást alkalmazzuk:

$$H = H_1 + H_2$$

$$H = T\, tg\, \alpha + T\, tg\, \beta = T\, (tg\, \alpha + tg\, \beta). \tag{2}$$

Ekkor tehát külön kell a műszerrel a vízszintes fölött és alatt fekvő szöget, illetőleg annak tangensét meghatározni.

A 44. és 45. ábra azt a két esetet mutatja be, ha a fa töve a szemünk síkja fölött, illetőleg a fa csúcsa a szemünk síkja alatt fekszik. Az első esetben:

$$H_1 = T\ \ (tg\, \alpha - tg\, \beta) \tag{3}$$

a másodikban:

$$H = T\ \ (tg \beta - tg\, \alpha) \tag{4}$$

Bartha Ábel a vízszintes távolság helyett a trigonometriai magasságmérőkhöz is a ferde távolság számításbavételét ajánlotta.[1]

[1] Erdészeti Lapok, 1906. 704.

A 47. ábra szerint:

$$H_1 = T \, tg \, \alpha$$

$$\text{és } T = T_1 \cos \beta$$

Ezt az értéket az első képletbe helyettesítve:

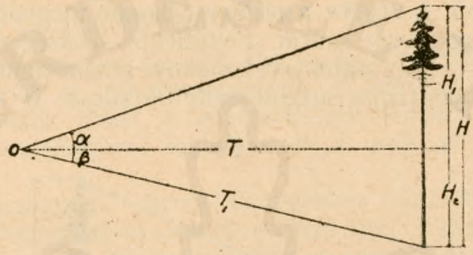
$$H_1 = T_1 \cos \beta \, tg \, \alpha,$$

továbbá

$$H_2 = T_1 \sin \beta$$

s így

$$H = H_1 + H_2 = T_1 (\cos \beta \, tg \, \alpha + \sin \beta)$$



47. ábra Trigonometriai magasságmérés

Bartha táblázatot is készített, melyből a ferde távolság szorzóját (a zárjelben levő tényezőt) az α és β szögek szerint közvetlenül kiolvashatjuk. A táblázat az esetben is használható, ha az *o* pont a fa tövénél mélyebben fekszik.

Ha a távolság (T) lemérése nélkül, a fa mellé állított ismert hosszúságú *léccel* akarnók ezeket a műszereket használni, az eljárás lényegesen körülményesebbé s a megszaporodó hibaforrások miatt bizonytalanabbá válnék. Ezért a 46. ábrán errevonatkozólag bemutatott példának inkább csak elméleti jelentősége van:

$$H : L = T\,(tg\,\alpha \times tg\,\gamma) : T\,(tg\,\gamma - tg\,\beta),$$

ebből

$$H = L \frac{tg\,\alpha + tg\,\gamma}{tg\,\gamma - tg\,\beta}.$$

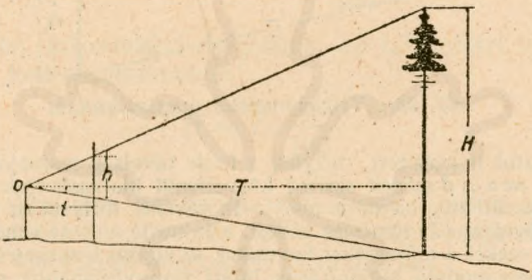
A magasság meghatározása végre minden magasságmérőműszer nélkül, *szembecsléssel* is történhetik. A puszta szembecslés azonban igen bizonytalan. Ezért célszerű, ha a fa mellé ismert hosszúságú *lécet állítunk, amellyel aztán a törzset képzeletben végigmérjük.* (Legcélszerűbb a 4 méteres léc, mert azt szemmérték szerint 2 vagy 4 részre is könnyű elosztani). Lécnek igen alkalmas a fehérre lekérgezett száraz fenyőrúd. A szembecsléssel a jó szemmértékű becslő annyira viheti, hogy a magasságot 1—2 méter pontossággal meg tudja határozni. Kedvezőtlen esetekben azonban a hiba sokkal nagyobb is lehet.

II. A háromszögek hasonlóságán alapuló magasságmérők

1. Az alapvonal közvetlen lemérését kívánó magasságmérők

a) *Vízszintes alapvonallal használt eszközök. A magasságmérés karók segítségével*

Megfelelő távolságban egy rövidebb és egy hosszabb karót verünk le függőlegesen a földbe. (48. ábra), úgy hogy a rövidebb karó végpontjából a fa csúcsára és tövére tett irányzás a hosszabb karó oldalát érintse. A rövid karó mintegy 130—140 cm-nyire álljon ki a földből. A végébe, a nézőpont élesebb megjelölésére célszerű gombostűt vagy szeget szúrni. Feltétlenül szükséges a helyet úgy megválasztani — és ez szabály valamennyi magasságmérőre érvényes —, hogy a nézőpontból a megmérendő fa csúcsát is tövét is tisztán láthassuk.



48. ábra. Magasságmérés karók segítségével

Miután a fa vízszintes távolságát *T* és a két karó vízszintes távolságát (*t*) megmértük, megirányozzuk a kiskaró végéből a fa csúcsát és tövét, s az iránysugarak érintkezési pontját a másik karón irónnal vagy krétával megjelöljük.

Célszerű, ha ezt nem az irányzó maga végzi, hanem más valaki, s őt az irányzó a helyes irányba (szóval vagy kézmozdulattal) beinti. A két ceruzajel vagy krétajel közti távolságot mérővesszővel lemérve, kapjuk a *h t.*

A háromszögek hasonlóságából folyik, hogy

$$H : T = h : t$$

s ebből

$$H = T \frac{h}{t}.$$

β A *Mayer—Hossfeld*-féle magasságmérő[1]

Ez a műszer a 42. és 43. ábrán vázlatosan bemutatott elméleti alapmintát a maga közvetlenségében valósítja meg. Kézi használatra nem alkalmas, mert a magassági mérce függőleges tartása nehéz. Színtezővel felszerelve azonban mint botállványos műszer, kifogástalanul megfelelhet a célnak.

A *Mayer—Hossfeld*-féle magasságmérőfajtához tartozik a *Stötzer egyetemes dioptrája* is.[2] Ez a műszer színtezésre, lejtőmérésre és vízszintes szögek mérésére szolgál (buszolával), ezenkívül még magasságmérésre is használható.

γ Weise famagasságmérője.[3]

Weise magasságmérője (49. ábra) a legközvetlenebbül juttatja kifejezésre annak a műszercsoportnak a jellemző tulajdonságait, amelyhez tartozik. Ezért, a történelmi sorrendtől eltérően, először ezzel a magasságmérővel foglalkozunk s csak azután térünk át a többire.

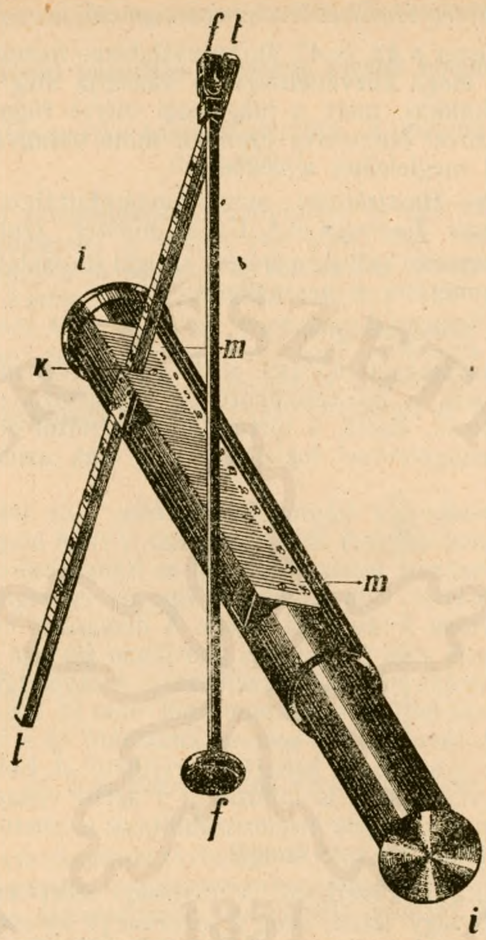
A magasságmérő három főalkatrésze: az irányzócső (*i-i*), a távolsági tolómérce (*t-t*) és a függélyező (*f-f*). A magassági mérték (*m-m*) külön, fogazott lemez alakjában az irányzócsőre van erősítve. A fogak egymástól való távolsága egy fél egységnek felel meg. Hasonló beosztású a távolsági mérce. A magassági mérce 0 pontja a távolsági léccel való keresztezés pontjában (*k*) van s onnan kiindulva, két irányban növekvő a számozása. A távolsági mérce beosztása a függélyező felfüggesztési pontjából indul ki. Az egész készülék fémből van. A távolsági léc egészen kihúzható és a függélyzőléccel összehajtva az irányzócső belsejében rejthető el. Ebből a célból a cső különálló végdarabja is kihúzható s aztán visszatolható. Ez a szerkezet az irányzótengely meghosszabbítását is lehetővé teszi. A cső megvédésére alkalmas tok szolgál.

Használata a következő. A távolsági lécet addig toljuk a vezetékben fel- vagy lefelé, amíg beosztásán (a kereszteződésnél: *k*) a fától mért vízszintes távolságnak megfelelő számot olvassuk le. Ezután jobb kezünkbe fogva az irányzócsövet, megirányozzuk vele a fa csúcsát. Eközben a függélyezőnek egészen közel a fogazott magassági léchez, szabadon és nyugodtan kell lógnia. Ha a csövet ekkor hossztengelye körül kissé jobbra fordítjuk, a háromélű

[1] Diana. 3. köt. 156. lap.

[2] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1886, 158. old. Forstliche Blätter 1888, 28. lap és *Udo Müller*: Lehrbuch der Holzmesskunde III. kiad. 147. lap.

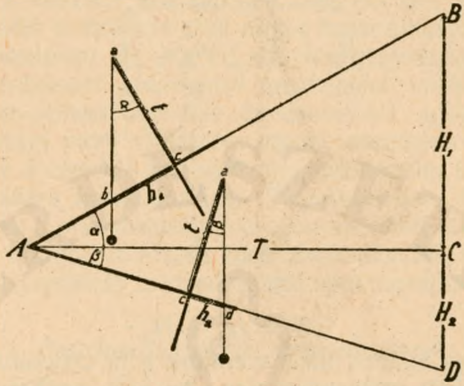
[3] Leírását először *Bernhardt* adta (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1874, 125. lap), javított alakjában ismertetése ugyanennek a folyóiratnak egy későbbi évfolyamában jelent meg (1876), 226. lap.



49. ábra. Weise-féle magasságmérő.
i-i: irányzócső, *m-m:* magassági mérce,
t-t: távolsági mérce, *f-f:* függélyező

függélyezőléc belső éle a magassági léc két foga közé fekszik s az eszközt az elmozdulás veszedelme nélkül tarthatjuk szemünk elé leolvasás végett. Ha az irányzás felfelé történik, a leolvasás annak a törzsrésznek a hosszát adja, amelyik a szemünkön át fektetett vízszintes sík *fölött* van. Ezután lefelé hajtva a csövet, megirányozzuk a fa tövét s oldalt hajlítva a készüléket, a függélyezőt a magassági mércének a távolsági mércén *túl* eső részén *hagyjuk* fennakadni a megfelelő bevágásban. Itt olvassuk le a fa szemünk *alatti* részének hosszát. A két leolvasás összege adja a fa magasságát.

A magasságmérő használatának elméletét a fennebb vázolt esetre nézve (t. i. ha a szemünk a fa csúcsánál mélyebben,



50. ábra. Weise magasságmérőjének használata a háromszögek hasonlósága alapján áll

de a tövénél magasabban van) az 50. ábra világítja meg. A felfelé való irányzáskor:

$$A\ B\ C\ \triangle \sim a\ b\ c\ \triangle,$$

mert szögeik egyenlők.

$$AC = T \text{ és } BC = H_1$$

$$ac = t \text{ és } bc = h_1$$

$$\frac{H_1}{m} : \frac{T}{m} = \frac{h_1}{\mu} = \frac{t}{\mu}$$ [1]

De minthogy

$$\frac{T}{m} = \frac{t}{\mu}$$

azért

$$\frac{H}{m} = \frac{h_1}{\mu}$$

Azaz: a magassági mércén egyenesen H_1 méterekben kifejezett

[1] V. ö. a 151. lappal

hosszát olvashatjuk le. Éppenúgy kapjuk H_2 hosszát is a lefelé irányzáskor:

$$ACD \triangle \sim acd \triangle$$

$$AC = T \text{ és } CD = H_2$$

$$ac = t \text{ és } cd = h_2$$

$$\frac{H}{m} : \frac{T}{m} = \frac{h_2}{\mu} : \frac{t}{\mu}$$

s minthogy $$\frac{T}{m} = \frac{t}{\mu}$$

azért $$\frac{H_2}{m} = \frac{h_2}{\mu}$$

és végül $$H = H_1 + H_2 \cdot$$

Módosul az eljárás, ha a szemünk a fa csúcsánál magasabban vagy a fa tövénél mélyebben van. Az első esetben

$$H = H_2 - H_1$$

a másodikban $$H = H_1 - H_2$$

Weise magasságmérője könnyen hordozható és jó tulajdonsága, hogy szabadkézből (állvány nélkül) is a kellő biztonsággal használható, ezért *egyike a legjobb famagasságmérőknek.* Hátránya, hogy kissé kényes és így óvatos kezelést kíván, mert különben hamar romlik és gyakran szorul javításra. *Müller* szerint[1] 400 törzs magassága határozható meg vele naponta.

b A *Winkler—Grossbauer*-féle dendrometer

(Műmellékletek 1. sz.)

Ennek a műszernek az őse a *König*-féle mérőlap (Messbrettchen[2]) volt. Ennek alapelve szerint készítette *Winkler* mariabrunni tanár az ő dendrométerét[3] s ezt aztán utóda, *Grossbauer* Ferenc tökéletesítette és továbbfejlesztette[4].

[1] Lehrbuch der Holzmesskunde. 3. kiadás, 135. old.

[2] *König:* Forstmathematik, 4. kiadás (Gotha 1854), 401. lap és *Sóltz—Fekete:* Az erdőbecsléstan kézikönyve, II. kiad. 128. old.

[3] Anleitung zur Konstruktion und dem Gebrauche eines einfachen Taschendendrometers. Wien 1846.

[4] Das Winkler'sche Taschen-Dendrometer neuester Construktion, Wien 1864.

A *Winkler*-féle műszer, mint magasságmérő, főképpen abban tér el *Weise* magasságmérőjétől, hogy kihúzható és szabályozható *távolsági léce nincs*, ehelyett az irányzólapján több egymással egyközűen haladó mércés vonal van s aszerint, hogy a fához közelebb, vagy távolabb állunk fel, a mért magasságot is más-más vonalon olvassuk le. Az említett vonalak 20, 40, 60 stb. hosszegységnek felelnek meg, ezért a műszert csak akkor használhatjuk közvetlenül, ha a törzstől pontosan 20, 40, 60 stb. hosszegységnyire állunk fel. Különben a leolvasott eredményt megfelelően módosítanunk kell.

A *Winkler—Grossbauer*-féle dendrométert optikai vastagságmérésre, magassági vagy vízszintes szögek megmérésére és kitűzésére, színtezésre s ezekkel kapcsolatban mindenféle kisebb mérnöki feladat megoldására használhatjuk. Tagadhatatlan, hogy a műszer szerkezetét ebben a sokoldalúságában elmésnek kell minősítenünk, de a már említett hiányai miatt, és mert szabadkézből nem igen használható, a magasságmérés szempontjából nem mondható célszerűnek.

ε *Faustmann* tükrös hypszométere[1]

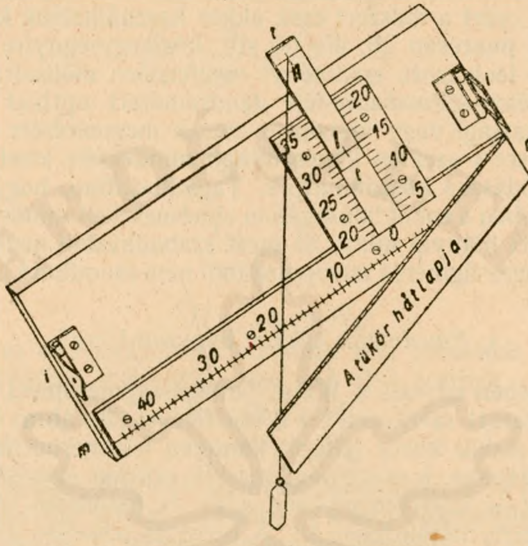
Lényegében egyezik a *Weise* famagasságmérőjével. Ha az 51. ábrán bemutatott szerkezetet a *Weise*-félével (49. ábra) összehasonlítjuk, a két eszköz közös jellegét könnyen felismerhetjük. A *Faustmann*-féle műszeren a magassági mérték szintén egyközűen fekszik az irányzék *i—i* iránytengelyével, a ki- és betolható távolsági léc (*t—t*) pedig erre merőlegesen áll. A beosztás azonban nincs magán a lécen, hanem annak vezetékén jobbra és balra. A léc két végén indexvonal (I. és II.) látható. Ha a lemért vízszintes távolság 20 egységénél kisebb, a távolsági lécet kihúzzuk a vezetékből és megfordítva dugjuk vissza; azután a II. indexvonalat vágatjuk össze a megfelelő (jobboldali) osztásrésszel; ha a távolság ennél nagyobb, a baloldali mérce és az I. indexvonal lép működésbe, mint az ábrán is látható (a fától való távolság 30 m). Ezzel az elrendezéssel a távolsági léc hossza kétszeresen használható ki.

Az irányzást legcélszerűbben a bal szemmel végezzük, a jobb szemmel pedig a készülék jobboldalán a sarkonjáró tükörben olvashatjuk le a függvényzőfonál metszésénél az osztásrész számát, azaz a magasságot (ez az ábra szerint 19·5 m).

A *Faustmann*-féle magasságmérő téglányalakú lapja fából, a mércék, az irányzék és a tükör hátlapja fémből vannak. Részleteiben egyébként többféle kivitelben is készülhet.

[1] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1856, 441. old., Zeitschrft für Forst-und Jagdwesen, 1876, 94 old. és *Sóltz—Fekete*. Az erdőbecslés kézikönyve, II. kiad. 125. old.

Előnye, hogy összecsukva, megfelelő tokban könnyen hordozható. Hátránya, hogy biztos kezeléséhez nagyobb gyakorlat szükséges, továbbá, hogy szeles időben a fonalas függélyező ingása a mérést hosszadalmassá és bizonytalanná teszi ; az erdő homályában pedig



51. ábra. Faustmann tükrös hypszométere.
i-i : iránytengely, *t-t* :távolsági léc

a tükrös leolvasás nehéz s végül az állékonysága sem felel meg kellőképpen a tartós erdei munka követelményeinek. A *Weise*-féle magasságmérővel ezért nem versenyezhet.[1]

ζ *Fleischmann* magasságmérője.[2]

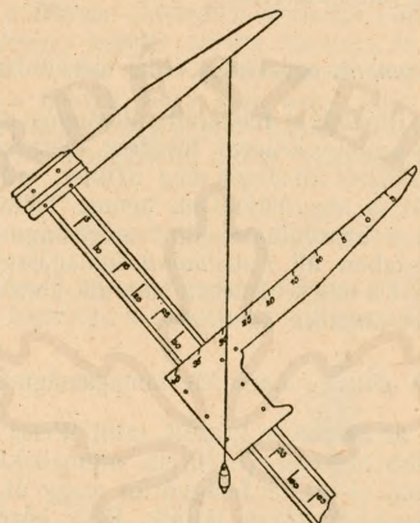
Már nem gyártják. S minthogy elavultsága és célszerűtlensége miatt valószínűleg a jövőben sem fogják készíteni, megelégszünk itt az irodalmi forrás idézésével.

[1] *Tischendorf* szerint (L. Lehrbuch der Holzmassenermittelung 13. old.) ez a legelterjedtebb és legkedveltebb famagasságmérő. Ha valóban így van, ennek az oka csak a megszokás lehet, de semmiképpen sem az eszköz célszerűsége.

[2] *Burckhardt :* Forstliche Hülstafeln, II. Abteilung (Hannover 1856 86. oldal).

η *A* magasságmérő átlaló.[1]

Az 52. ábra az átlalónak olyan berendezését mutatja be, amilyent *Felber* zürichi tanár ajánlott abból a célból, hogy azt magasságmérésre is lehessen használni. Az átlalónak ilyen felszerelése annyira egyszerű, hogy azt bárki maga is elkészítheti. A szilárd szár valamely pontjából fonalas függélyezőt erősítünk s a mozgószár szembenfekvő pontjából mint 0 pontból kiindulva, a vonóléc mér-



52. ábra. Az átlaló is használható magasságmérésre (*Felber* eljárása)

céjének az élét megfelelő egységekre (tehát rendszerint cm-ekre) osztjuk be. Célszerű, ha az osztóvonalak a függélyezőfonalnak mint sugárnak az irányában vannak elhelyezve.

Használat előtt a mozgószárat úgy állítják, hogy a szilárd szártól való távolsága a fától mért vízszintes távolságának feleljen meg. Ekkor az utóbbinak belső élével megirányozzuk a fa csúcsát s a mozgószáron (a függélyezőfonállal való keresztezésnél) leolvassuk a szemünk síkja fölötti farész hosszát. Ha a fa töve a szemünknél mélyebben fekszik, a vízszintesen alul fekvő rész hosszát a tőre tett irányzás alkalmával a 0 ponton túl eső osztásvonalak metszéshelyén olvassuk le.

Használaton kívül a függélyzősúly az állószár megfelelő nyílásában rejthető el. Mint kisegítő, a magasságmérőnek ez az alakja célszerűen alkalmazható. Megbízhatóságát emelhetjük, ha a szilárd száron irányzékot helyezünk el.

[1] *Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde. 3. kiadás, 136. old.

ϑ. *Trümbach* forgótárcsás négyszöge.

Ez a kis, egyetemes műszer a magasságmérésen kívül különféle mérnöki munkákra is használható (szintezés, lejtőmérés és kitűzés, vízszintes és magassági szögek mérése stb.). Mint famagasságmérő, a *Weise*-rendszerű eszközök elméletének alapján áll. Használatához botállvány szükséges. Bővebb leírására nem térünk ki, s utalunk *Trümbach* eredeti közleményére.[1]

ι. *Peltzmann* egyetemes erdei mérőműszere.

A dioptrás, libellával felszerelt, állványos műszerről, melyet *Peltzmann Adolf* somogytarnócai főerdész szerkesztett, mint igen sokoldalú mérőeszközről emlékszik meg *Müller*, erdőbecsléstanában[2] és vázlatos rajzát is megtalálhatjuk benne. Többek közt optikai vastagságmérésre is használható. Mint magasságmérő, legközelebbi szerkezeti rokonságban áll *Faustmann* famagasságmérőjével. (161. old.) *Müller* szerint a maga nemében sikerült, elmés, pontos műszer, s így a gyakorlat számára ajánlható.

κ. A *Blume—Leiss*-féle famagasságmérő.[3]

Ugyanazon az alapelven készült, mint *Weise* magasságmérője, azonban célszerűbb alakban. (l. 16. sz. műmelléklet.)

Az irányvonal (*i—i*) két fémgyűrűn megy át. Az egyiken átnézve, a másikban két tövist látunk. Ezek közé kell fognunk a megmérendő fa csúcsát.

A kézies fedőtok belsejében van elhelyezve az önfüggélyező mutató s ez, az üveggel védett számlapon, a szem síkja feletti és alatti törzsrész hosszát mutatja. Eltolható magassági mércéje nincs, ehelyett a rajtalevő 15, 20, 30 és 40 méteres vízszintes távolságnak megfelelő köríveken végezzük a leolvasást. Tehát kötve vagyunk ahhoz, hogy a fától pontosan ilyen távolságra álljunk fel, különben átszámításra van szükség.

Az önfüggélyező egy gomb segítségével (a mutatóujj alatt) felszabadítható és rögzíthető. Így a magasság könnyen és biztosan leolvasható.

A lapos önfüggélyező a tok belsejében olyan szűk helyen mozog, hogy a levegő ellenállása folytán igen hamar nyugalmi állapotba jut

[1] Das »Drehscheibenquadrat« (Forstwissenschaftliches Zentralblatt, 1898. 283. old.)
[2] Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiadás 137. old.
[3] Forstarchiv 1935, 269. old.

s nem leng olyan sokáig, mint a Weise függélyezője vagy éppen a fonalas függélyezők. Ezért ezzel az eszközzel így gyorsabban dolgozhatunk.

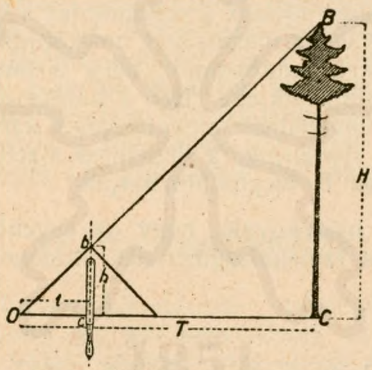
A legalsó körív fokbeosztású és a lejtőszögek mérésére szolgál.

Használható a műszer a vízszintes távolság közvetlen lemérése nélkül is, a fára szerelhető alapmérték segítségével, az optikai távolságmérés elvei szerint.

Mérlegelve a *Blume—Leiss*-féle szerkezet minden előnyét (célszerű alak, kényelmes kezelés, biztos irányzás és leolvasás, gyors munka): *ezt kell a mai kor legtökéletesebb famagasságmérőjének tekintenünk.* Az a hiánya, hogy csak négy különböző távolságra használható közvetlenül, nagy előnyei mellett eltörpül. A gyakorlatban úgyis többnyire kerekszámú méter távolságra szoktunk állni a fától.

λ. Az egyenlőszárú, derékszögű háromszög.

Ha egyenlőszárú háromszögalakú falapot az 54. ábrán látható módon egy villás fogantyú két ága közé felfüggesztünk, a háromszög



54. ábra. Az egyenlőszárú, derékszögű háromszög, mint magasságmérő

saját súlyánál fogva úgy helyezkedik, el, hogy egyik éle (*Ob*) a vízszintessel 45°-ú szöget zár be. Nyilvánvaló, hogy

$$OBC\,\Delta — Obc\,\Delta\,,$$

mert szögeik egyenlők. S minthogy az $Obc\,\Delta$ egyenlőszárú, derékszögű háromszög, annálfogva $OBC\,\Delta$ is az. Tehát

$$H = T\,.$$

A T-t közvetlenül lemérhetjük s ezzel megkaptuk egyszersmind a fa magasságát is.

Bármilyen egyszerűnek lássék is azonban a magasságmérésnek ez a módja, a valóságban mégis csak igen korlátolt mértékben s csak kedvező körülmények közt alkalmazható. Hogy ugyanis a fa egész hosszát lemérhessük, szemünknek a fa tövével egy szintben kell lennie, s hogy ekkor az *Ob* élen (melyet a könnyebb irányzás kedvéért ékalakúan bevághatunk) végignézve éppen a fa csúcsát láthassuk, okvetlenül *T* távolságra kell állanunk a fától. Tehát két irányban is kötve vagyunk a felállás helyének megválasztásában. Ez a körülmény pedig zárt erdőben, ahol a fák egymást takarják s csúcsukat csak egyes pontokról lehet látni, a leírt háromszög használhatóságát egészen kétségessé teszi. Különbenis hosszadalmassá és kényelmetlenné válik az eljárás az előre-hátra való járás és próbálgatás miatt. Ezt mindaddig folytatnunk kell, míg a háromszög élén végigtekintve éppen a fa csúcsát látjuk meg. Méginkább korlátozva vagyunk a felállásban meredek hegyoldalon. Itt csak a fa tövének rétegvonala közelében mozoghatunk. Csakis a sík vidéken, és igen ritkásan álló fák mérésére alkalmas ez az egyszerű mérőeszköz. Ha teljesen vízszintes talajon állunk, akkor a *T* távolsághoz, — ez mindig csak a szemünk síkja *fölötti* törzsrész hosszát adja — hozzá kell még adnunk a szemünknek a talajtól mért távolságát is, hogy a fa egész magasságát megkapjuk. Ha a terep nem egészen sík, meg kell határoznunk, hogy a fának melyik pontja esik éppen a szemünk síkjába. Ezt a háromszög alsó, vízszintes élének, mint irányzóvonalnak a segítségével kereshetjük meg. Ha ezt a pontot még elérhetjük, a vízszintes alatti törzsrész hosszát közvetlen leméréssel is meghatározhatjuk.

Mindezekből nyilvánvaló, hogy az egyenlőszárú derékszögű háromszögnek, mint famagasságmérőnek általános gyakorlati jelentősége nincs.

μ *Ruprecht* dendrométere.[1]

Az egyenlőszárú derékszögű háromszöget az 1. alatt tárgyaltnál tökéletesebb alakban alkalmazta *Ruprecht* bécsi műszerész. Hibáit azonban nem sikerült annyira kiküszöbölnie, hogy műszere a gyakorlatiasság feltételeinek kellőképpen megfeleljen. Ez az eszköz egyébként optikai vastagságmérésre is használható. Fogyatékosságai miatt nagyobb elterjedésre nem számíthat.

[1] Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1889, 97. old. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1894, 426. old. Österreichische Forst- und Jagdzeitung 1893, 217. old.

ν Maader »Heurékája«[1]

Nézőcsővel felszerelt, egyenlőszárú derékszögű háromszög, melynek beállítása tükrös libellával történik. A rendszerben magában rejlő, λ alatt kifejtett tökéletlenségeit nem tekintve, ez az eszköz *Müller* szerint megfelelő körülmények között jól beválik s különösen a sík vidékre ajánlható. Egy *Leiss* E-től ismertetett változata a Forstwissenschaftliches Zentralblattban van leírva (1905, 432. old.).

ξ. Az ácskereszt.

Ennek az egyszerű, *T* alakú szerszámnak használatát is tárgyalja a magasságmérés irodalma.[2]

Ha az eszköz hosszabbik szárának szabad végét az orrunk nyergére illesztve addig közeledünk a fához, vagy addig távolodunk el tőle, amíg a keresztág egyik végének irányában a fa tövét, a másik végén át a fa csúcsát látjuk, akkor a fától mért vízszintes távolság megközelítően egyenlő a fa magasságával. A bizonyítás dolgában utalunk a már említett irodalmi forrásokra.

A mérés elméleti hibája kellően választott méretek esetén nem haladja meg a félmétert. A finomabb irányzókészülék hiánya azonban ezt a hibát tetemesen fokozhatja. Ezenkívül nagy hátránya az eszköznek, hogy csak sík területen használható eredményesen, s hogy a fától való távolság megválasztásában erősen korlátozza a becslőt. Ezek miatt a tökéletlenségek miatt olcsósága ellenére is csak mint esetleges kisegítő eszköz tarthat számot figyelemre.

ο Leiss magasságmérője.[3]

A műszer három főalkotórésze : a fogantyúval felszerelt körív (valamivel nagyobb egy kör negyedénél), az irányzócső és a kör középpontjából lelógó, gombos rúgóval rögzíthető fémfüggélyező. Az irányzócső tengelye a körív nullás osztályvonalán és a kör középpontján megy át. Szemnyílása a kerületen fekszik. A fa csúcsára és tövére tett irányzás alkalmával leolvassuk azt a számot, amely a függélyezőnek a körívvel való metszése helyén áll. Ha a fától 15 m (vízszintes) távolságra állunk, a leolvasás közvetlenül a horizont feletti és alatti törzsrész hosszát adja méterekben. Minden más távolság esetén számítás útján kell a magasságot meghatározni.

[1] *Müller :* Lehrbuch der Holzmesskunde 3. kiad. 144. old.
[2] Forstliche Blätter 1885, 156. old. és 1888, 92. old. Erdészeti Lapok 1885, 623. old.
[3] *Udo Müller :* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 147. old.

Az utóbbi körülmény a műszer használatát kissé nehézkessé teszi, de máskülönben nincs akadálya annak, hogy a fennebb körvonalazott alapelv szerint igen kézies, célszerű alakú, használható magasságmérők ne szerkesztessenek.

π *Bayard* magasságmérője.[1]

Bayard műszere körzőalakú, fából készült eszköz, melynek empirikus beosztásán az egyik oldalon 10, 20, a másikon 30, 40 méteres alaptávolságra vonatkozóan lehet a fa magasságát leolvasni.

Hátránya, hogy esetlen (½ m hosszú), továbbá, hogy az álláspont megválasztásában a becslőt korlátozza (illetőleg szabad választás esetén átszámítást tesz szükségessé) és hogy csak abban az esetben ad jó eredményt, ha a becslő szeme 1·6 magasságban van a fa töve felett. Mennél jobban eltér ettől, annél nagyobb a hiba. Meredek hegyoldalakon tehát a műszer nehezen használható. A síkon helyes kezeléssel állítólag ½ méterig pontos eredményt ad. Más távolság esetén átszámításra van szükség.

ϱ *Borglind* fatörzsmérője.[2]

Ez a műszer a magasságmérésen kívül optikai vastagságmérésre is alkalmas. Nagy hátránya, hogy csak 8 m távolságról használnató, tehát magasabb fák megmérésére alkalmatlan. Ezért itt nem foglalkozunk vele bővebben.

σ *Leiss* magasságmérője.[3]

15 m távolságról használható. Kétféle alakban is készül. Megbízható eszköz.

b) Ferde alapvonallal használt eszközök.

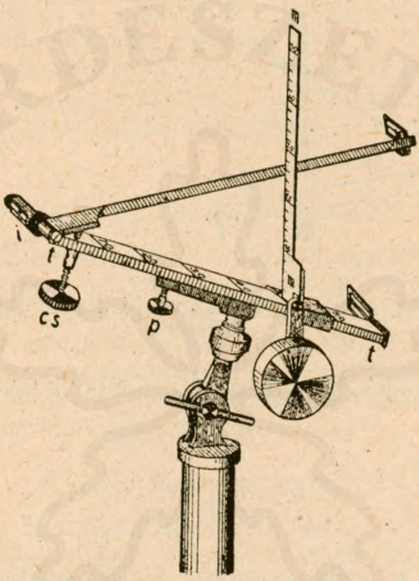
A vízszintes távolság lemérése meredek hegyoldalakon körülményes. Gyakorlatilag legegyszerűbb a *ferde* távolságot mérni, amikoris a mérőszalag közvetlenül a talajra fektethető. Azok a magasságmérők, amelyeknek használata a becslő álláspontja és a fa töve közötti ferde távolságnak (mint a mérési alapvonalnak) a megmérését kívánja meg, a következők:

[1] Revue des eaux et forêts, 1885, 355. old. és Erdészeti Lapok 1886, 786. old.
[2] *Udo Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 148. old.
[3] *Müller:* L. d. Holzmesskunde, 3. kiad. 147. old.

a *Klaussner* magasságmérője.[1]

Az 55. ábrán bemutatott műszer főrészei: a távolsági léc (*t—t*), az önmagát függélyező magassági léc (*m—m*) és az irányzóléc (*i—i*).

Miután a magasságmérőt az egyszerű botállványra vagy a törzsek oldalába csavarható *facsavarra* erősítettük és a műszer és a megmérendő fa töve közti (ferde) távolságot lemértük, a magassági mércét addig toljuk előre, amíg annak alsó vége a távolsági léc



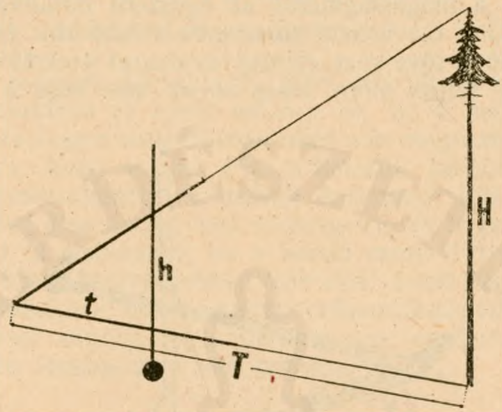
55. ábra. Klaussner magasságmérője. *t-t:* távolsági mérce irányzékkal, *m-m:* magassági mérce, *i-i:* csúcsirányzék, *cs:* az utóbbi emelőcsavarja, *p:* a távolsági léc paránycsavarja

megfelelő osztásvonalával vág egybe (ábránkon az 50-es vonallal). Ezután a *t—t* irányzékával megirányozzuk a fa tövét (paránycsavar *p*-nél), az *i—i* irányzékkal pedig a fa csúcsát (csavar *cs*-nél) s az utóbbinak a magassági léccel való metszésén leolvassuk a fa egész magasságát. (Az irányzóléc háromélű hasáb s ezért éles metszést ad. Ábránkon 25 m-t mutat. A magassági mércén a rajz világossága kedvéért csak minden párosszámú méter osztásrésze van feltüntetve.) Tehát minden esetben csak *egy* leolvasásra van szükségünk, s ez a

[1] Forstwissenschaftliches Zentralblatt 1883, 484. old. és 1884, 395. old.

műszernek nagy előnye. Kellően felszerelve, optikai vastagságmérőnek is használható és szintezésre, derékszögek kitűzésére is alkalmas. Hátránya, hogy szabadkézből nem használható.

Elméletét az 56. ábra világítja meg.



56. ábra A *Klaussner*-rendszerű magasságmérők használatának vázlatos szemléltetése

A háromszögek hasonlóságából folyik, hogy:

$$H : T = h : t$$

s az is áll, hogy

$$\frac{H}{m} : \frac{T}{m} = \frac{h}{\mu} : \frac{t}{\mu}$$

(itt m a méter, μ pedig a mérce beosztásának *egységét* jelenti). Minthogy azonban a t távolságát szándékosan annyi μ egységnyire állítottuk, ahány métert a T távolság foglal magában, annálfogva nyilvánvaló, hogy

$$\frac{T}{m} = \frac{t}{\mu}$$

s így

$$\frac{H}{m} = \frac{h}{\mu}$$

$\frac{h}{\mu}$ pedig nem más, mint a leolvasás a műszer mércéje szerint, ez tehát mint független számérték egyszersmind azt is mutatja, hogy a méter hányszor van meg a H hosszúságában.

β. *Havlik* I. sz. magasságmérője.[1]

Lényegében egyezik *Klaussner* műszerével. Ez a műszer is botállványt kíván. A magassági léc azonban nem helyezkedik el magától függélyesen, mint a Klaussneré, hanem a mellette lógó függélyező segítségével kell a kívánt helyzetbe hozni. Ebből a célból a botállvány vége csuklós fejjel van felszerelve. A magassági mérce üvegre van vésve s a csúcs megirányzása ezen keresztül történik, a magasságot pedig az üveglapon ezzel egyidejűleg olvassuk le. A fa töve a távolsági léc dioptrájával irányozandó meg.

Előnye ennek a műszernek, a műszerfaj lényegében rejlő előnyökön (ferde távolság mérése, egyszeri leolvasás) kívül az irányzóléc hiánya, hátránya, hogy szabadkézből nem használható, továbbá, hogy a magassági léc nem önműködően jut függőleges helyzetbe, s hogy — a valószínűség szerint — a műszer állékonysága sem kielégítő.

γ *Havlik* II. sz. magasságmérője. [2]

Havliknak ez a műszere rendkívül egyszerű, igen eredeti és elméletileg egészen helyes alapon nyugvó találmány. Az egész három, csukósan egymáshoz kapcsolt és tetszés szerint rögzíthető lécből áll. Mint azonban *Müller* kimutatja és geometriai úton is kifejti[3], ennek a magasságmérőnek a használhatósága gyakorlatilag igen korlátolt. Ezért, utalással *Müller* bírálatára, bővebben ezen a helyen nem is foglalkozunk vele.

δ *Klein* famagasságmérője.[4]

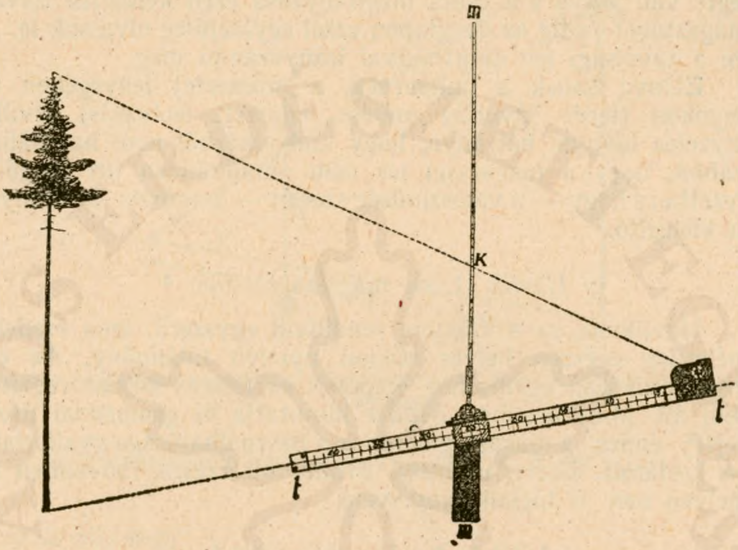
A műszer két főrészből áll, ú. m. a távolsági lécből (*t—t* vázlatosan az 57. ábrán) és a magassági lécből (*m—m*). Ez az utóbbi a távolsági lécen eltolható és a fától mért (ferde) távolságra beállítható. A távolsági lécnek a szem felé eső vége dobozzá szélesedik ki, melyben két tükör (1 és 2) van elhelyezve. A 2. sz. tükör a dobozzal szilárd kapcsolatban van és a *t—t* iránnyal 69°-ot zár be. Az 1. sz. tükör viszont a dobozból kinyuló csavar segítségével vízszintes tengelye körül elforgatható.

A műszert a következő módon használjuk. A *t—t* léc irányzékával megirányozzuk a fa tövét s az 1. sz. tükröt addig forgatjuk, amíg a fa csúcsának látszólagos képe a tövével összeesik. Minthogy pedig ezzel egyszersmind a magassági mérce *k* keresztezési pont-

[1] Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1889, 212. old.
[2] Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1889, 214. old.
[3] Lehrbuch der Holzmesskunde 3. kiad. 145. old.
[4] Forstwissenschaftliches Zentralblatt 1904, 189. old.

jának a képét is ugyanoda forgattuk le, ezen a ponton (tehát ahol a fa tövének és csúcsának a képe találkozik) kell a magasságot a mérce tükörképéről leolvasnunk. Nem szükséges tehát a fa csúcsát külön megirányozni, hanem csak a felső irányvonalat a tükör forgatásával az alsó irányvonallal összevágatni, ami kényelmesebb.

Igen nagy előnye a műszernek, hogy ha a tükör egyszer már a fent leírt módon el van forgatva, a magassági mérce megfelelő



57. ábra. Klein magasságmérője. *t-t:* távolsági mérce, *m-m:* önfüggélyező magassági mérce

osztásvonala a kéz kisebb mozgásától függetlenül együttmarad az irányzék vízszintes fonalával. Ezért a Klein-féle magasságmérőt azok is igen jól használhatják, akiknek a kezük nem nyugodt s ezért más, szabadon tartott műszerrel nem dolgozhatnak.

Ez különösebb jelentőséget ad *Klein* találmányának. Pontossága is igen kielégítő.[1] Nagy mércéje lehetővé teszi azt is, hogy a távolság közvetlen lemérése nélkül, mint léces magasságmérőt (l. alább, 2 alatt) alkalmazzák. Hátránya, hogy borús időjárás esetén a tükörben való leolvasás nehezebb és hogy a mérendő fa csúcsának más fa csúcsával való összetévesztése könnyebben előfordulhat, mint ha a csúcsot közvetlenül irányozzuk meg. Szerkezete is kényesebb.

[1] Méltatta *Flury* a Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen 1905. évi VIII. kötetének 3. füzetében.

ε Magasságmérés az árnyék segítségével.

Ha függőlegesen botot szúrunk a földbe, a bot hossza és árnyékának hossza közt ugyanaz a viszony áll fenn, mint a fa hossza és árnyéka között. Ilyen módon, ha a fa és a bot árnyékát lemérjük, azokból az említett arány alapján a fa hosszát is kiszámíthatjuk. ' gyszerűsödik a számítás, ha a botnak a földből kiálló része éppen 1 méter hosszú. Magától értetődik, hogy ezt az eljárást csak akkor alkalmazhatjuk, ha a fa csúcsának az árnyéka látható és ha a bot árnyéka éppen olyan hajlású területre esik, amilyenre a fa árnyéka. Egyenetlen talajon és zárt erdőben tehát ezt a különben is tökéletlen magasságmérési módot nem használhatjuk.

2. Az alapvonal közvetlen lemérését nem kívánó eszközök (léccel használt famagasságmérők).

α *Sanlaville* fatörzsmérője.[1] (Műmellékletek 2. sz.)

Sanlaville műszere a legrégibb fatörzsátmérők közé tartozik (dendrométerek) s ma már nem igen használják. Elmés berendezése azonban érdemessé teszi arra, hogy foglalkozzunk vele.

A műszer fémből készült. Centiméteres magassági mércéje libella segítségével állítható függőlegesre. Az irányzóléc végén egy kis fémkeretben vízszintes szálak vannak kifeszítve. A felső és alsó szál köze: 1 cm. Ez az irányzék a vezetőhüvelyében előre-hátra tolható. Annyira húzzuk ki, hogy a fa elé állított, ismert hosszúságú léc látszólagos képét a két szál éppen közrefogja.

A függőleges lécen eltolható mutatóval most megirányozzuk a fa csúcsát. Ha a léc 1 m, a leolvasás közvetlenül méterekben adja a fa magasságát, egyébként meg kell azt szoroznunk a léc méterekben kifejezett hosszával.

A vastagság optikai mérése ugyanezen elv alapján történik, a mutatóval kapcsolatos vízszintes mérce segítségével.

Sanlaville műszerének nagy előnye, hogy a fától való távolságnak közvetlen lemérését mellőzhetővé teszi.

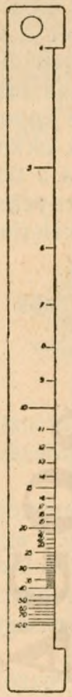
Az irányzósínnek a magassági léccel egyenlő beosztású mércéje (a léc képének a két pókszál közé fogása után) a távolság meghatározását is lehetővé teszi, tehát a műszer mint távolságmérő is használható. Végre az irányzékkal kapcsolatos fokív a magassági szögek mérésére szolgál.

Hátránya, hogy háromlábas állványt kíván, tehát felállítása kissé körülményes, továbbá, hogy drága és emellett nem elég állékony.

[1] *Baur* szerint (Die Holzmesskunde 4. kiad. 149. old.) *Winkler* már 1846-ban leírta, úgyszintén foglalkozik vele *Lemoch* is az ő geodéziájában (1856) és *Langenbacher* a Monatschrift für Forst- und Jagdwesen-ben (1870), 253 old.

Sanlaville fatörzsmérőjével lényegében egyezett s attól csak egyes kiviteli módosításokban különbözött *Heyer hipszométere* 1869-ből.[1]

β Wimmenauer magasságmérője 1868-ból.[2]



58. *ábra.* Christen magasságmérője

A pontosság tekintetében jó eredményeket ad. Azonban csak botállvánnyal használható, s annak függélyesre való állítása elég hosszadalmas. Ezenkívül a hálós beosztású számlap használata is fokozott figyelmet követel. Végül meredekebb hegyoldalakon a fa tövének magasságában nem mindig lehet jól felállni, tehát ez a műszer használhatóságát korlátozza. Azért ezt a famagasságmérőt nem sorozhatjuk a gyakorlatias műszerek közé.

γ Christen famagasságmérője.[3]

A magasságmérőt magát az 58. ábra mutatja be. Nem más ez, mint egy beosztott, felül átlyukasztott, hosszúkás fémlap, melynek mind a két végén sarokszerű kiszögellés van.

Használatának módját az 59. ábra tünteti fel. A fémlemezt úgy fogjuk balkezünk hüvelyk- és mutatóujja közé, hogy ujjunk hegye a köralakú nyíláson át érintkezzék anélkül, hogy a lemezt megszorítanók. Annak szabadon kell lógnia, mert csak úgy helyezkedhetik el függőlegesen.

Ebben a helyzetben addig közelítjük a szemünkhöz, illetőleg addig távolítjuk el attól, míg az alsó és felső kiszögellés belső élén keresztül a fa tövét és csúcsát látjuk. Ekkor egy pillantást vetünk a fa mellett álló 4 méteres léc felső végére s ennek az iránysugárnak a magasságmérő élével való keresztezésében közvetlenül leolvassuk a fa magasságát méterekben.

A fémlap beosztása számítás útján történik. A h mindig 0·3 m; a fa mellé állított léc (L) 4 m. A háromszögek hasonlóságából következik, hogy:

$$H : h = L : l$$

[1] *Ed. Heyer:* Über Messung der Höhen sowie der Durchmesser der Bäume. Giessen 1870, 29. lap.

[2] Leírását megtaláljuk *Hemmann:* Zwei Wimmenauersche Höhenmesser (Allg. Forst- und Jagdzeitung 1915, 234. lap) és *Grundner—Schwappach—Bund:* Táblák álló fák és faállományok fatömegének meghatározása c. munkájának függelékében (XXII. lap).

[3] Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 1891, 220. lap. Allg. Forst- und Jagdzeitung 1892, 72. lap, Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1892, 285. lap, Forstwissenschaftliches Zentralblatt 1892, 45. lap, Centralblatt für das gesammte Forstwesen 1892, 1. lap, Erdészeti Lapok 1892, 178. lap és 1893, 832. lap.

Ebből:

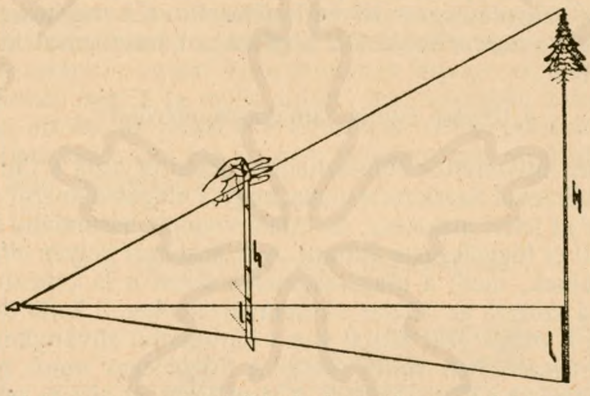
$$l = L \frac{h}{H}.$$

Ha tehát a fa magassága például 20 m, akkor

$$l = H \frac{0{\cdot}3}{20} = 0{\cdot}06 \text{ m} = 6 \text{ cm},$$

azaz a 20-szal jelölt osztásvonalnak a fémlemez alsó kiszögellésétől ekkora távolságra kell lennie. Így számítjuk ki a műszerész számára minden osztásvonal helyét.

A *Christen*-féle magasságmérő *a legjobb magasságmérők egyike*, mert igen sokféle előnyt egyesít magában. Szabadkézből jól használható, és a kellő gyakorlattal a célnak megfelelő pontosságú eredményeket szolgáltat.



59. ábra. Christen magasságmérőjének használata, vázlatosan szemléltetve

Schuh, a württembergi erd. kísérleti állomás tanársegéde az Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1893. évfolyamában (326. old.) számol be a *Christen*-féle famagasságmérő pontosságának kipuhatolására irányuló kísérleteiről, melyek 66 bükkre és 13 lúcfenyőre terjedtek ki s melyek szerint az átlagos eltérés a bükkre nézve — 0·2%, a lucfenyőre nézve pedig + 1,0% volt. Ez mindenesetre igen jó eredmény, melynél jobbra a gyakorlatban csak igen kivételesen van szükség. *Tischendorf* elméleti megállapítása szerint az eszköz viszonylagos pontatlansága ± 6%. *Hemmann* a következő eredményeket kapta:[1] Az eltérés a ledöntött fák közvetlen méretezéséhez képest:

1. völgynek lefelé mérve .... — 1%
2. hegynek felfelé mérve .... + 6%
3. egymagasságban mérve .... + 3%

[1] Über die Genauigkeit von Höhenmessungen (Allg. Forst- und Jagdzeitung 1917, 194. old.)

A távolság lemérését nem kívánja meg, s a felállás helyének megválasztásában a becslőt nem korlátozza. Síkon és hegylejtőn egyaránt akadály nélkül használható. Egyetlen leovasást kíván. Használata egyszerű és gyors. A műszer olcsó, tartós, könnyen szállítható, kézies.

Mindezeknél az előnyöknél fogva *Christen* famagasságmérője nagyon elterjedt s valószínű, hogy nem akad egyhamar találmány, mely ezt az egyszerű eszközt kiszorítaná. Csakis azok nem dolgozhatnak vele, akiknek a kezük és a szemük nem elég biztos. Az ilyenek azonban a szabadkézi használatra szolgáló műszereknek különben sem igen vehetik hasznukat s inkább az állványos műszerekre vannak utalva. A szem alkalmazkodóképességének a hiánya (pl. az idősebb korban beálló távollátás) a *Christen*-féle és más, hasonló eszközök használatának általában súlyos akadálya.

Némi javítást jelentene *Christen* eszközén az alsó és felső végen levő oldalkiszögelléseknek 10 milliméterrel való meghosszabbítása. Ez különösen a ferdenövésű fák képének a közbefogását könnyítené meg.[1]

δ *Gruber Gyula* famagasságmérője[2]

Gruber műszerének alapeszméje teljesen egyezik a Christen-féle magasságmérőével. Szerkezete olyan, hogy a magasságmérőt egyvonós átlalóvá is át lehet alakítani. Az átlaló vonóját háromlábú állványra kell szerelni és függőlegesre állítani. A szilárd szár helyén elfordítható szárat találunk, mely a magasságmérés során a fa csúcsának megirányzására szolgál, az átlalás alkalmával ellenben a kellő helyzetben rögzíthető. A másik szár szíjjal van a háromlábú állványhoz erősítve s a magasságmérésben nincs része. A függőleges vonó magassági beosztása egyezik a Christenével. A 4 méteres léc alsó és felső végére mutató irány eltolható kis peckes tolókákkal rögzíthető. Ezt *Gruber* mint műszerének előnyét említi a *Christen*-féle magasságmérővel szemben, mert az utóbbi az iránysugarak helyzetének rögzítését nem engedi meg s ezért a mérést azok számára, akik nem tudják az eszközt nyugodtan tartani, bizonytalanná teszi. *Gruber* műszere azonban sokkal nehézkesebb, semhogy a gyakorlatban célszerűen volna alkalmazható. Ezt a nagy hátrányát nem ellensúlyozhatja sem az előbb említett előnye, sem az, hogy átlalóvá alakítható át. Könnyebb és tökéletesebb munkát végezhetünk külön famagasságmérővel és külön átlalóval, mint ezzel a háromlábú, kényelmetlen műszerkombinációval.

[1] Ilyen módosított *Christen*-féle magasságmérőket a szerző is jó eredménnyel alkalmazott.
[2] Erdészeti Lapok 1901, 470. old.

ε. *Hüni* magasságmérője.[1] (Műmellékletek 3. sz.)

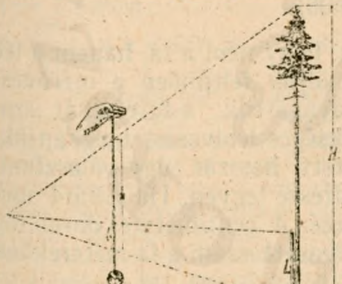
A műszer a *Klaussner*-féle magasságmérő elvének megfelelően készült, önfüggélyező magassági mércével. Kivitele szabatos, beosztása nagy mércéjű s így aránylag pontos leolvasást enged meg. Háromlábú állvány kell hozzá. Irányzóléce nincs.

Bár pontosság tekintetében mindenesetre megfelel a kívánalmaknak, nagy terjedelménél és súlyánál, valamint felállításának körülményességénél és igen nagy áránál fogva mégsem gyakorlatias. Ezért csak mint kísérleti célokra szolgáló műszernek lehet jogosultsága. Készül egyébként egyszerűbb és olcsóbb alakban is.

ζ *Fuschlberger* dendrométere.[2]

Ez a műszer a magasság mérésén kívül optikai vastagságmérésre, tetszésszerinti magasságok felkeresésére és az iránymagasság meghatározására is szolgál. Használatának lényege az, hogy a magasság mérésekor nem a fa mellé állított léc hosszából, hanem a mellmagassági átmérőből indul ki: ez szolgál az összehasonlítás mértékéül. Szerkezetével azonban itt nem foglalkozunk, mert mint magasságmérő nem gyakorlatias.

η A mérővessző mint magasságmérő.



60. *ábra* A zsebmérőszalag mint magasságmérő

A háromszögek hasonlóságának elmélete alapján a közönséges mérővesszőt vagy zsebmérőszalagot is használhatjuk magasságmérésre. A 60. ábra azt tünteti fel, hogyan határozhatjuk meg a magasságot a szemünk elé tartott, függőlegesen lelógatott mérőszalaggal. Nyugodt tartással leolvassuk az irányvonalak metszését a mérce három pontján. A leolvasott számokat legcélszerűbb bemondás útján egy második személylyel jegyeztetni fel. Ha ismerjük a fa mellé állított léc (L) hosszát is, ezzel minden adat rendelkezésünkre áll a magasság kiszámítására. Mert:

[1] Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen 1905, VIII. kötet, 237. oldal.

[2] Österreichische Forst- und Jagd-Zeitung 1907, 11. oldal.

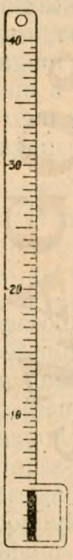
$$H = L\frac{h}{l}$$

s a fentebbiek alapján módunkban van a képletben levő tényezőket megállapítani.

Példa. Legyen a léc 4 méter hosszú, a leolvasás pedig felülről lefelé 6 cm, 28 cm és 35 cm, akkor $h = 35 - 6 = 29$ cm, $l = 35 - 28 = 7$ cm és így

$$H = 4 \times \frac{0{\cdot}29}{0{\cdot}07} = \mathbf{16{\cdot}6\ m.}$$

Igen egyszerűsíthetjük a dolgot azáltal, ha a mérőszalagot olyan távolságra tartjuk a szemünktől, hogy a fa képe határozott, kerekszámmal kifejezhető hosszúságnak feleljen meg a mérővesszőn (vagy szalagon). Ennek a darabnak a határvonalait már előzetesen erős festékjellel tesszük feltűnővé. Ezek közé a jelek közé fogjuk a fa képét s ekkor csak a léc tetére vetett iránysugár metszési pontján levő értéket kell leolvasnunk, hogy a számítást elvégezhessük.



61. *ábra*
A keretes magasságmérő

Ha például az első festékjel a centiméterbeosztás 0 pontjával, a második a 30 cm-es osztásvonallal esik össze (azaz : $h = 30$ cm) s a léc tetejére mutató irányvonal a 25 centiméteres osztásvonalnál metszi a mércét (azaz : $l = 30 - 25 = 5$ cm), akkor :

$$H = 4 \times \frac{0{\cdot}30}{0{\cdot}05} = \mathbf{24\ m.}$$

Végre azt is megtehetjük, hogy nem a fa, hanem a léc képének megfelelő hosszat jelöljük feltűnően a mérővesszőn s miután azt a lécre rávágattuk, a fa csúcsát irányozzuk meg, hogy a még szükséges leolvasást megkapjuk. Legcélszerűbb a léc kisebbített hosszát úgy választani, hogy az a valódi hossz századrésze legyen. Ha tehát 4 méteres rúddal dolgozunk, a mércén 4 centiméteres darab fog annak megfelelni. Ekkor a leolvasott szám a fa méterekben kifejezett hosszát fogja adni.

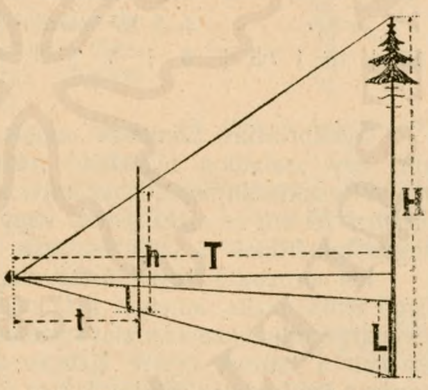
Példa. A mérővesszőn a 36 cm-es és 40 cm-es osztásvonal van feltűnően megjelölve. Ezeket rávágatjuk a 4 méteres léc felső és alsó végére s a csúcsot megirányozva, 12 cm-t olvasunk le. Ekkor a fa látszólagos hossza : $40 - 12 = 28$ cm, valóságos hossza tehát 28 m.

E szerint az elv szerint a *Christenéhez* hasonló magasságmérőt szerkeszthetünk (61. ábra), melynek alkalmazása célszerűbb, mint a mérővesszőé, mert számjelzése alulról felfelé halad s így a h-nak *kivonás útján* való meghatározását feleslegessé teszi. Ennek az eszköznek megvan a *Christenével* szemben az az előnye, hogy beosztása egyenletes s így leolvasása kényelmes és biztos, míg a Christenén a *nagyobb magasságoknak* megfelelő osztásrészek igen közel esnek egymáshoz s ez a leolvasást megnehezíti. A 61. ábrában bemutatott *keretes magasságmérő* alsó végén fémkeret látható, mely a léc képének közrefogására szolgál. A keret elég széles ahhoz, hogy a ferdenövésű fák tövére is bevágathassuk ugyanakkor, amikor a csúcs képe a mérce *élével* esik össze. A magasságmérő mindkét oldalán lévén beosztás, bármily dőlésű fára alkalmazható.

Fokozhatjuk a mérés pontosságát, ha a magasságmérőt mindig olyan távolságra tartjuk a szemünktől, hogy a beosztást tisztán láthassuk. Ha túlságos közel van a mérce, az osztásvonalak és számok elmosódnak, ha pedig igen távol van, megerőltető a leolvasás. Legcélszerűbb volna a szabályszerű olvasótávolságot betartani. Ez a rendes látású szemre mintegy 30 cm. Csakhogy kötve vagyunk ahhoz a feltételhez, hogy a fa mellett álló léc látszólagos képének a mérce megfelelő darabjával kell összeesni. Ez pedig sokszor csak akkor lehetséges, ha a magasságmérőt 30 cm-nél jóval kisebb (vagy nagyobb) távolságra tartjuk a szemünktől. Így például, ha a 4 méteres fától egy fahossznyi távolságban állanánk fel és l a mércén 4 cm volna, akkor a magasságmérőt 4 cm közelségből kellene néznünk, hogy l a léc képével összevágjon. Ilyen kis távolságból pedig a mércét teljesen elmosódva látnók.

Bizonyítás. A 62. ábra alapján t számára a következő általános értéket vezethetjük le: $t = \frac{l}{L} T$.

Ha tehát az előbb említett esetben a léc hossza: $L = 4$ m, kisebbített képe $l = 4$ cm, a fától való távolság: $T = 4$ m, akkor $t = \frac{0{\cdot}04}{4{\cdot}00} \times 4 = 0{\cdot}04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$.



62. ábra. A keretes magasságmérő használatának vázlatos szemléltetése.

Minthogy nagy általánosságban körülbelül olyan távolságra célszerű állani a fától, mint amilyen hosszú a fa maga és figyelemmel arra, hogy a zárt erdőben ennél távolabb ritkán, közelebb azonban gyakran szoktunk felállani, igyekeznünk kell az l hosszát úgy megválasztani, hogy az ennek a feltételnek is megfeleljen és egyszersmind lehetővé tegye, hogy a becslő a magasságmérőt a kellő távolságban tarthassa a szemétől.[1] Az alábbi táblázat felvilágosít arról, mekkorának kell l-nek lennie, hogy a mérendő fa hosszával egyenlő távolságban állva, a mércét körülbelül 30 cm távolságról nézhessük. Kiviláglik,

[1] *Christen* magasságmérőjének a hossza — igen helyesen — 30 cm, s ha éppen fahossznyira állunk a törzstől, a mérce is 30 cm-nyire van a szemünktől.

hogy a közönséges centiméterbeosztású mérce inkább csak a magasnövésű fák mérésére alkalmas, a közepes növésűekre azonban előnyösebben használható az olyan beosztás, melynek az egysége 1·2—1·5 cm. A kisebb fák mérésére még nagyobb mérceegységet kellene alkalmaznunk, hogy könnyű leolvasást kapjunk. Három, különböző beosztású magasságmérővel felszerelve, csaknem mindig meg tudunk felelni a fentebbi feltételeknek. Különleges eseteket nem tekintve, legcélszerűbb 1·2, 1,5 és 2 cm-es beosztású magasságmérőt vinni magunkkal. A keretes magasságmérő egyedüli előnye a *Christenével* szemben a kényelmesebb leolvasás, ami különösen a gyöngeszeműekre nézve fontos. Biztos eredményt azonban ezzel is csak úgy érünk el, ha a léc képét pontosan közrefogjuk a keret alsó és felső élével. Ezt lényegesen megkönnyítjük, ha a közönséges léc helyett tárcsás rudat alkalmazunk.

A fa magassága (*H*) s egyszersmind az álláspont távolsága (*T*) a fától										Megjegyzés
10	15	20	25	30	10	15	20	25	30	
méter										
A léc látszólagos képének a hossza (*l*)					A mérce beosztásának az egysége μ					
centiméter										
1. A léc hossza: 4 m										A magasságmérő távolsága a becslő szemétől: 30 cm
12	8	6	4·8	4	3	2	1·5	1·2	1	
2. A léc hossza: 5 m										
15	10	7·5	6	5	3	2	1·5	1·2	1	

Gyakorlatias *Lönnroth* magasságmérője is, mely nem más, mint egy szabadon lógatható rézmérce (1·5 cm-es beosztással), amelyet csuklósan össze lehet hajtani s így a zsebben könnyen elfér. *Christen* 30 cm-es eszközének, vagy a hasonló hosszúságú keretes magasságmérőnek a szállítása már kényelmetlenebb.

Ide sorozható *Payer Artúr* magasságmérője is. Ez egy fonálon függő fémlemezke, amelyet a fa mellé állított 4 méteres rúdra kell bevágatni, miközben a fonalat tartó kéz hüvelykujja a fa látszólagos képének a csúcsát érinti. Ezután a fonál hosszát (felcsavarással) magán a fémlemezen mérjük le s az átvetések számát 4-gyel szorozva kapjuk a fa magasságát méterekben. (Erd. Lapok, 1941, 236. o.).

III. A trigonometriai magasságmérők

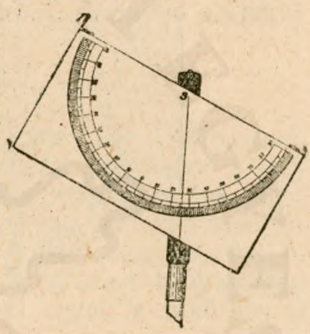
A magasságmérőknek ez a csoportja tulajdonképpen mindazokat a műszereket felöleli, amelyek — közvetve vagy közvetlenül — magassági szögek mérésére alkalmasak. Nem szükséges, de az anyag nagy terjedelmére való figyelemmel nem is lehetséges ezen a helyen valamennyi idetartozó mérnöki műszerrel foglalkoznunk, elegendő, ha egy-két, erdészeti célokra szerkesztett effajta magasságmérővel ismerkedünk meg. A többi mérnöki műszerrel csak egész röviden, futólagosan foglalkozhatunk.

A trigonometriai magasságmérők elmélete a 153—155. oldalakon van kifejtve.

a) *Függélyzős műszerek*

α A dioptrás fokív

A 63. **ábra** a trigonometriai magasságmérőknek egyik igen egyszerű alakját mutatja be. A fokívet viselő tárcsa valamivel nagyobb a félkörnél s úgy van a botállványhoz erősítve, hogy az *S* pont körül (függélyes síkban) elmozdítható legyen. Az *s* pontból, mint a körív középpontjából lóg alá a fonalas (vagy célszerűbben: a merev) függélyző. Az ív közepén van a 0-nak megfelelő osztásrész, attól jobbra-balra a növekvő számozású fokbeosztás. Az irányzás az *i*—*i* dioptrán keresztül történik. Ha a függélyző az 0 vonalra vág rá, akkor a dioptra tengelye vízszintes. Megfelelő gyakorlattal a dioptrás fokívet szabadkézből is lehet használni.



63. ábra. A dioptrás fokív

Miután a fától való *vízszintes távolságot* mérőszalaggal megmértük, megirányozzuk a fa csúcsát és tövét s a függvélyző fonalánál leolvassuk a megfelelő függélyes irányszögek fokértékét. A hozzájuk tartozó tangenseket tangestáblázatból olvassuk ki[1], s azután a megfelelő képletbe helyettesítve számítjuk ki a magasságot.

Példák. 1. Álláspontunk a fa csúcsánál mélyebben, de a tövénél magasabban van. A csúcsirány hajlásszöge : $d = +49^0$, a tőirányé : $\beta = -6^0$. A fától mért vízszintes távolság : 22 m. Mennyi a fa magassága ?

$$H = T\,(tg\,\alpha + tg\,\beta) = 22\,(tg\,49^0 + tg\,6^0) = \mathbf{27.6\ m.}$$

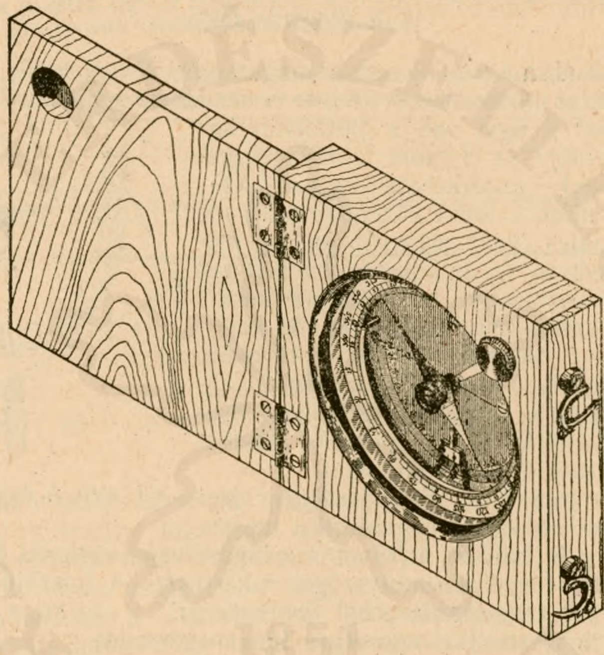
2. A fa tövénél mélyebben állunk. A csúcsirány hajlásszöge : $\alpha = +48^0$, a tőirányé : $\beta = +12^0$. A vízszintes távolság : 21 m. Mennyi a magasság ?

$$H = T\,(tg\,\alpha - tg\,\beta) = 21\,(tg\,58^0 - tg\,12^0) = \mathbf{29.1\ m.}$$

[1] Erre a célra a függelék *K* táblázata is felhasználható, mely a *százszoros* tangensértékeket tartalmazza.

A dioptrás fokív sokféle alakban készülhet. Ilyen például *Ertel&Sohn* müncheni műszerész cég egykori fatárcsás gyártmánya, mely lényegében egyezik a 61. ábrán bemutatottal.[1], *Ertel* a fokíves tárcsa hátlapján a szögek tangens értékét is megadta, hogy külön táblázat használatát fölöslegessé tegye. Lehet azonban a köríven a szögbeosztás helyett mindjárt tangensbeosztást vagy pedig kettős (fok- és tg) beosztást is alkalmazni.[2]

A magassági szögek mérésére alkalmas a *geológus kompasz* bányászkompasz) is, (64. ábra), különösen, ha irányzékkal is fel van



64. ábra. A geológus(bányász-)kompasz.

szerelve. Az ilyen tájolóban kis függélyező van, amely a belső fokíven éppenúgy mutatja a függélyes hajlásszöget, mint a fentebb ismertetett tárcsás műszer. Ha irányzéka nincs, a felnyított doboz élével történik az irányzás. Ebben az esetben természetesen nem számíthatunk olyan pontos eredményre. A geológus kompasznak

[1] *Baur:* Die Holzmesskunde IV. kiad. 160 old. és *Sóltz—Fekete:* Az erdőbecsléstan kézikönyve, II. kiad. 137 lap.

[2] *Ertel* fokívének egy másik alakját *Müller* erdőbecsléstana írja le. (3. kiad. 161. old.)

az erdész más irányban is jó hasznát veheti, azért, mint a famagasságméréshez is használható kisegítőeszköz, a gyakorlat szempontjából figyelmet érdemel.

Még célszerűbb az olyan dioptrás fokív, amelynek függélyzője bármely helyzetben rögzíthető. Ilyent találunk például *Schmalkalder* javított busszoláján. A függélyző fölött elhelyezett széles emeltyűt irányzás közben mutatóujjunkkal lenyomva tartjuk s csak akkor bocsátjuk el, ha a dioptra pókszála pontosan rávág a megirányozandó pontra. Ha ekkor a nyomást megszüntetjük, az emeltyű alatt lévő rúgó, mely ellentétes értelemben hat, az emeltyű alsó végét hozzászorítja a függélyzőhöz, s akkor a műszert az elmozdulás veszélye nélkül tarthatjuk a szemünk elé leolvasás végett. Az olyan eszközök használata közben, amelyeken nincs ilyen rögzítőszerkezet, a függélyző elmozdulása néha még a legóvatosabb kezelés ellenére is előfordulhat, s ezért a mérés biztossága kedvéért többnyire ellenőrző irányzások szükségesek.

β Goulier magasságmérője.[1]

Tulajdonképpen ez sem egyéb, mint egy közönséges, dobozba szerelt függélyzős fokív, amelyről egyenesen a tangensek olvashatók le. A függélyző a doboz hátulján lévő rúgós gombbal rögzíthető. A doboz szárnyán tükör van, melyben irányzás közben megfigyelhető, hogy a függélyző már megállapodott-e. Ha igen, a rögzítő gombot elengedjük s a műszert kényelmesen szemünk elé tartva leolvassuk. A leolvasás ugyan a tükörben is történhetik, de ez kevésbbé kényelmes.

Goulier magasságmérője igen gyakorlatias, kis terjedelmű, könnyen kezelhető eszköz, csak az a hibája, hogy legfeljebb a 45°-ú szög tangensét engedi leolvasni, holott a gyakorlatban meredekebb irányzások is fordulhatnak elő.

γ Pressler Messknechtje.[2] (Műmelléklet 4. sz.)

A mult század második felében sokat használták ezt az egyszerű, kéregpapírosból készült egyetemes erdészeti segédeszközt. *Pressler* igénytelen külsejű papirosműszere sokoldalúságánál fogva méltán sorozható a legelmésebb találmányok közé.

Szabadkézből használva, vagy egyszerű botállványra erősítve, mint mérőeszköz használható, a rajtalévő segédtáblázatok pedig a különféle számítási feladatok megoldására teszik alkalmassá.

[1] Revue des eaux et forêts, 1887, 170. old. Erdészeti Lapok 1888, 357. old. és 1895, 489. old. és *Sóltz—Fekete* erdőbecsléstana 2. kiad. 138. old.
[2] *Max. Rob. Pressler:* Der Messknecht und sein Praktikum. Braunschweig, II. kiad. 1854. *Müller:* Erdőbecsléstana, 3. kiad. 161. o. *Tischendorf* 9. o.

Többek között a következő műveletek végezhetők vele: különféle mértékrendszerek átszámítása egymásba, reciprok-értékek meghatározása, négyzetreemelés és gyökvonás, kamatos-kamat és járadékszámítás, a húrok és ívek, a sinusok, cosinusok, tangensek és secansok meghatározása, a körlapösszegek és más idomok területének kiszámítása, testmértani idomok köbtartalmának meghatározása a tizes és tizenkettes mértékrendszer szerint, a fekvő fák, állófák és faállományok fatömegének meghatározása, az élő és holt vágómarha súlyának megbecslése, a fontosabb fizikai, mechanikai és géptani számítási feladatok megoldása (pl. amelyekhez a sűrűségi és hőegyütthatók, a tüzeléstani adatok, a gyorsaság, az állati erő, gőzerő, a lég- és víznyomás, valamint a géperő tényezőinek, a súrlódási és szilárdsági együtthatóknak stb. ismerete szükséges). Ezenkívül méter- és hüvelykméretül, szögfelrakóul is használható a vízszintes és függélyes szögek mérésére és kitűzésére, szintezésre s napos időben az idő meghatározására (egy-két percnyi pontossággal) is szolgál. Hogy használata milyen sokoldalú, arra nézve jellemző maga a fentebb idézett ismertető munka is, melynek terjedelme 755. oldal.

Mint magasságmérő, ez is a szerint az alapelv szerint van szerkesztve, mint az α és β alatt leírt eszközök. Fokívén a hajlásszög, illetőleg a tangensérték olvasható le. Fonalas függélyezővel dolgozik.

Használaton kívül a Messknecht kényelmes, zsebalakra hajtható össze és megfelelő tokban rejthető el. Pontossága a gyakorlat igényeinek megfelel, különösen ha az irányvonal szabatosabb megjelölésére kis dioptrával szereljük fel. Olcsósága és sokoldalúsága érdemessé teszi arra, hogy az erdészeti gyakorlat terén régisége ellenére is kiterjedtebb mértékben alkalmazzák.

Rokontermészetű műszerek: *Spengler* egykori st-galleni műszerész magasságmérője (sárgarézből)[1], *Koltermann* műszere[2] és *Hübner* geometriai mérőlapja[3].

b) *Önfüggélyző magasságmérők*

Lényeges különbség ezek közt és az *a*) alatt ismertetett magasságmérők közt nincs. Alakjuk és szerkezetük tekintetében azonban mind azoktól, mind egymástól is jelentékenyen eltérnek. Közös vonásuk az, hogy külön függélyezőjük nincs, mert mércéjük (illetve fokívük) saját súlyánál fogva magától helyezkedik abba az állásba, amelyben a leolvasásnak történnie kell.

[1] *Baur:* Die Holzmesskunde, IV. kiad. 158. old.
[2] Deutsche Forstzeitung 1907. 38. füzet.
[3] Informationschrift über Hübners Geometrische Messplatte, Breslau 1903. (L. Freund.)

Matthes magasságmérője [1] (Műmellékletek, 5. sz.)

Karikán lógatható, szilárd szerkezetű eszköz, melynek fokívén a hajlásszögek és az emelkedési százalékok (százszoros tangensek) olvashatók le. Súlya megvédi a szél lóbáló hatása ellen. Egyébként szintezésre, lejtőmérésre és nyomjelzési munkákra is alkalmas. Mint magasságmérő 50°-ú magassági szögig (120%-os emelkedés) jól használható.

β Korongos magasságmérők [2]

Ide tartozik *Matthes* és Zugmeier [3], *Ranhagen* [3], Brandis [4] (Műmellékletek, 6. sz.), továbbá *Brückner* (Triumph) [5] magasság- és lejtőmérője és *I. Lambercier & Co.* (Genf) műszere. [6]

Mindezek dioptrás műszerek, melyeknek jellemző alkatrészük az a számozott, fokokra beosztott, (illetőleg a tangenseket mutató) s a széljárástól teljesen független korong, mely egyenlőtlen súlyelosztása folytán mindig olyan helyzetet foglal el, hogy a középpontján és a kezdő (nullás) osztásvonalán átmenő egyenes vízszintes. A korong hasonló alakú fémdobozban van elhelyezve s a középpontján átmenő tengely körül foroghat. Ha az irányvonal vízszintes, a műszer dioptráján keresztül nézve a nullás osztásrészt látjuk a pókszál mellett. Ha most a dioptrát felfelé vagy lefelé irányítjuk, az önfüggélyező korong nem mozdul el s így az irányvonalnak a vízszintessel bezárt szöge (illetőleg annak tangense) a korong számozott beosztásán leolvasható. A korong rúgós gombbal bármely helyzetben rögzíthető lévén, a leolvasás elég kényelmes. A leolvasott adatokból aztán a magasság is kiszámítható.

Valamennyi ilyen műszer alkalmas a lejtmérésre és — bizonyos határok közt — a famagasságmérésre is. A *Brandis*-féle és a *Triumph* kézies bőrtokban könnyen hordozható műszer, megvan azonban ezeknek az a nagy hátrányuk, hogy gyengébb megvilágítás esetén igen erőltetik a szemet, miértis a zárt erdőben, különösen borús időben csak korlátolt mértékben használhatók.

[1] *Müller* erdőbecsléstana, 3. kiad. 167. old. Forstwissenschaftliches Zentralblatt 1884, 613. old. és Erdészeti Lapok 1885, 161. old.

[2] Bővebbet ezekről l. a Zeitschrift für Vermessungswesen 1889, 647. oldalán *Dolltól*, az 1890. évf. 87. old. *Kolltól* és az 1892. évf. 603. old. *Brandistól*.

[3] *Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde. 2. kiad. 161. old.

[4] *Sordon:* Handbuch der Vermessungskunde 7. kiad. 2. kötet, 60. old.

[5] R. Reiss árjegyzéke (Liebenwerda).

[6] V. ö. Der praktische Forstwirth für die Schweiz. 1908, 151. old.

γ *Bose* magasságmérője.[1]

A botállvány horgán lóg a dioptrával felszerelt fémkeret, melynek baloldalán van a lejt-%-os beosztás. Ez a műszer is használható szintezésre és lejtőszögek kitűzésére (nyomjelzésre stb.)

Bose műszere a pontosság tekintetében változó, aszerint amint a kivitele egyszerűbb vagy tökéletesebb.

Megjegyzendő, hogy a műszer használatához nem szükséges okvetlenül botállvány, azzal azonban biztosabb a munka, mint szabadkézből.

δ *Egyéb önfüggélyező magasság- és lejtmérők*

Nem volna megokolt az idetartozó nagyszámú mérőeszközzel ezen a helyen behatóan foglalkozni, mert legnagyobb részük inkább az útépítés céljaira készült s nagyobb szögek mérését nem engedi meg, márpedig a famagasság mérése ezt gyakran megkívánja.

Mint olyan műszereket, amelyeket *mellesleg* famagasságmérésére is lehet használni, megemlítjük itt *Mayer* szabadalmazott magasság- és lejtmérőjét [2] (távcsöves függőműszer, újfokokra beosztott és tangenseket mutató kettőskörrel), *Lautenbach* polyméterét [3] (fok- és tangensbeosztású dioptrás műszer, mely vízszintes szögek mérésére is alkalmas), a *Roubiček—Neuhöfer*-féle lejtmérőt[4] (félkörívvel, tangens- és fokbeosztással), és *Moeller* zseblejtmérőjét.

c. *Libellás lejtmérő és szintező eszközök*

Ebbe a csoportba olyan műszerek tartoznak, amelyeknek a fokbeosztás kezdőpontján áthaladó iránytengelye libellák segélyével hozható vízszintes helyzetbe. A szintezőket viselő alapléc egyik végén a szemnézőke, a másik végén pedig a függőleges mércésléc van a fel és alá tolható tárgynézőkével. Használatuk a famagasságmérés szempontjából általában korlátolt, mert nagyobb szögek mérésére nem igen alkalmasak, inkább csak az általános mérnöki szintező és lejtmérő munkák céljaira készültek. Nagyobbára igen nehézkesek is ahhoz, hogy gyakorlati famagasságmérésre használjuk őket. Ezért csak a munka teljességéért említünk fel közülük egynéhányat.

[1] *H. Bose:* Beschreibung zweier Instrumente zum Nievellieren und Messen der Baumhöhen. Darmstadt 186, és Mitteilungen für Forst- und Jagdwesen 1878, 181. old.

[2] *Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde. 3. kiad. 168. old.

[3] Silva 1913, 173. old.

[4] *Müller:* 3. kiad. 170. old.

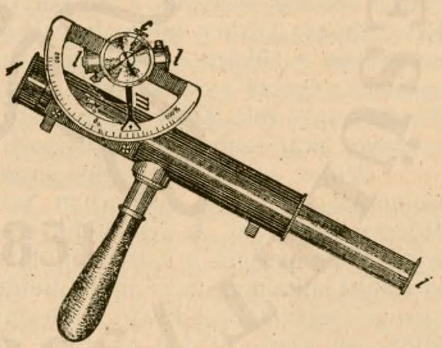
Ilyenek : *Bohn*[1], *Femmel*[2], Staudinger[3] lejtőszázalék-mérője, (ezeken az alaplécet közvetlenül szintesítjük a libellákkal) és *Bose* legújabb szintező és lejtmérőműszere, mely az előbbiektől annyiban tér el, hogy a libellák nem az alapléccel, hanem magával a százalékos mércével állanak kapcsolatban s annak függőlegesítésére szolgálnak.

d. Tükrös magasságmérők

Ezeket a műszeket a rajtuk levő tükrös szerkezetek jellemzik. Ez a csoportosítás nagyon tökéletlen, mert tisztán alaki alapon áll, az egyszerűség kedvéért azonban mégis célszerűnek látszott ezt a rendszert követni. A régebbi, elavult vagy a mi szempontunkból nem lényeges műszerek (pl. a *Pfister*-féle tükrösmagasságmérő[4] és a *Röther*-féle tükrös lejtmérő[5]), leírását a rövidség kedvéért mellőzzük.

α Abney tükrös magességmérője

Abney találmánya (65. ábra) lényegében közönséges fokíves műszer, százalékbeosztással. Az irányzás az i-i irányzékkal történik. A dioptrára van szerelve az elmozdíthatatlan fokív. melynek középpontján a libellát (1—1) viselő tengely hatol keresztül. A tengely mellső vége forgatócsavarral van felszerelve. Az irányzócső belsejében a tükör (*t*) van elhelyezve. Ez a tükör a cső egyik oldalát elzárja, úgy azonban, hogy a dioptra keresztjének középpontja ezért még látható marad. A libella elforgatásával kapcsolatban mozdul el a mutató (*m*) is, mely a libella tengelyére merőleges. A műszer használata a következő :



65. ábra. Abney tükrös magasságmérője. *i-i :* irányzócső, *1—1 :* libella, *m :* mutató, *t :* tükör, *c :* rögzítőcsavar

[1] Zeitschrift für Instrumentenkunde 1889, 216. old.
[2] Spoerhase giesseni cégnél.
[3] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1865, 9. old.
[4] Centralblatt für das gesammte Forstwesen 1879. 596. old.
[5] Ertel és fia műszerésznél Münchenben.

Miután a fától való vízszintes távolságot lemértük, a jobbkezünkbe fogott dioptrával megirányozzuk a fa csúcsát és tövét. Irányzás közben balkezünkkel addig csavarjuk el a libellát (c. forgatócsavarral), míg a buborékot a dioptra tükrében a vízszintesre bevágni látjuk. Ekkor a szemünk elé tartott fokíven a mutató indexvonalánál leolvashatjuk a vízszintessel képezett szög tangensét. A magasság kiszámítása úgy történik, mint a többi fokíves műszerrel.

Abney magasságmérője könnyű s ha a fogantyúját lecsavarjuk, tokban elég kényelmesen szállítható, kézies műszer. Mint a többi libellás műszernek, megvan az az előnye, hogy a szél nem zavarja a használatát, s hogy a famagasságmérésen kívül szintezési és lejtmérési munkákra is alkalmas. Beosztása 200%-ig terjed s így meredek irányzásokra is használható. (63°-ig.) Hátránya, hogy gyengébb világítás esetén a szemet erőlteti, zárt erdőben, borús időben tehát kevésbbé válik be.

Egyik kivitelében vízszintes szögek mérésére is alkalmas,[1] de így csak háromlábú állvánnyal használható. Egy másik alakján a dioptrát távcső helyettesíti.[2]

β *Benjes*[3] magasságmérője[4]

(Műmellékletek 7. sz.)

Ez tükrös, libellás magasságmérő, melynek tükre is, libellája is a dioptrás cső elején levő dobozban van elhelyezve. A libella mozgatása kívülről történik, a cső közepetáján elhelyezett fémgyűrűvel. Ezt irányzás közben addig forgatjuk jobbra, illetőleg balra, míg a buborékot a tükörben bevágni látjuk. A fok-, illetőleg százszoros tangensértékeket a cső külsején olvassuk le. A leolvasás pontossága (becsülve) 0·1 fok. 60°-ig használható. A műszerrel akár botállványra erősítve, akár szabadkézből dolgozhatunk.

Benjes magasságmérője hosszú irányzócsővénél és pontos leolvasásánál fogva elsősorban mint általános lejtmérő műszer érdemel figyelmet. A kényesebb részek védve vannak s ez a megfelelő állékonyságot is biztosítani látszik. Erdei használatra azonban kevésbbé alkalmas, mert mint minden ilyen tükrös-libellás műszer, igen jó megvilágítást kíván s a leolvasása is körülményes egy kissé. Minthogy végül 20°-nál nagyobb szögek tangensét nem adja közvetlenül, csaknem mindig a táblázatokra vagyunk utalva, ez pedig a gyors munkát hátráltatja. Súlya és terjedelme is nagyobb a szokott zsebműszerekénél.

[1] A *R. Reiss* cégnél Liebenwerdában (Szászország).

[2] *Jordan:* Handbuch der Vermessungskunde, 7. kiad. 2. köt. 789. old.

[3] Porosz erdész.

[4] Deutsche Forst-Zeitung 1902, 731. old., Forstwissenschaftliche Zentralblatt 1903, 189. old., Österreichische Forst- und Jagdzeitung 1903, 185. o.

γ *Wimmenauer* tükrös magasságmérője[1]

Dr. Wimmenauer giesseni egyetemi erdésztanár a szextáns alapelvét igyekezett az ő tükrös famagasságmérőjében érvényre uttatni.

A fa teljes hossza ezzel a műszerrel csak úgy határozható meg, ha a vízszintes irányzás éppen a fa tövére esik. Ha ez a pont magasabban van mint a szemünk, a magasságmérőt nem használhatjuk. Ha mélyebben fekszik, akkor a vízszintes irány döféspontját a fán kell megjelölni (pl. fehér papiroslappal) s az ezen felül eső rész kiszámított hosszához hozzá kell adni az alsó rész közvetlenül lemért hosszát. Természetes, hogy minden esetben közvetlenül kell lemérnünk (mérőszalaggal) a vízszintes távolságot is, hogy azt a mért szög tangensével szorozhassuk. Ha ezt el akajuk kerülni, az eljárás még körülményesebbé válik. (*L. Wimmenauer* idézett cikkét).

Wimmenauer műszere éppen nem gyakorlatias s csak azért foglalkoztunk vele, mert ez a sextánsjellegű famagasságmérőknek jelenleg egyedüli képviselője (*Pfister* műszereit, melyről fentebb megemlékeztünk, ma már nem gyártják).

δ *Távcsöves mérnöki műszerek*

Minden távcsöves műszert, amelynek magassági köre van, felhasználhatunk a fák magasságának a mérésére is. Így a theodolitok és tachiméterek különféle fajtáit, a busszolaműszereket és a különleges célokra készült távcsöves magasságmérő műszereket. Ezeket ismertetni azonban nem az erdőbecsléstan feladata. Az erdészeti célokra szolgáló távcsöves fatörzsmérőkkel (dendrométerek) (l. B. alatt), melyek kivétel nélkül mind alkalmasak a magasság megmérésére is, külön fogunk foglalkozni.

A háromlábú állványon álló, szabatos beosztású, erős nagyítású pontos műszerek mindenesetre sokkal nagyobb biztonsággal engedik meg a magassági szögek meghatározását, mind az erdészeti célokra szolgáló, szabadkézből használt dioptrás zsebműszerek. Ott tehát, ahol igen pontos méretekre van szükség s különösen ahol nem elégedhetünk meg azzal, hogy csak sok mérés *átlagában* kapjunk helyes eredményt, hanem minden egyes törzsre nézve egészen megbízható adatokat kívánunk szerezni (pl. kísérleti célokra), ott meg van okolva a pontosabb műszerek használata. A magasságot ilyenkor vagy a vízszintes (esetleg ferde) távolság közvetlen lemérésével, vagy a fa mellé állított léc közvetítésével határozzuk meg a már ismert módon.

[1] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1915, 17. old.

Hasznát vehetjük a *Reichenbach*-féle távolságmérőnek is, amellyel a tachyméterek és a busszolák szoktak felszerelve lenni, ezzel azonban a centiméterekre menő pontosságot már feláldozzuk.

A közönséges gyakorlatban többnyire megelégszünk azzal, ha a mérés biztossága ½—1 méterig terjed, azért többnyire az előzőkben ismertetett, gyorsabb, egyszerűbb és olcsóbb kéziműszereket részesítjük előnyben.

IV. Általános megjegyzések a magasságmérők használatához[1]

Az eszményien tökéletes magasságmérőnek a következők szempontjából kellene kielégítenie a követelményeket:

1. a mérés elméleti és gyakorlati pontossága;
2. a felállás helyének szabad megválaszthatása;
3. a kényelmes leolvasás;
4. a számítási műveletek kiküszöbölése és az egész magasság egyszeri leolvashatása;
5. a mérőszalag használatának kiküszöbölése, vagy legalább a *ferde* távolság mérésének lehetősége a vízszintes helyett;
6. a személyzet lehető mellőzése;
7. kényelmes kezelhetősége akár szabadkézből, akár állványon;
8. könnyű szállíthatóság;
9. egyszerű és állékony szerkezet;
10. függetlenség a szél járásától;
11. gyors munka;
12. olcsó ár.

Ezek mellett figyelmet érdemel az egyéb mérnöki munkákra való alkalmasság szempontja is, de csak amennyiben a magasságmérés különleges követelményeivel nem áll ellentétben.

Az összes jó tulajdonságot *egy* műszeren egyesíteni nem lehet, mert az egyik előny rendesen a másik rovására érvényesül. Így, ha nagy *pontosságra* törekszünk, akkor szabatos művű, fémből készült, állványra szerelt (esetleg távcsöves) műszert kell alkalmaznunk, fel kell tehát áldoznunk azokat az előnyöket, amelyek a szabadkézből való méréssel, a gyors munkával és olcsó árral járnak. Ha ellenben gyors munkát kívánunk, a pontosság iránti igényeinket kell leszállítanunk. A gyakorlatban ezt többnyire meg is tehetjük, mert a magasságot rendszerint csak kerek méterekben szoktuk kifejezni. Így a cél sérelme nélkül bátran mellőzhetjük a mérnöki munkáktól megkívánt nagyobb pontosságot. Éppen ezért a magas-

[1] *Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 176. old.

ságmérők közül is inkább azok bírnak gyakorlati beccsel, amelyek az egyszerűség, gyorsaság és olcsóság kívánalmainak felelnek meg. Ezek közül pedig azok az előnyösebbek, amelyek a távolság közvetlen lemérését mellőzhetővé teszik s amellett kézi használatra alkalmasak. Ilyen a *Christen*-féle, a *keretes* és a *Lönnroth*-féle magasságmérő. Ezek az olcsóság tekintetében is vezetnek s ezért a leggyakorlatiasabbaknak mondhatók.

Ha a becslő ezeket a magasságmérőket nem tudná megszokni, (mert hiszen a három irányzásnak kellő összeegyeztetése ügyességet feltételez és a kinyujtott kéz mozdulatlanságát kívánja meg), azok közül kell választania, amelyek az alapvonal lemérésével járnak. Ezek közül a szög- és tangensmérő műszerek kevéssé célszerűek, mert használatuk számításokkal jár ; jobbak a háromszögek hasonlóságán alapuló magasságmérők éspedig elsősorban a *Weise* magasságmérője emelendő ki, mely már régen bevált. Még jobb a *Blume—Leiss*-féle műszer, amely új gyártmány és még kevésbbé terjedt el. Ára elég nagy. (1935-ben 44 márka volt s a távolságmérő hozzá külön kb. 30 M. a *Leiss* cégnél, Berlin-Steglitzben). Figyelmet érdemel *Klein* műszere is. Az utóbbi szélesebbkörű kipróbálása igen kívánatos volna, mert ennek az az előnye is megvan, hogy ellentétben a legtöbb magasságmérővel, melynek használata a háromszögek hasonlóságán alapszik, a kívánt pontossággal alkalmazható, mint léces magasságmérő is.

A trigonometriai magasságmérők általábanvéve kevésbbé gyakorlatiasak, mint a háromszögek hasonlóságán alapulók. Közülük még leginkább ajánlható a kellő nagyságban készült, rögzíthető függélyezővel felszerelt dioptrás fokív.

A magasságmérők *kezelését* illetőleg általában a következőkre kell figyelemmel lennünk.

A felállás helyét úgy válasszuk meg, hogy a mérés hibaforrásai közül mennél kevesebb érvényesülhessen. A fától való távolság akkora legyen, hogy az irányzások a fa tengelyével lehetőleg kedvező metszést adjanak. Mennél távolabb állunk a fától, egészbenvéve annál jobb lesz a metszés s annál kisebb lesz a fák ferde növéséből, illetőleg a lombfák csúcsának téves megirányzásából származó parallaktikus hiba. Túlságosan messze azonban szintén nem jó felállni, mert a kis pontosságú dioptrás műszerek irányzékának és leolvasásának durvasága folytán ekkor szintén lényeges hibákat követhetünk el.

De a zárt erdő úgysem engedi meg a hosszú irányzásokat, mert a fák koronái egymást elfedik. Igen gyakran vagyunk azért kénytelenek jóval közelebb állani a fához, mintsen az a jó metszés szempontjából kívánatos volna. *Elméletileg* egyébiránt leghelyesebb olyan távolságra állani fel a fa tövétől, amilyen a fa hossza maga, mert ekkor a helytelen irányzásból eredő hiba a legkisebb.

Bizonyítás.[1]

A 42. rajz szerint: $H = T tg \alpha$

Ha a csúcsra tett irányzás hibás, megfelelően hibás lesz a hossz megállapítása is, azaz az a ∢ differenciális hibájának a hossz differenciális változása felel meg. A szög és a hossz hibáinak egymáshoz való viszonyát ezzel a törttel fejezhetjük ki:

$$\frac{dH}{d\alpha}$$

Mint fentebb 1. alatt láttuk: $H = T \, tg \, \alpha$ (1)

és így

$$\frac{dH}{d\alpha} = \frac{T \, d \, tg \, \alpha}{d\alpha} = \frac{T}{\cos^2 \alpha}$$

illetőleg:

$$dH = \frac{T \, d\alpha}{\cos^2 \alpha} \qquad (2)$$

Az (1) alatti egyenletből:

$$T = \frac{H}{tg \, \alpha}$$

Ezt helyettesítve a (2) alatti képletbe:

$$dH = \frac{H \, d\alpha}{tg \, \alpha \cdot \cos^2 \alpha}$$

s minthogy

annálfogva

$$tg \, \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$dH = \frac{H \cdot d\alpha}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}$$

Szorozzuk a számlálót és nevezőt 2-vel, akkor

$$dH = \frac{2 H \, d\alpha}{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}$$

de

$$2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha = \sin 2 \alpha,$$

tehát

$$dH = \frac{2 H \, d\alpha}{\sin 2 \alpha}$$

[1] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1902, 74. old. *(Wimmenauertől* és ugyanott *Fischertől.)* L. még *Kunzet:* Lehrbuch der Holzmesskunst 91. old. és *Dolezal:* Österreichische Vierteljahresschrift 1907, 52. old.

Mennél nagyobb a nevező, annál kisebb az egész tört (vagyis a hiba) értéke. A sinus, amint tudjuk, 90^0-nál a legnagyobb, de ha $2\,a = 90^0$,

akkor
$$a = \frac{90}{2} = 45^\circ$$

Ez pedig akkor áll be, ha a fától való távolság egyenlő a fa magasságával, azaz ha

$$T = H$$

Hegyoldalon a nagyon meredek irányzásokat (a csúcsra) úgy kerülhetjük ki, ha jelentékenyen magasabban állunk fel a fa tövénél.

A felállás helyének szabad megválaszthatása a sikeres és gyors magasságmérésnek egyik lényeges kelléke. Általában tehát nem célszerűek azok az eszközök, amelyek a becslőt ebben a tekintetben erősebben korlátozzák. Ilyenek például: az egyenlőszárú derékszögű háromszög, *Rueprecht* dendrométere, *Maader*, *Havlik* II. sz. *Leiss*, *Borglind* magasságmérője, *Stötzer* egyetemes dioptrás műszere és az ácskereszt. Ezek, ha a műszer megszabta álláspontról a fa csúcsa vagy töve valamely okból nem irányozható meg, hasznavehetetlenek. Némiképpen korlátozzák a felállás helyének szabad megválasztását azok a műszerek is, amelyeknek nincs kihúzható távolsági mércéjük. Így pl. a *Winkler*-féle dendrométert is csak akkor használhatjuk közvetlenül, ha a fától 20, 40, 60 stb. hosszegységnyire állunk fel. Sőt az egyébként kitűnő *Blume—Leiss*-féle magasságmérő sem ment ettől a hiánytól. Természetesen bármely más távolságról is mérhetünk az ilyen eszközzel, akkor azonban átszámításra van szükség.

A fentebbiekben (I. alatt) kifejtettük a háromszögek hasonlóságán alapuló magasságmérés elméletét, mely szerint:

$$\frac{H}{m} = \frac{h}{\mu} \qquad (1)$$

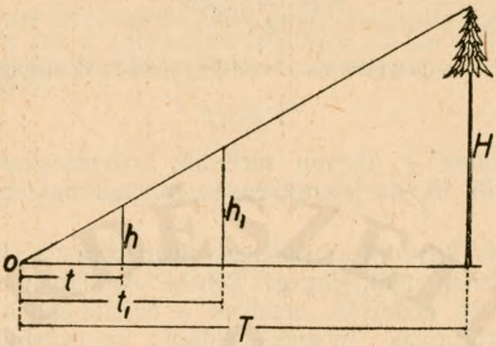
Ez azonban csak akkor áll, ha:

$$\frac{T}{m} = \frac{t}{\mu}$$

azaz ha a távolsági léc állása a fától való távolságnak valóban megfelel. Minden más esetben csak közvetett számítással határozható meg a magasság, a következő képlet alkalmazásával:

$$\frac{H}{m} = \frac{h_1}{n \cdot \mu}$$

Itt h a magassági leolvasást, n pedig azt jelenti, hogy a műszer távolsági mércéje a fától mért távolság hosszegységeinek *hányszorosára* van állítva.



66. ábra. A magassági mérce leolvasása arányos a távo lsági mérce leolvasásával

Bizonyítás.

Tegyük fel, hogy a műszer magassági lécét nem t, hanem t_1 távolságra állítanók a kezdőponttól (0) s ennek megfelelően h_1 leolvasást kapnánk (l. a 66. ábrát), akkor a háromszögek hasonlósága alapján állana, hogy :

$$\frac{h_1}{t_1} = \frac{h}{t}$$

s ebből

$$h = h_1 \frac{t}{t_1}$$

Ezt helyettesítve az (1) képletbe : *HhOthm*

$$\frac{H}{m} = \frac{h_1 \frac{t}{t_1}}{\mu} = \frac{h_1}{\frac{t_1}{t}\mu},$$

ha pedig a $\frac{t_1}{t}$ viszonyszámot n-nel jelöljük :

$$\frac{H}{m} = \frac{h_1}{n \cdot \mu}.$$

Példa. A fától 16 méterre állanánk fel *Blume—Leiss* magasságmérőjével s a magasságot a 20-szal jelölt köríven olvasnók le. Ha ez a leolvasás 25-öt adna, mennyi volna a fa valódi magassága ?

$$\frac{h_1}{\mu} = 25 \text{ és } \frac{t_1}{t} = \frac{20}{16} = 1{\cdot}25,$$

tehát a fentebbi képlet szerint

$$\frac{H}{m} = \frac{25}{1,25} = \mathbf{20,}$$

azaz a fa magassága ebben az esetben 20 *m* volna.

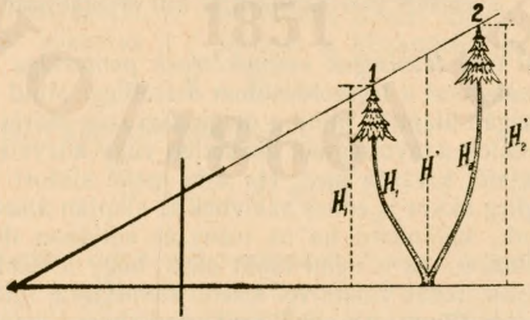
Az átszámításnak ezt a módját egyébként a háromszögek hasonlóságán alapuló bármely magasságmérőre alkalmazhatjuk, ha a műszer valamely oknál fogva nem használjuk a mért távolságnak megfelelően. Ez, a nem szabályozható műszerek használata során gyakran előálló kényszerűségen kívül még főleg két esetben fordulhat elő: ha a fa rövid s a magasságot pontosabban akarjuk tudni (mert hiszen a leolvasás hibája az osztás által mérséklődik) s másodszor, ha a magassági lépték a fa csúcsának megirányzásakor rövidnek bizonyul. Ez az eset akkor következik be, ha a kedvezőtlen látási viszonyok miatt igen közel kell állanunk a fához, hogy a csúcsát megirányozhassuk. Ekkor a mérce szerinti távolság kisebb lesz a szabályszerűnél s ezért a $\frac{t_1}{t}$ viszonyszám szintén kisebb az egységnél. Ez a pontosság rovására íródik.

Példa. A fától mért vízszintes távolság 20 m, a távolsági mérce szerint ellenben csak 10 μ. A leolvasás

$$\frac{h_1}{\mu} = 16\,. \text{ Ekkor } n = \frac{t_1}{t} = \frac{10}{20} = 0{\cdot}5$$

$$\text{és } \frac{H}{m} = \frac{16}{0{\cdot}5} = \mathbf{32.}$$

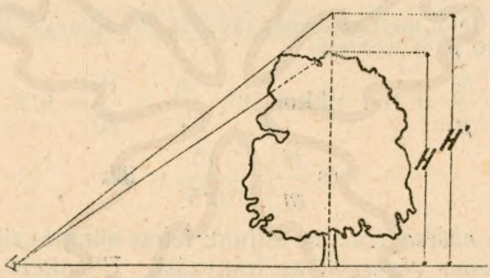
Ha a fa növése ferde, ne álljunk fel az elhajlás síkjában, hanem arra merőlegesen végezzük az irányzást. Ellenkező esetben hibát követünk el és az különböző értelmű lehet aszerint, amint a fa felénk



67. *ábra.* Ha a fa az irányzás függőleges síkjában elhajlik, a magasságmérés tetemes hibával járhat

hajlik (a 67. ábra 1.) vagy az ellentétes oldalra (67. ábra 2.) Ekkor ugyanis a H_1, illetőleg a H_2 hossz helyett a magasságmérés eméletének megfelelően a H' hosszat határozzuk meg. Ha ellenben a fa elhajlási síkjára merőlegesen mérünk, kisebb hibát követünk el. A 67. rajz szerint például a H_1 helyett H_1', a H_2 helyett H_2' hosszat mérünk. Ha a fa elhajlása nem nagy, ez a különbség jelentéktelen. A görbeségből eredő hossztöbblet természetesen semmiféle magasságmérővel sem vehető számba. A gyakorlatban egyébként az ilyen szabálytalan alakú (villás, görbe stb.) vagy ferde állású fák magasságának mérését általában kerüljük.

A terebélyes koronájú fák, (tehát főképpen a lombfák) magasságának a meghatározásához a fa koronájának legmagasabb pontját kell megirányoznunk. Ez azonban nem mindig látható. Ilyenkor a fa hossztengelyének a korona felületével képezett képzeletbeli döféspontját kell megirányoznunk, nem pedig a korona *látszólagos* legmagasabb pontját, (pl. egy felénk kinyúló ágnak a végpontját), mert akkor *nagyobb* magasságot mérünk a kelleténél. Erről világosít fel a 68. ábra Ezen a H a valódi, H' pedig a helytelenül mért magasságot mutatja.



68. ábra. A terebélyes fa magasságának mérésekor a hossztengelynek a koronakupolával való döféspontját kell megirányozni

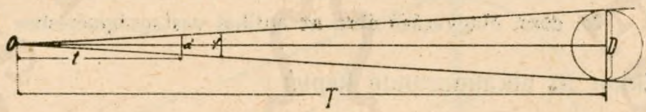
A fától való távolságok megmérésének pontossága a magasságmérés pontosságával a legszorosabban összefügg. Mind a háromszögek hasonlóságán alapuló, mind a magassági szög mérésére alkalmas műszerek elmélete a távolságnak közvetlen vagy közvetett úton való figyelembevételét kívánja meg. Ha a fa mellé állított léccel dolgozunk, lényegileg akkor is ennek az elvnek az alapján állunk. Ha a lécet ferdén tartjuk, különösen ha az irányzás síkjában döntjük meg, hibát követünk el. Az is némi hibát okoz, hogy a lécet rendszerint a fa *elé* állítjuk, tehát valamivel kisebb távolságra, mint amilyenre a fa tengelyétől állunk. Az ebből származó eltérés azonban gyakorlatilag elhanyagolható.

B) A vastagság mérése

1. Az optikai vastagságmérés elmélete

Az állófák köbtartalmának pontosabb meghatározásához olyan, magasabban fekvő átmérők ismeretére is szükségünk lehet, amelyeket átlalóval nem érünk el s így közvetlenül nem mérhetünk meg. Ilyenkor az optikai vastagságméréshez folyamodunk. Az erre szolgáló műszerek különféle szerkezetűek s a mérés alapelve is különböző lehet. Valamennyi idevágó találmánnyal nem fogunk foglalkozni, csakis az erdészeti szempontból fontosabbakkal, s ehhezképest a vastagságmérés elméletéből is csak arra fogunk kiterjeszkedni, amire a tárgy megértéséhez szükségünk van.

A 69. ábrán látható kör a fa keresztszelvényét, D annak átmérőjét, O a szem helyét, T pedig a szemnek a fa tengelyétől való



69. ábra. Magyarázó ábra az optikai vastagságméréshez

távolságát jelenti. Ha ezt a távolságot ismerjük s a φ szöget mérés útján meghatározzuk, kiszámíthatjuk az átmérő hosszát is. Ugyanis:

$$\frac{D}{2} = T\, tg \frac{\varphi}{2} \text{ és } D = 2 \cdot T \cdot tg \frac{\varphi}{2}. \tag{1}$$

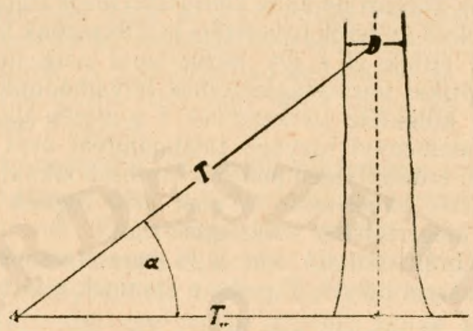
A T hosszat, minthogy a D átmérő magasan a föld színe fölött szokott feküdni, közvetlenül nem tudjuk megmérni. Ha azonban a vízszintes távolságot (T_v) mérőszalaggal vagy más úton meghatároztuk s az irányzásnak a vízszintessel bezárt szögét (α) is megmértük, akkor közvetve a T hosszat is kiszámíthatjuk. (70. ábra)

$$T = T_v \sec \alpha \tag{2}$$

Ezt az (1) alatti képletbe helyettesítve:

$$D = 2\, T_v \sec \alpha \cdot tg \frac{\varphi}{2}. \tag{3}$$

Vannak olyan műszerek, amelyekről T-nek a hosszát egyenesen leolvashatjuk, ha a távolsági lécet a vízszintes távolságnak megfelelően állítottuk. Ilyen berendezést láttunk például a *Meyer—Hossfeld-* és a *Weise*-féle magasságmérőn is. Az ilyen műszer a magassági szög megmérését és közvetett kiszámítását természetesen fölöslegessé teszi. Ha pedig olyan műszerünk van, amely nem a φ szöget magát, hanem annak vízszintes *vetületét* (φ_v) adja (teodolit), akkor a T hosszát nem kell ismernünk, hanem ahelyett a T_v távolságot kell meghatároznunk.



70. ábra. Magyarázó ábra az optikai vastagságméréshez

Ekkor az alkalmazandó képlet :

$$D = 2\,T_v\ tg\,\frac{\varphi_v}{2} \tag{4}$$

D-nek a fekvése vízszintes lévén, vízszintes vetülete is D lesz, változik azonban a távolság és a szögérték. Ezeket a változott értékeket (T_v és φ_v) kellett tehát az (1) alatti képletbe (T és φ helyébe helyettesíteni.)

A vastagságmérő műszerek úgy is lehetnek szerkesztve, hogy a fa látszólagos vastagsága (d a 69. rajzon) a műszer mércéjén leolvasható és a t távolság a T-nek megfelelően szabályozható. Ekkor :

$$D : d = T : t$$

és

$$D = d\,\frac{T}{t}.$$

Ha a vastagsági és távolsági mérce beosztásának egysége azonos, áll az is, hogy :

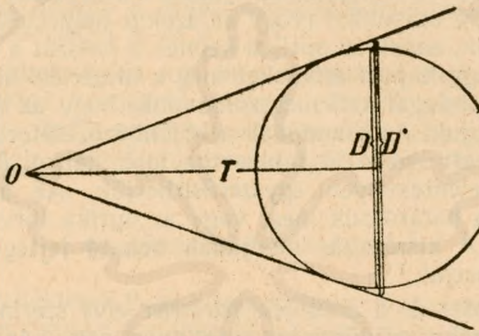
$$\frac{D}{m} : \frac{d}{\mu} = \frac{T}{m} : \frac{t}{\mu}$$

s ha a távolsági mércét úgy állítjuk, hogy leolvasása μ-ben kifejezve ugyanannyit adjon, amennyit a lemért T méterekben, azaz ha

$$\frac{T}{m} = \frac{t}{\mu} \quad \text{akkor} \quad \frac{D}{m} = \frac{d}{\mu}$$

Azaz a vastagsági mércén leolvasott szám egyenesen a vastagság méterekben kifejezett hosszát adja. Még célszerűbb a vastagsági mérce egységét úgy választani, hogy a leolvasás az átmérőt mindjárt centiméterekben fejezze ki. Így van szerkesztve Sanlaville dendrométere (2. sz. műmelléklet).

A vastagságmérés elmélete az eddig tárgyalt alakban némi hibát rejt magában. Nyilvánvaló ugyanis, hogy *egy* pontból a *D* átmérő két végpontját nem irányozhatjuk meg (71. ábra), mert a fához húzott érintő iránysugarak még az említett pontok *előtt* érintik a kört s így a *T* távolságban *D* helyett a nagyobb *D'* hosszat fogják közre. Ilyenképpen tehát ezzel az eljárással mindig tevőleges hibát követünk el. Az eltérés azonban, minthogy *D*-nek hossza a *T*-hez képest igen csekély, gyakorlatilag elhanyagolható s még a legkényesebb mérések esetén sem kell azt figyelembe vennünk.[1]



71. ábra. Az optikai vastagságmérés hibája

Ezzel szemben igen fontos az, hogy a φ szöget, (illetőleg a *d* hosszát) nagyon pontosan határozzuk meg, mert különben könnyen követhetünk el a vastagságban 1—2 cm hibát, ez pedig a gyakorlat szempontjából már nem engedhető meg. Ezért nem is váltak be a dioptrás vastagságmérők ; csakis a távcsővel felszerelt szabatos műszerek alkalmazása járhat a kívánt sikerrel.

1. *példa.* Legyen $T = 20$ m.

$\varphi = 1^{0}06'$; akkor az 1. alatti képlet szerint :

$$D = 2 \times 20\, tg\, 0{\cdot}33' = 0{\cdot}3840 \text{ m} = 38{\cdot}4 \text{ cm}.$$

Ha a szöget busszolaműszerrel mérjük, melynek leolvasási határértéke $0{\cdot}1^{\circ}$ és azt hibásan $1{\cdot}2^{0}$-nak, azaz $1^{0}12'$-nek olvasnók le, az átmérő számára a következő értéket kapnók :

$$D = 2 \times 20\, tg\, 0^{0}36' = 0{\cdot}4189 \text{ m} = 41{\cdot}9 \text{ cm}.$$

[1] A bizonyítást lásd *Udo Müller :* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 186. old.

azaz: 3·5 cm (1) hibát követnénk el. A busszolaműszer tehát nem igen alkalmas optikai vastagságmérésre, mert 1—2 cm hibát könnyen követhetünk el vele.

2. *példa.* Az 1. példában tárgyalt esetben olyan *teodolitot* használnánk, melynek leolvasási határértéke 10" s ezzel a 0 szöget hibásan 1° 06'10"-nek találnók. Mekkora különbséget okozna ez a 10" hiba az átmérőben?

$$D = 2 \cdot 20\, tg\, 0°33'05'' = 0{\cdot}385 \text{ m} = 38{\cdot}5 \text{ cm}.$$

Tehát a hiba a helyes 38·4 cm-re szemben + 0·1 cm, azaz + 1 mm volna.

A távcsöves *fatörzsmérők* vagy *dendrométerek* (favastagság- és magasságmérő műszerek) egy része úgy van szerkesztve, hogy a megmérendő átmérőt az optikai kép síkjában fekvő két csap hegye közé foghatjuk. A csapok ebből a célból a távcső falába ágyazott csavaranyában vannak elhelyezve s kiálló külső végük korongszerű csavarfejjé van alakítva. Ezzel történik a szabályozás. Ha az átmérő két végpontját a csapokkal (vagy az azokat helyettesítő pókszálakkal) közrefogtuk, ennek az optikai képnek a hosszát a mércén olvashatjuk le. Az így kapott értékeket még a megfelelő állandóval és a fától mért távolsággal kell megszoroznunk, hogy az átmérő valódi hosszát megkapjuk. Az állandónak a különböző, előfordulható távolságokkal képezett szorzatát táblázatba foglalhatjuk össze s ezáltal a számítást jelentékenyen egyszerűsíthetjük. Az állandót vagy empirikus úton határozzuk meg, vagy az optika törvényei alapján számítjuk ki. A kiszámítás módjának beható fejtegetését ezen a helyen mellőzhetjük.[1]

A heliometer és a *Zeiss*-féle *telemeter* elve szerint szerkesztett favastagságmérőink ezidőszerint még nincsenek, bár az utóbbival érdemes volna foglalkozni.

Megoldották a vastagságmérés kérdését a *párhuzamos eltolású* műszerrel is *(Friedrich—Starke)*, amely úgy van szerkesztve, hogy távcsöve önmagával egykezűen eltolható (éppenúgy, mint az átlaló mozgatható karja) s az átmérőnek először az egyik, azután a másik végére bevágatva, a két állás közti távolság *(d)* a mércén olvasható le.

Raschke a pókszálak közé fogott képet a távcső függélyes lefordításával a fa tövénél elhelyezett vízszintes mércére vetíti s hosszát az így kapott leolvasásból számítja ki.[2]

Végül foglalkoztak a fényképes vagstagságméréssel is.[3]

[1] Lásd erre vonatkozólag a Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1895. évfolyamát (337. old.) és *Udo Müller* Lehrbuch der Holzmesskunde c. művét (3. kiad. 187. oldal.)

[2] *Müller,* mint [1] alatt, 199. old.

[3] *Jak. Weber:* Holzmessenermittelungen am stehenden Stamme (Disszertáció). Giessen 1902.

2. A fatörzsmérő műszerek

a) Távcső nélküli műszerek

Fennebb kifejtettük, hogy az optikai vastagságmérés csak akkor biztosítja a kívánt pontosságot, ha a két iránysugár közé zárt szöget, (illetőleg az átmérő látszólagos *d* hosszát) egészen megbízhatóan határozzuk meg. Ezért a *dioptrás fatörzsmérők (vagy dendrométerek)* bármily helyes alapon álljanak is elméletileg s bármily elmés szerkezetűek legyenek is, a gyakorlatban nem igen használhatók. Ilyenek: *Winkler*, *Klaussner*, *Rueprecht*, *Peltzmann*, *Fuschlberger*, *Borglind* fatörzsmérője. A régiek közül még a legjobb eredményt adja *Sanlaville* dendrométere, melyet mint magasságmérőt már a 173. oldalon megismertünk és *Bartha Ábel famérő műszere.* Ez az utóbbi a *Mayer—Hossfeld*-rendszerű műszerek közé tartozik. (Műmelléklet 8. sz.)[1]

Az újabbak közül két finn találmányt kell megemlítenünk, mint amelyekkel, rendkívül elmés és célszerű szerkezetüknél fogva annak ellenére, hogy nincs lencsés távcsövük és szabadkézből használhatók, mégis elfogadható pontosságot érhetünk el.

α) Lönnroth dendrométere[2]

A műmellékletek 9. a) képén látható irányzócső látómezejében két csap áll egymással szemben (9. b) kép). Ezek távolsága 6·5 mm. A csövön két mérce vonul végig, mely az átmérő leolvasására szolgál. Közvetlen leolvasás csak akkor lehetséges, ha a fától nyolc vagy 12 m vízszintes távolságra állunk fel. Különben átszámításra van szükség.

A megmérendő átmérőt a két csap közé kell fogni. Ezt úgy érhetjük el, hogy a négy ízből álló irányzócsövet megfelelően kihúzzuk (teljesen kihúzva több mint 50 cm, betolva 15 cm hosszú).

A törzsnek a vízszintes fölötti részei azonban távolabb vannak s ehhez képest az átmérő is kisebbnek látszik, mint ha a szemünk síkjába esnék. Ezért a távolságnak megfelelően a csapok közét is változtatni kell, hogy a mért átmérő helyes legyen. Ezt a változtatást a műszer *önműködőleg* végzi. Az egyik csap vége oldalt kinyúlik a csőből (a képen nem látható) s egy pecekkel belenyúlik a 2. képen

[1] Részletes leírása megjelent az Erdészeti Lapok 1907. évi évfolyamán (325. old.). Már nem gyártják.
[2] Ein Dendrometer. (Acta forestalia fennica, 1926.)

látható önfüggélyezős fokív kivágásába. Ha a műszert a függélyes síkban mozgatjuk, a pecek a kivágásban kisebb oldalmozdulatokat is végez s ezzel a vele összefüggő csapot is elmozdítja. Ezáltal a két csap köze a magassági szögnek, illetőleg a távolságnak megfelelően szabályozódik. Ha a hajlásszög a és a rendes csaptávolság (6·5 mm) = d, a szabályozott csaptávolság pedig d', akkor

$$d' = d.\ \cos \alpha.$$

A vezetéket tehát ilyen értelemben kell kivágni s akkor a távolság változásának a képnagyságra való hatása a helyes leolvasás szempontjából kiküszöbölődik. Ez az elmés megoldás a műszer használatát igen kényelmessé teszi s a számítások és átállítások fölöslegessé válnak.

Az önfüggélyző köríven a mérőpontnak a vízszintes fölötti távolsága közvetlenül (méterekben) leolvasható.

Ha a kellő gyakorlatot megszereztük, *Lönnroth* műszerét előnyösen használhatjuk. Többekközt igen megkönnyíti az alakhányados meghatározását is (második fejezet III. c δ.) s ezzel *Schiffel* fatömegtábláit a gyakorlat számára is hozzáférhetővé teszi. Természetesen ez sem mentes azoktól a hiányoktól, amelyek a távcsőnélküli műszereket általában jellemzik. Szerzője szerint azonban a gyakorlat megkívánta pontosság feltételeinek megfelel.

β) *Heikkilä* tükrös dendrométere[1]

Az önfüggélyző műszerben (műmellékletek, 10. kép) egy hat cm hosszú és két cm széles tükör áll függőlegesen s azzal szemben két kisebb (2—2 cm-es tükör van elhelyezve egymás mögött és fölött. A becslő addig közeledik a fához vagy távolodik attól, amíg a törzs két tükörképe szorosan egymás mellé kerül. Ekkor le kell mérni a vízszintes távolságot s azt megszorozni a megfelelő állandóval, hogy az átmérő centiméterekben kifejezett értékét megkapjuk. Az eredmény független az átmérő magassági fekvésétől.

Haikkilä főképpen a törzsek alakosztályának meghatározására kívánja az ő műszerét használni, de azért természetesen más célokra is felhasználható.

A műszer kézies, elméletileg kifogástalan s annak a célnak, melyet szerzője tűzött ki, általában megfelel. Hátránya a tükrös szerkezet. Ez az erdő homályában erőlteti a szemet.

[1] Acta forestalia fennica, 1932.

α *Breymann* egyetemes műszere[1]

Breymann osztrák erdésztanár műszere tulajdonképpen kis teodolit, melynek távcsöve a vízszintes irányban érzékeny paránycsavar segélyével mozdítható el. A függőleges pókszálat először a megmérendő átmérő egyik végpontjára vágatjuk be s azután a paránycsavar segélyével a másik végpontra visszük át. Az elmozdulás értékét a paránycsavar korongján olvassuk le, amelyen még a fordulat ezredrészét is megbecsülhetjük.

Breymann műszerével a pontosság tekintetében jó eredmények érhetők el.[2] Használata azonban körülményes s ezért ez a fatörzsmérő a gyakorlatban nem is terjedt el.

β *Belházy Emil* fatörzsmérője[3]

A *Winkler*-féle dendrométerhez hasonló, de távcsővel felszerelt műszer, amelyet szükség esetén állvány nélkül is lehet használni. Minthogy már nem gyártják, részletes ismertetését mellőzzük s utalunk az idézett forrásmunkára.

γ) *Schiffel* javaslata[4]

Az 199. oldalon példát mutattunk be arra, hogy az olyan bosszulásműszert, amelynek a leolvasási határértéke 0·1°, megbízható vastagságmérésre nem használhatjuk, mert az ilyen szöghiba már centiméterekre rúgó eltéréseket eredményez. *Schiffel* rámutat arra, hogy a közönséges busszolaműszert némi módosítással használható fatörzsmérővé alakíthatjuk át, anélkül, hogy más irányú alkalmazása ezáltal szenvedne. Csupán az alhidáda paránycsavarát kell megfelelően felszerelni, (mint ahogy a *Breymann* műszerénél említettük) s akkor semmi akadálya sincs annak, hogy a busszolaműszert, mint pontos, távcsöves dendrométert ne alkalmazhassunk. *Schiffel* az ő idézett cikkében az effajta vastagságmérés elméletének beható fejtegetésén

[1] *Breymann:* Anleitung zur Aufnahme der Holzmassen, Wien, 1857, továbbá: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1868, 201. old. *Kunze:* Holzmesskunst 1873, 101. old., *U. Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde 3. kiad. 192. old., *Tischendorf:* Lehrbuch der Holzmassenermittelung, 43. old. és *Sóltz—Fekete:* Az erdőbecsléstan kézikönyve, 2. kiad. 139. old.

[2] *Kunze* szerint (Holzmesskunst 110. old.) 50 különböző vastagságú fenyőfa mérési hibái + 6 és — 7 mm szélsőségek közt ingadoztak.

[3] Egy új szerkezetű fatörzsmérő műszer (Erdészeti Lapok 1879, 282. o.).

[4] Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1909, 97. old., Die Waldbussole als Dendrometer.

kívül kész segédtáblákat is közöl, melyek a magasság, a mérési iránytávolság és az átmérő meghatározásának egyszerűsítésére szolgálnak. Magától értetődik, hogy az alhidáda mikrométercsavarának hasonló átalakítása a teodoliton is keresztülvihető.

δ *Fekete—Cséti* dendrométere[1]

A műszert a műmellékletek 11. képe mutatja be két irányból nézve. Mint magasságmérő, a *Mayer—Hossfeld*-féle rendszer alapján áll. Távcsövének oldalirányú elmozdítására paránycsavar szolgál, melynek korongján az elmozdulás mértéke μ egységekben olvasható le. Használata alkalmával a függőleges pókszál először a mérendő törzs egyik, azután (a paránycsavarral) a másik oldalára állítandó, majd a korongról leolvasott érték a megfelelő állandóval szorozandó. Így kapjuk a mért átmérőt centiméterekben.

A műszer távolságát a mért átmérőtől a távcsőre szerelt mércéről olvashatjuk le közvetlenül.

A fától való vízszintes távolságot vagy mérőszalaggal mérjük le, vagy a műszerbe szerelt *Reichenbach*-féle távolságmérővel határozzuk meg.

Fekete—Cséti fatörzsmérője szabatos kivitelű, pontos műszer, de szeles időben nem használható a kellő biztonsággal, mert mérés közben a fa elmozdulhat s ez nagy hibát okozhat.

ε *Friedrich—Starke* fatörzsmérője mikrométeres távcsővel[2]

Meyer—Hossfeld-rendszerű műszer. A cső belsejében az optikai kép síkjában két, egymással szembenálló csap látható, melyek közül az egyik mozdulatlan, a másik azonban a korongos mikrométercsavarral vízszintes irányban elmozdítható. E közé a két csap közé kell a megmérendő átmérő képét befogni. A két csap csúcsának egymástól való távolsága adja azután a favastagságnak megfelelő kimozdulás értékét, amelyet az indexvonalas mércén, illetőleg a korong beosztásán magán olvashatunk le. Az így kapott adatot *(n)* azután még a műszerhez tartozó táblázatból kiolvasott tényezővel kell szoroznunk, hogy a vastagságot centiméterekben kapjuk meg.

$$d = n \,.\, k\,(T - c)$$

$T =$ a mért átmérő távolsága a műszertől. Ezt a távcsőre szerelt

[1] Erdészeti Kísérletek. 1905. évf. 46. old.

[2] Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1895. 339. old.

mércén közvetlenül olvashatjuk le. k és c a műszer állandói, n a leolvasás (a korongfordulatok száma). A távcsövet a függőleges mérce segítségével bármely tetszésszerinti magasságra gyorsan beirányozhatjuk.

Előnye ennek a fentebb leírt fatörzsmérőkkel szemben az, hogy a fa látszólagos átmérőjét *egyszerre* foghatjuk vele a két csúcs közé s nem kell a távcsövet külön-külön bevágatni a törzs két oldalára. Ezzel elkerüljük azt a hibát, amelyet szeles időben a törzs elmozdulása okozhat. Igaz, hogy a fa mozgása a mikrométeres távcső használata esetén is zavarólag hat, de mégis sokkal inkább kihasználhatjuk azokat a rövid időközöket, amíg a törzs nyugalomban van, mintha a két irányzás közt hosszabb idő telik el.

ζ) Wimmenauer fatörzsmérője[1]

A műmelléklet 12. képe oldalnézetben mutatja be *Wimmenauer műszerét*. Ennek magasságmérő szerkezete a *Weise*-féle műszer rendszerét követi, a dioptrás távcső helyett azonban csillagászati távcsővel van felszerelve. A távcső belsejében két, egymással szembenálló, lekerekített végű csap látszik, ezek a szemlencse közelében levő korongos csavarokkal mozgathatók. E közé a két csap közé fogjuk a fa képét s azután mindkét korong kimozdulását külön-külön olvassuk le a hozzátartozó mércén. A két leolvasást összegezzük s megszorozzuk azzal a (táblázatból kiolvasható) tényezővel, mely a műszer állandójának az iránytávolsággal való összeszorzásából származik. Az iránytávolságot (a műszer és a mért átmérő közötti távolságot) a műszer függélyzőjéről olvassuk le. Lényegileg tehát itt is olyan mikrométeres távcsőszerkezettel van dolgunk, mint amilyent *Friedrich—Starke* műszerében láttunk. (204. old.)

Wimmenauer fatörzsmérőjét háromlábú állványra erősítjük, vagy a hozzátartozó *facsavar* tövisére tűzzük fel. A facsavart bármely, erre alkalmas törzsbe belecsavarhatjuk.

A most leírt műszer egyike a leggyakorlatiasabb fatörzsmérőknek. Kis terjedelme és aránylag olcsó ára, valamint könnyű kezelhetősége annyi előnyt egyesít benne, amennyit a többi dendrométer közül egyen sem találunk. Igaz, hogy a vastagság és magasságok megmérésén kívül más mérnöki műveletre nem alkalmas (legfeljebb vízszintes vonalak kitűzésére), ez azonban, mint fatörzsmérőnek, nem csökkenti az értékét.

[1] Allg. Forst- und Jagdzeitung 1898, 144. és 252. old., továbbá 1899, 44. old. Egy régibb alakja, mely a *Winkler*-féle mérőlapnak távcsővel való kombinációja, volt, a f. n. folyóirat 1896, 222. old. van leírva.

η *Guttenberg* dendrométere[1]

A műszer (műmellékletek, 13. kép) távcsövében, az optikai kép síkjában vékony üveglemez van elhelyezve s abba vízszintes mérce van belekarcolva. Erről a vastagság közvetlenül leolvasható, ha az iránytávolság pontosan 20 m. Minden más esetben számítás útján kell az átmérőt meghatározni. Ugyanis, ha n a leolvasást, T a műszer és az illető átmérő közötti távolságot (iránytávolság) jelenti, akkor

$$d : n = T : 20 \text{ s ebből } d = n \cdot \frac{T}{20} \qquad (1)$$

De T-t, azaz az iránytávolságot a legtöbb esetben sem közvetlenül nem mérhetjük, sem pedig *Guttenberg* műszeréről magáról nem olvashatjuk le, ezért trigonometriai úton kell azt meghatároznunk. Ha az átmérő megirányzásakor kapott (a vízszintessel bezárt) szög α és a *vízszintes* távolság, (melyet mérőszalaggal határozhatunk meg) T_v,

$$T = T_v \sec \alpha$$

s ezt az (1) alatti képletbe helyettesítve:

$$d = \frac{n\ T_v \sec \alpha}{20}$$

Hogy a trigonometriai táblázatokat nélkülözhessük, a műszer magassági köre (alsó harmadában) secansbeosztással is fel van szerelve. Ezenkívül felső harmadában 60°-ig terjedő közönséges fokbeosztás, jobbra és balra pedig tangensbeosztás van rajta.

Ha a távcsövet valamely adott magasságra akarjuk irányozni, meg kell először határoznunk azt a tangensértéket, melyre a magassági kört kell állítanunk, hogy a távcső a megfelelő szög alatt álljon. Ezt, ha magasabban állunk a fa tövénél, a következő képlet alkalmazásával érjük el:

$$tg\, \alpha = \frac{h - h_a}{T_v}$$

α az irányvonalnak a vízszintessel bezárt szöge, h a mérőpont magassága a talaj fölött, h_a a fa tövének a távolsága a horizonttól.

Guttenberg dendrométere igen megbízható, jól használható műszer, hátránya azonban, hogy alkalmazása számításokkal jár, s ez a munkát nehézkessé teszi.

[1] Österreichische Vierteljahresschrift 1896, 245. old.

δ) Liljenström dendrométere, 1924-ből.

(Lith-gyártmány, Stockholm)

Szabatos szerkezetű, távcsöves műszer, nagy látómezővel, bekarcolt vízszintes és függőleges mércével, fokbeosztású magassági körrel. Csak állvánnyal használható (l. a műmellékletek 14. képét).

A vízszintes távolságot vagy mérőszalaggal mérjük le, vagy a Reichenbach-féle távolságmérő elve alapján határozzuk meg. A műszerhez (egybekötött) 32 táblázat tartozik, részben a méterrendszerre, részben a 12-es angol mértékrendszerre alkalmazva. Hogy ezek közül melyik táblázatot használjuk, az a vízszintes távolságtól függ.

Az átmérőt a műszer mércéjén μ egységekben olvassuk le. Hogy centiméterekben kifejezett nagyságát megkaphassuk, meg kell szoroznunk a hajlásszögnek megfelelő s a vízszintes távolságot is számbavevő tényezővel. Hasonlóképpen némi, bár egyszerű számítást kíván annak a hajlásszögnek a meghatározása is, amelyre a fokívet be kell igazítanunk, hogy az átmérőt előre meghatározott magasságban mérhessük meg. A célszerűen szerkesztett táblázatok ezt a munkát igen megkönnyítik.

A nagy látómező világos képet ad s a műszer gondos kivitele pontos munkát enged meg. Ezért *Liljenström* dendrométere mindenképpen ajánlható. Korlátozza használhatóságát az a körülmény, hogy a becslő szeme nem lehet magasabban a fa töve fölött, mint amilyen a használt léc hosszúsága.

ι. Friedrich—Starke fatörzsmérője, egyközű távcsőeltolással[1]

Az eddig tárgyalt fatörzsmérők közös hibája, hogy szigorúan véve nem az átmérőt, hanem egy előtte fekvő húrnak a megnyúlt vetületét mérik. Ennek a hossza pedig nagyobb az átmérőnél. (l. a 71. ábrát, a 199. oldalon.) Ez azonban csak akkor van így, ha a távolságot a fa hossztengelyéig mérjük. Ha ellenben, amint az gyakran történik, csak a törzs velünk szemben fekvő pontjáig, akkor a hiba ellenkező értelmű lesz. Az így származó hiba elkerülése és a vastagság közvetlen leolvashatása céljából tervezte *Friedrich* osztrák főerdőtanácsos a *Starke* és *Kammerer* műszerészcéggel a műmellékletek 15. képén bemutatott műszert.

A 72. ábra vázlatosan szemlélteti a vastagságmérő használatát. A milliméterekre beosztott hengeres rúdon (*r*—*r*) arra merőlegesen van elhelyezve a távcső. Ez önmagával egyközűen eltolható, éppen

[1] Centralblatt für das gesammte Forstwesen 1895, 339. old.

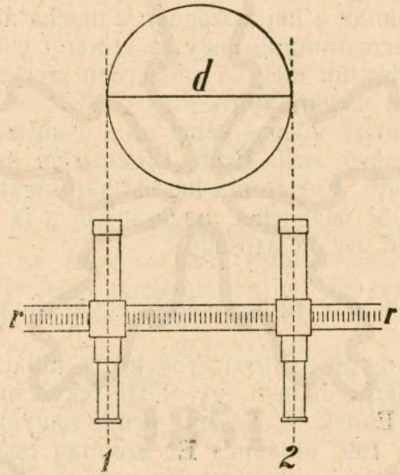
úgy, mint az egyvonós átlaló mozgószára a vonólécen. Ha a függőleges pókszálat a fának először az egyik, azután (a cső eltolásával) a másik oldalára irányítjuk be, s a távcső állását a rúd milliméterbeosztásán mind a két helyzetben (az ábrán 1 és 2) leolvassuk, a két leolvasás különbsége adja közvetlenül a fa vastagságát (*d*). A magasság mérésére, illetőleg valamely adott magasság megirányzására *Meyer—Hossfeld*-féle elrendezés szolgál.

A leírt fatörzsmérő a többi famérő műszer említett hibáját elméleti szempontból tökéletesen kiküszöböli ugyan, a gyakorlat igényeinek mindamellett nem felel meg, mert:

1. a távcső egyközű eltolása a kidolgozás gondossága ellenére sem tökéletes s így az ebből származó hiba nagyobb lehet, mint amekkora a kiküszöbölt elméleti eltérés;

2. súlya és terjedelme nagy, miértis hordozása és felállítása *igen nehézkes*;

3. szeles időben éppenúgy nem lehet vele dolgozni, mint a



72. ábra. A *Friedrich-Starke*-féle dendrométer egyközű eltolással, vázlatosan. *r-r:* milliméterekre beosztott fémcső, *1:* az eltolható távcső az egyik, *2:* a másik állásban

többi olyan műszerrel, amellyel a fa két oldalát külön-külön kell megirányozni;

4. ára nagy.

Mindezeknél a hiányoknál fogva nem tarthat számot arra, hogy akár a gyakorlatban, akár a kísérleti becslésekhez szélesebb körben alkalmazzák.

ϰ. *Raschke* vastagságmérője[1]

Raschke nem szerkesztett önálló műszert, csak egy módosítási eljárást ajánlott, amellyel bármilyen távcsöves műszer fatörzsmérővé alakítható át. Ez a módosítás abban áll, hogy a távcső testét a szálkereszt síkja táján gyűrűvel vesszük körül s ennek a gyűrűnek, valamint a cső falának kétoldali fúrásába csúcsosvégű, vízszintesen álló csapokat csavarunk bele. Ezeket a csövön kívül álló csavarfej forgatásával lehet egymás irányában elmozdítani. Ezek közé kell befogni a mérendő átmérő képét.

A fa tövéhez vízszintes s az irányzósíkra merőleges helyzetű mércét helyezünk s az átmérő látszólagos képét a távcső lebillentésével levetítjük s a hosszát a mércén leolvasssuk. Ez a leolvasás azonban csak akkor lesz egyenlő az átmérő valódi hosszával, ha a két irányzóhossz (a fára és a lécre) egyenlő. Különben átszámításra van szükség. De ehhez is szükséges, hogy a magasan fekvő átmérő távolságát először a hajlásszög secansa alapján külön számítsuk ki.

Egyszerűnek tehát Raschke eljárását nem minősíthetjük, de az eszme[2] egyébként életrevaló, mert módot ad bármely távcsöves és magassági körrel felszerelt műszernek fatörzsmérővé való olcsó átalakítására. Az elérhető pontosság természetesen a távcső nagyitásától és a mérési szabályok gondos betartásától függ.

Ha a két csap közé fogás előnyéről lemondunk, a levetítést bármely távcsöves műszerrel is végrehajthatjuk, a mérendő átmérő két végére külön-külön.[3]

3. Általános megjegyzések a fatörzsmérők használatához

Mint a magasságmérőkről, úgy a fatörzsmérőkről sem lehet eldönteni, hogy melyik közülük feltétlenül a legjobb. Egyiknek is, másiknak is lehetnek különleges előnyei, ezzel szemben azonban elméleti vagy gyakorlati hiányai is, s ezért minden tekintetben tökéletes megoldást hiába keresnénk. Így például látjuk, hogy az elméleti szempontból kifogástalan *Friedrich—Starke*-féle egyközű eltolású műszer gyakorlati hátrányai miatt nem igen alkalmas tágabbkörű alkalmazásra, viszont a *Wimmenauer*-féle fatörzsmérő, bár pontosság és elméleti egyszerűség tekintetében az előbbi mögött

[1] Österreichische Vierteljahresschrift 1896, 249. old. és *Udo Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 198. old.

[2] Melyet különben előzőleg már *Breymann* is felvetett. (Allg. Forst- und Jagdzeitung 1868. 209. old.)

[3] L. *Roubiček* közleményét a Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1911. évi kötetének 310. oldalán.

áll, könnyűsége és olcsósága miatt nagy kedveltségre tett szert. Nagy általánosságban ismételhetjük azonban azt, amit fennebb már említettünk, hogy a dioptrás műszerek a gyakorlati pontosság tekintetében kevésbbé állják meg a helyüket s a távcsöves műszerekkel olcsóságuk ellenére sem vehetik fel a versenyt.[1]

A távcsöves műszerek közül azok a használhatóbbak, amelyek az átmérő egyidejű közrefogását engedik meg, amelyek tehát a szél zavaró hatásától függetlenebbek. Ilyenek általában a mikrométeres távcsövű műszerek (Friedrich—Starke, Guttenberg, Wimmenauer, Belházy). Hatással van a mérés pontosságára a közrefogó készülék szerkezete is, a pókszálas berendezés finomabb bevágatást enged meg, mint a csapos. De a csapok alakja sem mellékes. Így nem igen kedvező például a csapoknak olyan lekerítése, mint a *Wimmenauer* műszerén. Az ilyen domború csapvég pontos beállítása, különösen ha a háttér nem kedvező, nehéz. A csapok kiterjedt légsűrítő felülete is okoz zavaró fénytörési jelenségeket.

A gyors kezelhetőség szempontjából a műszer kis terjedelmének, könnyűségének és a számítási műveletek lehető egyszerűsítésének van fontossága. Mindent összevetve, a gyakorlat számára leginkább ajánlható *Liljenström*, *Wimmenauer* és *Friedrich—Starke* mikrométeres távcsövű fatörzsmérője. Igen célszerű, jó dendrométerré volna átalakítható *Fekete—Cséti* műszere is (204. old.), ha kétoldali mikrométeres közrefogó készülékkel szerelnék fel.

Schiffel vizsgálatai szerint[2] *Friedrich—Starke* egyközű eltolású fatörzsmérőjével szemben, melynek eredményeit az összehasonlítás alapjául vette, a *Friedrich—Starke*-féle mikrométeres dendrométer átlagosan 2·7 mm (0,8%) a *Guttenberg*-féle 3·0 mm (1·1%), a *Wimmenauer*-féle pedig 5·5 mm (1·4%) eltérést mutatott. A vizsgálatok különféle fafajokra és távolságokra terjedtek ki.

Müller Udó szerint (Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 202. old. kivonatosan) az átmérő mérése során általában a következők tatartandók szem előtt.

1. Olyan helyen álljunk fel, ahonnan a törzs megmérendő részei jól láthatók. Kerüljük a hasonszínű hátteret.

[1] Pedig elméletileg voltaképpen jogosultabbak a dioptrás műszerek, mint a távcsövesek, mert az utóbbiakra nézve a számításbavett iránytávolság nem egyezik teljesen az optikai kép és a mért átmérő közötti távolsággal (v. ö. *Schiffel* közlésével a Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1898. évi kötetének 2. oldalán). Az ebből származó hiba gyakorlati kiküszöbölése nehézkessé tenné az eljárást, de nem is szükséges, mert az eltérés csekély. Sokkalta nagyobbak azok a hibák, amelyek az elméletileg kifogástalan dioptrás műszerek használata során a megirányzás technikai tökéletlensége folytán keletkeznek.

[2] Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1898, 11. old.

2. A fától való távolság ne legyen túlságosan nagy s körülbelül egyezzék a legfelső mérőpont magasságával, illetőleg ha a fa egész hosszát is meg akarjuk határozni, akkor azzal.

3. Külpontos növésű fák mérésekor határozzuk meg először átlalóval (a fa alján) az átlagos átmérő fekvését s azzal szemben álljunk fel a műszerrel.

4. A ferdenövésű fák mérését lehetőleg mellőzzük. Ha ez nem lehetséges, a fa dűlésének megfelelően módosítsuk a számításainkat. Ha a fa felénk vagy az ellenkező irányba hajlik le, a mérőpontot le kell vetítenünk a vízszintesre s az így kapott pontnak a műszertől való távolságával kell számolnunk. Ha a fa oldalt dől, akkor a vízszintesen mért átmérőt még meg kell szoroznunk az elhajlás szögének a cosinusával, hogy a hossztengelyre merőleges átmérőt megkapjuk. Célszerűen használhatók ilyenkor az olyan műszerek, melyeket szükség esetén oldalt is elhajlíthatunk (ilyen a *Wimmenauer* fatörzsmérője), ezeknek olyan dőlést adunk, hogy a csapok a fa tengelyére merőlegesen álljanak s ekkor minden átszámítás nélkül meghatározhatjuk velük a valódi átmérőt.

5. Vigyázni kell, hogy a törzs látszó szegélyvonalainak egyenetlenségeiből (dudorodások, göcsök, horpadások stb.) ne származzanak hibák. A pókszálas műszerrel ezek az egyenetlenségek könnyen észrevehetők, a csapos műszerekkel pedig úgy fedezhetők fel, hogy a csövet fel és alá mozgatva vizsgáljuk a csapvégeknek a törzzsel való érintkezését.

6. Ha pontos eredményt kívánunk, a műszer felállítását és az alapvonal mérését *nagy gonddal* kell végeznünk.

7. Szeles időben ne dolgozzunk.

MÁSODIK FEJEZET

A KÖBTARTALOM MEGHATÁROZÁSA

I. Köbözés a fekvőfára alkalmazott képletekkel

Bármely képletet, amely a fekvőfák köbözésére alkalmas, felhasználhatunk az állófák köbtartalmának a kiszámítására is A fekvőfa minden vastagsági és hosszúsági méretét közvetlenü átlalóval és mérőszalaggal határozhatjuk meg, azonban az állófák testéhez rendszerint nem férhetünk hozzá s ezért a famagasság- és vastagságmérő műszerek közvetítésére vagyunk utalva.

Minthogy a fatörzsmérő műszerek használata nehézkes és hosszadalmas, az állótörzsek köbözéséhez lehetőleg olyan testmértani képletet kell választani, amely kevés mérést kíván. A legegyszerűbb a *Huber* képlete:

$$v = \gamma \; l$$

Ha ezt akarjuk alkalmazni, mindenekelőtt meghatározzuk a fa (vagy a hasznosítható rész) egész hosszát s azt elosztva 2-vel, az így kiszámított magasságra igazítjuk be a műszer távcsövét. Jó hasznát vesszük ilyenkor azoknak a fatörzsmérőknek, amelyeken ez a beállítás nem kíván külön számítást, (pl. a *Wimmenauer*, *Friedrich—Starke*, *Fekete—Cséti* fatörzsmérője). Ha a középátmérőt megmértük, a köbtartalmat egyenesen a hengertáblából olvashatjuk ki. *Huber* képletének az alkalmazása a legegyszerűbb, de nem minden esetben teljesen megbízható s alkalmazása esetén számolnunk kell azokkal a hibákkal, amelyeket az illető helyen behatóan megtárgyaltunk. Ugyanez áll a *Hossfeld* képletéről is. Ha biztosabb eredményt akarunk, több átmérőt kell megmérnünk. Igen ajánlható *Schiffel* képlete, mely csak két átmérő megmérését kívánja meg, s amellett igen jó eredményt ad. Eszerint:

$$v = l\left(0{\cdot}61\, g_{1/4} + 0{\cdot}62\, g_{3/4} - 0{\cdot}23\, g_{3/4} \frac{d_{3/4}}{d_{1/4}}\right).$$

Ha a köbözendő törzs (vagy törzsrész) hosszát, valamint a hossz

¼-ében és ¾-ében fekvő átmérőjét meghatároztuk, a köbtartalmat *Schiffel* táblázatából minden számítás nélkül kiolvashatjuk. Szükség esetén *Gauss—Simony*-féle képlet is felhasználható:

$$v = \frac{l}{2}(g_{1/5} + g_{4 \cdot 5})$$

Ha nagyobb pontosságot kívánunk, két irányból (egymásra merőlegesen) is meg kell mérni az átmérőket, éppen úgy, mint az átlóval szoktuk a fekvőfán. Ez a munkát természetesen megkettőzi.

A középátmérővel és mellmagassági átmérővel is jó eredményt érhetünk el, ha *Schiffel* különleges fatömegtábláit használjuk (118. old.), amelyek a törzs, a vastagfa és az összesfa köbtartalmát a magasság, a mellmagassági átmérő és az *alakhányados* függvényeken mutatják ki.[1] Az utóbbi pedig nem más, mint a középátmérő és a mellmagassági átmérő viszonya. Ha tehát ilyen táblákat használunk, csak a középátmérőt mérjük a közvetett úton (optikai fatörzsmérővel), a mellmagassági átmérőt pedig átlalóval.

A legnagyobb pontosságot az állófákon is a szakaszos köbözéssel érjük el, ez adja azonban a legtöbb munkát is. Egy-két óra is beletelhetik, amíg egy nagyobb törzs méretezésével elkészülünk, kivált, ha a látási viszonyok valamely oknál fogva kedvezőtlenek. Ami a választandó testmértani eljárást magát illeti, itt is legcélszerűbb a szakaszokat a középátmérő szerint köbözni. A szakaszok hossza 2—4 méter lehet. Időkímélés szempontjából mindenesetre célszerűbbek a hosszabb szakaszok.

Ha a törzs egyes részleteit akár a fa saját ágazata, akár a szomszédos fák lombja eltakarja, s ezért egyenlő hosszú szakaszokban mérni lehetetlen és mind a fatömegeket, mind a fa alakviszonyait illetőleg mégis megbízható adatokat akarunk nyerni, akkor a következő eljáráshoz folyamodhatunk.

Egyenlőtlen hosszúságú szakaszokban, úgy amint a látási viszonyok éppen megengedik, felvesszük a törzsön végighaladva a mérhető átmérőket először az egyik oldalról. Azután átvisszük a műszert egy más álláspontra s az előbbi irányra körülbelül merőlegesen megmérjük azokat az átmérőket, amelyek ebből a második irányból láthatók. A magasságot, melyben az illető átmérők fekszenek, mindig feljegyezzük. Azután megrajzoljuk milliméterpapiroson a fa szegélyvonalát mind a két oldali felvétel szerint, s a rajzról olvassuk le az átmérőket az egyes kétméteres szakaszok középvona-

[1] Form- und Inhalt der Fichte (Wien, 1899), u. a. der Lärche (1905), u. a. der Weissföhre (1900) és der Tanne (1908). Kívánatos volna a többi fafajra nézve is készíteni ilyen táblázatokat. A német kísérleti állomások gazdag anyaga alapján ezt meg lehetne tenni.

lán. A két rajzról nyert adatokból azután átlagokat képezünk s ezek alapján számítjuk ki a köbtartalmat.

Egyszerűsíthetjük a munkát azzal, hogy a törzs szegélyvonalát csak féloldalasan rajzoljuk meg, úgy amint az alábbi példa mutatja.

Példa: Valamely 20 m magas lucfenyőtörzsön a fatörzsmérő két állásából a következő átmérőket vettük fel:

Az 1. állásból: *h*[1] m	*d* cm	A 2. állásból: *h* m	*d* cm
1·0	29·6	1·0	30·2
3·0	26·6	3·0	27·4
5·0	24·0	5·0	25·0
8·4	20·5	7·2	22·5
11·2	17·9	10·3	19·8
14·4	13·0	13·3	15·7
		15·6	11·6

A köbtartalom kiszámítása a milliméterpapiroson szerkesztett két ábra szerint:

h m	1. (átmérő centiméterekben)	2. (átmérő centiméterekben)	Átlagos (átmérő centiméterekben)	A 2 méteres szakasz köbtartalma: m³ [2]
1	29·6	30·2	29·9	0·1404
3	26·6	27·4	27·0	0·1145
5	24·0	25·0	24·5	0·0943
7	22·0	22·8	22·4	0·0788
9	20·1	20·9	20·5	0·0660
11	18·1	18·7	18·4	0·0532
13	15·2	16·0	15·6	0·0382
15	11·9	12·7	12·3	0·0238
17	8·0	8·8	8·4	0·0102
19	3·2	3·4	3·3	0·0017
			Összesen	0,6211

Ismételten hangsúlyozzuk, hogy az állótörzsek ilyen módon való köbözése rendkívül körülményes, hosszadalmas munka s ezért csak kivételesen van helye (kísérleti becslések esetében, ha a törzset ledönteni semmi szín alatt sem szabad s mégis megbízható adatokra van szükségünk). Ha gyakrabban kell állófákat részletesen méreteznünk, megfelelő körülmények közt gyorsabban célt érünk a

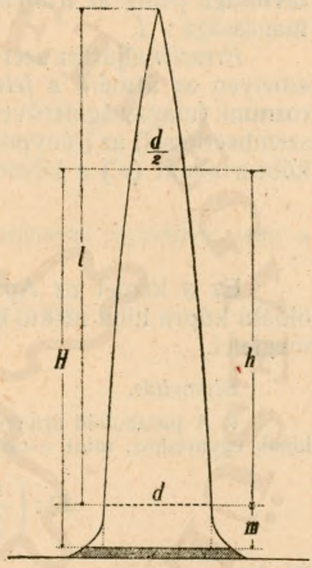
[1] Az átmérő távolsága a törzs vágáslapjától.
[2] A függelék *C* táblázata szerint.

famászó szerkezetekkel. Ezek lehetővé teszik, hogy az átlalós munkás a fatörzsre felhágjon és azt tetszésszerinti helyeken közvetlenül megmérje.[1] Azonban az ilyen mászószerkezetek használata is korlátolt s inkább csak az ágtalan törzsrészek megmászására használhatók akadálytalanul.

A közönséges gyakorlat az állótörzsek köbözésére sokkal gyorsabb, egyszerűbb módszereket használ, amelyekkel ugyan az *egyes fa* köbtartalmát nem lehet olyan pontosan megállapitani, mint a fentebb leírt úton, ott azonban, ahol nagyszámú törzs köbözéséről van szó s ahol elsősorban az átlagos köbtartalmat kell ismernünk, kitűnő szolgálatot tesznek és gyorsaság tekintetében a fekvő fák köbözésére vonatkozó eljárásokat is messze felülmúlják. Az alábbiakban ezeknek a becslési módoknak az elméletével és gyakorlatával fogunk részletesen foglalkozni.

II. Pressler becslési módja az iránymagasság szerint[2]

Pressler olyan becslési eljárás kidolgozásán fáradozott, amelylyel az *állófatörzs* köbtartalmát költségesebb segédeszközök nélkül, kevés munkával s mindamellett elegendő biztossággal lehessen meghatározni. Ennek az eljárásnak a megértéséhez néhány alapfogalom megismerésére van szükségünk. Erre szolgál a 73. ábra.



73. ábra. Vonalkázott rész: a tuskó, *m*: mérőpontmagasság, *h*: iránypontmagasság, *H*: iránymagasság

A törzs alja, amint tudjuk, talpszerűen kiterpeszkedik. Ennek a *talprésznek* a szegélyvonala mindig homorú. A talprész fedőlapjának a kerületén[3] velünk szemben) fekszik a *mérőpont*. A mérőpontnak a távolsága a vágáslaptól (azaz a talprész magassága) = a *mérőpontmagasság*. (*m*) Ez az utóbbi a fák vastagsága szerint változó, gyakorlatilag

[1] Steigapparat von *Josef Friedrich* (Österreichische Forst- und Jagdzeitung 1906, 440. old.).

[2] Tharandter Forstliches Jahrbuch 1855, 77. old., 1857, 172. old. *Pressler*: Gesetz der Stammbildung, Leipzig 1865, 83. old., valamint *Presslernek* majdnem az összes önálló kiadványai és Erdészeti Lapok 1887, 770. old.

[3] Elméletileg tulajdonképpen a középpontjában.

azonban célszerűbb, ha mindig a mellmagassággal (1·3 m) vesszük egyenlőnek. Ezt, amint az alábbiakból kiviláglik, az elmélet sérelme nélkül megtehetjük. A mérőponton átmenő keresztszelvény átmérőjét *d*-vel, területét *g*-vel jelöljük. A mérőpont fölött *h* magasságban fekszik az *iránypont*, mégpedig annak a keresztszelvénynek a kerületén, amelyiknek az átmérője a mérőponton mért átmérőnek *(alapátmérő*, illetőleg *alapvastagság)* a felével egyenlő $\left(\text{tehát } \frac{d}{2}\right)$. Az iránypontnak a mérőponttól való függőleges távolsága az *iránypontmagasság* (h), a vágáslaptól való távolsága pedig az *iránymagasság* (H). A mérőpont feletti törzsrész magassága : l.

Pressler eljárása szerint fel kell keresnünk a törzsön azt a pontot, amelyen az átmérő a *fele* a mérőponti átmérőnek, meg kell határoznunk (magasságmérővel, vagy ha kisebb pontossággal beérjük, szembecsléssel) az iránypontmagasságot s ekkor a *mérőpont feletti rész* köbtartalmát (v') a következő képlettel számíthatjuk ki :

$$v' = \frac{2}{3} g \cdot h$$

Ez a képlet az Apollóniusz-féle paraboloidra és az egyenesoldalú kúpra hiba nélkül érvényes s a neiloidnak is csaknem teljesen megfelel.

Bizonyitás.

1. A paraboloid átmérőinek (illetőleg sugarainak) négyzetei úgy aránylanak egymáshoz, mint a csúcstól való távolságaik (32. old.). Tehát :

$$d^2 : \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 2^2 : 1^2 = l : (l - h)$$

Ebből
$$l = \frac{4}{3} h.$$

Az Apollóniusz-féle paraboloid köbtartalma

$$v_p = \frac{1}{2} g_0 l .$$

vagyis a mi jelzésünk szerint :

$$v'_p = \frac{1}{2} g . l,$$

Helyettesítsük ide l-nek fentebb kifejtett értékét :

$$v' = \frac{1}{2} g \frac{4}{3} h = \frac{2}{3} g . h.$$

2. Az egyenesoldalú kúp átmérői úgy aránylanak egymáshoz, mint csúcstól való távolságaik (32. old.) tehát:

$$d : \frac{d}{2} = 2 : 1 = l : (l-h).$$

Ebből

$$l = 2\,h$$

Az egyenesoldalú kúp köbtartalma (31. lap)

$$v_e = \frac{1}{3}\,g_0\,.\,l$$

vagyis a mi esetünkben:

$$v_e' = \frac{1}{3}\,g\,.\,l.$$

Ide helyettesítve l-nek fentebb kifejtett értékét:

$$v_e' = \frac{2}{3}\,g\,.\,h.$$

3. A neiloid átmérőinek négyzetei úgy aránylanak egymáshoz, mint a csúcstól való távolságaik köbei, tehát:

$$d^2 : \left(\frac{d}{2}\right)^2 = 2^2 : 1 = l^3\,(l-h)^3.$$

Ebből:

$$l = 2{\cdot}7025\,h.$$

A neiloid köbtartalma $v_n = \frac{1}{4}\,g_0\,l,$

vagyis a mi jelzésünk szerint:

$$v_n' = \frac{1}{4}\,g\,.\,l.$$

Ide helyettesítve l-nek fentebb kifejtett értékét:

$$v'_n = \frac{1}{4}\,g\,.\,2{\cdot}7025\,h = 0{\cdot}6756\,g\,.\,h,$$

a *Pressler* képlete szerint pedig:

$$v' = \frac{2}{3}\,g\,.\,h = 0{\cdot}6667\,g\,.\,h,$$

azaz a helyes köbtartalommal szemben mintegy + 1,4% hibát követünk el. Ezt a gyakorlat szempontjából annyival is inkább figyelmen kívül hagyhatjuk, mert a neiloidalakú törzsek a legnagyobb ritkaságok közé tartoznak.

Hogy a törzs egész köbtartalmát kapjuk, a mérőpont feletti törzsrészhez hozzá kell még adnunk a talprész fatömegét. Ha ebből a terpeszkedő farészeket, mint többnyire úgysem hasznosítható hulladékot leütjük (pontozott vonalak az ábrán), olyan henger köbtartalmát kapjuk, amelynek az átmérője *d*, keresztmetszete *g*, a magassága *m*, a köbtartalma tehát *gm*. Így tehát az egész törzs fatömege:

$$v = \frac{2}{3} g \,.\, h + g \,.\, m. \tag{2}$$

De

$$h = H - m$$

ennélfogva

$$v = \frac{2}{3} g (H - m) + gm$$

s végül

$$v = \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2}\right) \tag{3}$$

Pressler a számítások egyszerűsítése céljából táblázatokat is készített, ezekből az átmérő (*d*) és az iránymagasság (*H*) szerint a (3) képletben szereplő $\frac{2}{3} g$ és $\left(H + \frac{m}{2}\right)$ mennyiségeket közvetlenül ki lehet olvasni.[1]

Ha a terpeszkedő fapalástot is figyelembe akarjuk venni, úgy járunk el, hogy az (1) alatti képlettel kiszámított fatömegekhez hozzáadjuk a talprésznek a középátmérő szerint külön meghatározott köbtartalmát, vagy pedig *Presslernek* egy további képletét alkalmazzuk:[2]

$$v = \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2} + n \frac{m}{3}\right).$$

Itt $n = \frac{10 \,.\, (D - d)}{d}$. A $D - d$ pedig a mérőpont alatti rész középátmérőjének (D) és felsőátmérőjének (d) a különbsége.

A terpeszkedés figyelembevétele azonban a gyakorlatban nem igen szükséges; sőt, tekintve azt, hogy (amint *Müller* bizonyítja) *Pressler* képletével a paraboloid és az egyebesoldalú kúp közé eső, tehát a leggyakrabban elő: forduló törzsalakoknál elméletileg úgyis mindig *tevőleges* hibát követünk elmár ennél az oknál fogva is helyesebbnek látszik a (3), alatti képletet alkalmazni.

Példa. A 115. oldalon kiszámítottuk egy fekvő lucfenyőtörzs köbtartalmát a részletes köbözés szabályai szerint s találtuk azt 1·880 m³-nek. Képzeljük, hogy ez a törzs áll s határozzuk meg a fatömegét *Pressler* iránymagassága szerint.

[1] *Pressler:* Neue holzwirtschaftliche Tafeln, Dresden 1857, 63. és Forstliche Kubierungstafeln von *Pressler-Neumeister*, Wien 1898.

[2] L. *Sóltz—Fekete* erdőbecsléstanát (2. kiad. 171. lap).

Az iránypont 26 méter magasságban fekszik, mert ott az átmérő a mellmagassági átmérőnek (37 cm) a fele, (18·5 cm). Ezek szerint az adatok:

az iránypontmagasság, *h*	=	25	m
az iránymagasság, *H*	=	26	«
a mérőpontmagasság, *m*	=	1	«
vastagság a mérőponton, *d*	=	37	cm
a megfelelő körlap, *g*	=	0·1075	m^2
gh a hengertábla szerint	=	2·688	m^3
gn « « «	=	0·107	«

A (3) képlet szerint:

$$v = \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2}\right)$$

$$v = 0{\cdot}667 \times 0\,.\,1075 \left(26 + \frac{1}{2}\right) = \mathbf{1{\cdot}900\ m^3}.$$

A Pressler eljárásával elkövetett hiba tehát + 1,1%.

Pressler képleteinek kísérleti ellenőrzése kedvező eredménnyel járt. Ezeknek az igen kiterjedt vizsgálatoknak az alapján megállapítható volt, hogy az elkövetett átlagos hiba általában véve ritkán emelkedik 2%-on felül.[1]

Az állótörzsek becslése során csak akkor érhetünk el megfelelő pontosságot, ha az iránypont helyét megbízhatóan tudjuk meghatározni. Ezen a helyen, amint tudjuk, a törzs átmérője a mérőponti (legcélszerűbben mellmagassági) vastagság felével egyenlő. Az irányapontot valamely fatörzsmérőeszközzel kereshetjük fel a legbiztosabban, ez azonban nehézkes, hosszadalmas eljárás. (Jó szolgálatot tehet ebben *Lönnroth* vagy *Heikkilä* fatörzsmérője.) Sokkal egyszerűbb *szemre* megítélni, mely részén félakkora a törzs vastagsága, mint a mérőponton. Kellő gyakorlattal vihetjük annyira, hogy ebben nem sokat tévedünk. És ha tévedünk is, annak nincs az eredményre olyan igen nagy hatása, hogy emiatt ezt a módszert feltétlenül el kellene vetnünk. Hiszen a magasság hibái a köbtartalom hibáival egyszerű vonatkozásban állanak.

Ha például a 115. oldalon szakaszosan köbözött lucfenyő iránymagasságát 26 m helyett tévesen 25 m-nek becsülnők, akkor a köbtartalom a (3) képlet szerint a következő volna:

$$v = \frac{2}{3} 0{\cdot}1075 \left(25 + \frac{1}{2}\right) = \mathbf{1{\cdot}828\ m^3}.$$

Ez a pontos köbtartalomhoz (1·880 m³) képest — 2·8% eltérést ad. Ha pedig 2 méterrel mélyebben vennők az irányapontot a kelleténél, akkor az eltérés, amint arról hasonló számítással meggyőződhetünk: — 6·6% lenne.

[1] Az errevonatkozó kísérletek eredményeiről a következő helyeken kaphatunk felvilágosítást: *Kunze:* Lehrbuch der Holzmesskunst, 140. old. és *Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 209—210. old.

A kezdő becslő mindenesetre jól teszi, ha fatörzsmérőműszer ellenőrzése mellett gyakorolja magát az iránypont felkeresésében. Ha dendrométere nincs, keresse meg a törzsön azt a rövidebb szakaszt, amelyen belül nézete szerint az iránypontnak feküdnie kell, felezze azt meg, s a felezőponttól mérjen még felfelé 1—1·5 métert. Eleinte ugyanis rendszerint mélyebben keressük az iránypontot, mint kellene. Az iránymagasságot magát famagasságmérővel mérhetjük meg. *Pressler* egyébiránt külön dioptriás eszközt is szerkesztett az iránypont felkeresésére, ez a *keresőcső*.[1]

Az állófákon végzett kísérleti becslések is azt bizonyítják[2], hogy *Pressler* becslési módja az átlagos eredményeket illetőleg teljesen kielégítheti a kívánalmakat. Helyes alkalmazása mindenesetre megköveteli a kellő gyakorlatot, de ha ezt megszereztük, igen megbízható eszközt ad a kezünkbe a fatömeg megközelítő becslésére, s azokban az esetekben, amikor nincs szükségünk nagy pontosságra, a fatörzsmérők használatát fölöslegessé teszi. Ez az eljárás megengedi, hogy a becslő a fa tényleges alakjához közvetlenül alkalmazkodjék s ne legyen minden esetben az alakszámok és a fatömegtáblák használatára utalva, melyek csak ott alkalmazhatók a kellő sikerrel, ahol sok törzs átlagos köbtartalmának a megbecsléséről van szó. A használatával járó kisebb-nagyobb hibákat nem tekintve, hátrányául lehet felróni, hogy helyes kezelése kellő gyakorlatot és biztos ítélőképességet kíván, továbbá, hogy a lombfákra való alkalmazása gyakran lehetetlen, mert az iránypont magasságában a törzs sokszor elágazik vagy lombbal van takarva és így nem látható. Semmiesetre sem megokolt azonban az az előítélet, mellyel a szakközönség egy része — nyilván egyes tekintélyek véleményétől vezetve — ezzel az elmés eljárással szemben viseltetik, mert kétségtelen, hogy az iránymagasság módszere *annak a célnak*, amelynek szánva van, alkalmas viszonyok közt *igen jól megfelel*.

Annak a hiánynak a kiküszöbölésére, hogy a *Pressler*-féle iránypont gyakran a fa koronarészébe esik s vagy nem látható, vagy a szétágazott koronában már egyáltalán fel sem található, *Wimmenauer* az iránypont helyéül a törzsnek azt a keresztszelvényét ajánlotta, amelynek az átmérője az alapátmérőnek 0·7 része[3]. Ha az így kapott iránymagasságot *H*-tel jelöljük, a törzs köbtartalmát ez a képlet szolgáltatja:

$$v = g. H'$$

Az eljárás, bármily egyszerű a képlet maga, a hozzá szükséges adatok megszerzésének nehézkessége miatt nem mondható gyakorlatiasnak.

[1] Részletes ismertetését lásd *Pressler* művében: Gesetz der Stammbildung, Leipzig 1865, 143. old., továbbá *Kunze* erdőbecsléstanában (141. old.) és *Müller* erdőbecsléstanának 1. kiadásában (197. old.).

[2] *Kunze* erdőbecsléstana 144. old., *Müller* erdőbecsléstana (2. kiad.) 207. old.

[3] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1890, 130. old.

III. Az alakszám alkalmazása

1. Az alakszám fogalma és nemei

Alakszám alatt a fatörzs köbtartalmának olyan henger köbtartalmához való viszonyát értjük, amely hengernek a magassága a törzs magasságával, alapsíkja pedig a törzs valamely keresztszelvényével egyenlő (alaphenger). Ezt a viszonyszámot, mely a dolog természeténél fogva mindig kisebb az egységnél, tizedestört alakjában szoktuk kifejezni és f betűvel jelöljük (forma). Ha V a törzs, V_h az alaphenger köbtartalmát jelenti, akkor az alakszám:

$$f = \frac{V}{V_h}$$

s minthogy a henger köbtartalma:

$$V_h = g \,.\, h,$$

ennélfogva

$$f = \frac{V}{g \,.\, h} \qquad (1)$$

Ha pedig az alakszámot ismerjük s a $g \,.\, h$ értékét közvetlen mérések alapján meghatározzuk, módunkban van a *törzs köbtartalmát* magát kiszámítani. Az (1) alatti képletből ugyanis:

$$V = g \,.\, h \,.\, f. \qquad (2)$$

De tudjuk azt, hogy a fa alakja nem állandó s ezért az alakszám azonos magasság és keresztszelvény esetén is erősen változhatik a fafaj, a kor, a termőhely, a faállomány sűrűsége stb. szerint. Ezért, ha az alkalmazandó alakszámot helyesen akarjuk megválasztani, mindezekre a kellő figyelemmel kell lennünk. Ha a tenyészeti tényezők egyeznek, az alakszám főképpen a magasság és az átmérő függvényének tekinthető. Az egyes tényezőknek az alakszámra tett hatását igen kiterjedt kísérletek alapján tanulmányozták. Az eredményeket azután *alakszámtáblázatokban* foglalták össze. Ezekben az adatok úgy vannak csoportosítva, hogy bennük a megfelelő alakszám az irányító tényezők előzetes megállapítása után megtalálható legyen. Az ilyen táblázatok alakjának sokféle változata lehet, egyrészt magának az alakszámnak a természete szerint, másrészt aszerint, amint az egyes szerzők a csoportosításnál másmás rendszert követtek. A cél azonban mindig ugyanaz marad: megadni azt a tényezőt (f), mellyel az alaphenger (gh) köbtartalmát szoroznunk kell, hogy a törzs (illetőleg összes- vagy vastagfa stb.) köbtartalmát megkapjuk.

Az átlagos adatokat magukban foglaló alakszámtáblázatok használatától *egyes* fákra nézve nem várhatunk pontos eredményt. Meg fogunk azonban ismerkedni olyan gyakorlati eljárásokkal is, amelyek az egyes törzseknek megfelelő *különleges* alakszámok meghatározására alkalmasak. Ezeknek az alkalmazása többnyire körülményesebb.

Ezzel az alakszám használatának a lényegével nagy általánosságban megismerkedtünk. A (2) alatti képlettel az erdőbecsléstan későbbi fejezeteiben is gyakran fogunk találkozni, mint fontos alapképlettel. Ez a fatömeg becslésében általános jelentőségű képlet, s némiképp változott értelemben, illetőleg közvetett alakban a faállomány fatömegének a megbecslésében is lényeges része van. A faállomány *szerkezetének* felderítésében pedig egyenesen a kiindulás alapjául szolgál.

Fentebb az alakszám fogalmának a megvilágításához abból az arányból indultunk ki, amely a *törzs* és az alaphenger közt áll fenn *(törzsalakszám* $= f_t$*)*. Meghatározhatjuk azonban ezt a viszonyszámot a fa összes tuskófeletti részeire, vagy csak a 7 cm-nél vastagabb részekre, illetőleg csak az ágakra vagy a 7 cm-nél vékonyabb részekre nézve is. Ha a törzs és az összes ágak összes fatömegét osztjuk az alaphenger köbtartalmával, nyerjük az *összesfa-alakszámot* (vagy egyszerűen: *faalakszámot)* ($f_ö$), a 7 cm-nél vastagabb törzs és ágrészek osztása útján a *vastagfaalakszámot* (f_{va}), tisztán az ágak fatömegének az osztásával az *ágalakszámot* ($f_á$) és végül a 7 cm-nél vékonyabb törzs- és ágrészek osztásával a *vékonyfa- vagy rőzsefaalakszámot* ($f_{vé}$). Ha a faalakszámból levonjuk a törzsalakszámot, akkor az ágalakszámot kapjuk:

$$f_á = f_ö - f_t$$

ha pedig a vastagfa alakszámát vonjuk le, akkor a vékonyfaalakszámot kapjuk:

$$f_{vé} = f_ö - f_{va}$$

Jogosultsága az *alakszám* kifejezésének tulajdonképpen csak a törzsre nézve van, mert hiszen az alakot magát csakis erre nézve tudjuk az alakszám szerint némi valószínűséggel megítélni; az ág- és rőzsefa alakjára azonban az alakszámból semmiféle következtetést nem vonhatunk. Ezekre vonatkozólag tehát tulajdonképpen helyesebb volna egyszerűen ág- és rőzsefa *viszonyszámról* beszélni. És valóban, vannak is tapasztalati táblázataink, amelyek *ág-, illetőleg rőzsefaszázalékok* neve alatt ilyenfajta viszonyszámokat foglalnak magukban, ezek azonban nem az alaphengerre, hanem többnyire a vastagfára vonatkoznak. Hasonlóképpen százalékokban fejezhetjük ki a tuskó- és gyökérfa fatömegét is. Az alaphengerre vonatkoztatott viszonyszámot, meggyökeresedett szokás szerint, mindig alakszámnak nevezik, s ezért ettől ezen a helyen sem kívánunk eltérni, bár ennek az elnevezésnek nincs is mindig okszerű alapja.

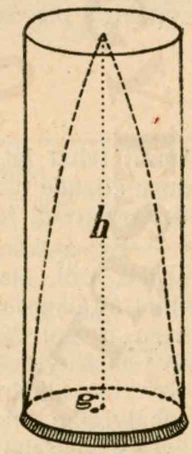
Az alakszámnak három faját különböztetjük meg: a *tőalakszámot* (f'), a valódi *alakszámot* (f'') és a *mellmagassági* (vagy nem valódi) alakszámot (f). Ezekkel az alábbiakban külön-külön, részletesen fogunk foglalkozni.

Az alakszámok nemeinek a megkülönböztetése az alaphenger természetéből indul ki. Az alaphenger magassága (h) ugyanis *minden esetben egyenlő a fa egész (tuskófeletti) magasságával*, átmérője, illetőleg alapsíkja: (g) azonban különféle elvek szerint választható, s eszerint a $\dfrac{v}{g\,.\,h}$ értéke is változik, amint az alakszámok különböző alakjairól van szó.

A tőalakszám meghatározásához az alaphenger alapsíkját a törzs *vágáslapjával* vesszük egyenlőnek. A valódi alakszámra nézve a g értékét annak a keresztmetszetnek a területe adja, mely a törzs magasságának valamely megszabott hányadában (pl. $\frac{1}{20}$ részében) fekszik. Végül a mellmagassági alakszám kiszámítása az alaphenger átmérőjének a *mellmagassági átmérőt* tekinti.

2. A tőalakszám és használata

A *tőalakszám* (vagy *abszolútus alakszám)* jele: f'. Lényegével már az előző pontban megismerkedtünk. Ha a törzs hosszát (s egyszersmind az alaphenger magasságát) h-val, alapsíkját g-vel, köbtartalmát v-vel jelöljük (74. ábra) akkor:



74. ábra. A tőalakszám kiszámításához szolgáló henger alapsíkja összeesik a kúp alapsíkjával (a fa vágáslapjával)

$$f' = \frac{v}{gh}$$

Számítsuk ki azoknak a forgási testeknek a tőalakszámát, amelyekkel a testmértani részben foglalkoztunk. *Az Apollóniusz-féle paraboloid* köbtartalma:

$$V_p = \frac{1}{2} g_0 h$$

Ezt az értéket helyettesítve f' fennebbi képletébe:

$$f'_p = \frac{\frac{1}{2} g_0 h}{g_0 h} = \frac{1}{2} = 0{\cdot}500.$$

Az egyenesoldalú kúp tőalakszáma ugyanígy:

$$f'_e = \frac{\frac{1}{3} g_0 h}{g_0 h} = \frac{1}{3} = 0{\cdot}333.$$

A neiloidé pedig:

$$f_n = \frac{\frac{1}{4} g_0 h}{g_0 h} = \frac{1}{4} = 0{\cdot}250.$$

Éppenígy meghatározhatjuk a *henger* tőalakszámát is:

$$f_h = \frac{g_0 h}{g_0 h} = 1{\cdot}000.$$

Amint tehát látjuk, minden jellegzetes forgási testnek meg van a maga *állandó* tőalakszáma, mely mind a magasságtól, mind az alapsík területétől *független.*

Ez a körülmény a tőalakszám gyakorlati használhatósága mellett szól. Mert mennél kevesebb tényezőtől függ az alakszám, annál általánosabb érvényű az és ehhezképest annyival egyszerűbb maga az alakszámtáblázat is. Az egyszerűség pedig már magábanvéve is lényeges gyakorlati előny. Sajnos azonban, a tőalakszám közvetlen alkalmazása elé akadályt gördít a fatörzs talprészének szabálytalan alakja. Tudjuk, hogy a nagyobbméretű, idősebb törzsek vágáslapjának keresztmetszete gyakran nagyon is eltér a kör alakjától s ezért átmérőjét megbízhatóan megállapítani nem igen tudjuk. Kisebb mértékben bár, meg van ez a szabálytalanságra való hajlandóság a fiatalabb fákon is. Annyi bizonyos, hogy (az elágazó koronát nem tekintve) a törzs legalsó része a legszabálytalanabb növésű. Ezért a testmértani köböző képletek közül sem tanácsos alkalmazni azokat (t. i. az *egész törzs* köbözésére), amelyek az alapsík területét vagy átmérőjét is magukban foglalják. Ennek a hiánynak a kiküszöbölésére többen tettek kísérletet. Sikerült is célt érniük, bár az egyszerűség rovására. Az eredményekre az alábbiakban számolunk be.

α Riniker tőalakszáma[1]

Riniker svájci főerdész azt az eszmét vetette fel, hogy a tőalakszám ne az egész törzsre vonatkoztattassék, hanem csak a mérőpont fölötti részre. A mérőpont ott fekszik, ahol a fa terpeszkedése (és ezzel együtt szabálytalansága is) megszűnik. Gyakorlati okokból legcélszerűbb azt a *mellmagasságra* (a talajtól 130 centiméternyire) vonatkoztatni.

A mérőpont alatti rész köbtartalmát azután külön kell kiszámítani és a felső részhez hozzáadni, hogy a törzs egész köbtartalmát kapjuk. Ez a kiszámítás történhetik a talprész középátmérőjének és hosszának (m) figyelembevételével (a hengertábla szerint), vagy pedig úgy, hogy a *mellmagassági* átmérőnek és hosszúságnak megfelelő henger ($g_{1\cdot3} \cdot m$) köbtartalmát az illető átszámítási tényezővel (ψ) megszorozzuk.

Riniker maga csak kevés kísérleti adatot közölt. Utána még *Guttenbergnek*,[2] *Weisenak*[3], *Metzgernek*[4] és *Kunzenak*[5] jelentek meg erre vonatkozó közleményei. A legterjedelmesebb alapanyag feldolgozásának eredményeit *Kunze* ismerteti. Erdeifenyőre vonatkozó törzsalakszámtáblázatát az alábbiakban mutatjuk be.

Kunze tőalakszámai erdei fenyőre

Korosztály	Tényező	Mellmagassági átmérő centiméterekben												
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
21—60 év	$f' =$	0·460	0·433	0·421	0·413	0·408	0·405	0·402	—	—	—	—	—	—
	$\psi =$	1·331	1·260	1·229	1·210	1·197	1·188	1·180	—	—	—	—	—	—
61—100 év	$f' =$	—	0·438	0·426	0·418	0·413	0·410	0·407	0·405	0·403	0·401	0·400	—	—
	$\psi =$	—	1·284	1·241	1·215	1·198	1·185	1·175	1·167	1·160	1·154	1·149	—	—
101—140 év	$f' =$	—	—	0·445	0·437	0·431	0·427	0·424	0·421	0·419	0·417	0·416	0·415	0·413
	$\psi =$	—	—	1·205	1·183	1·167	1·156	1·147	1·140	1·135	1·130	1·126	1·122	1·119

Példa a tőalakszám használatára. A köbözendő 90 éves erdeifenyő mellmagassági átmérőjét 37 cm-nek, magasságát (a vágáslaptól a csúcsig) 36 méternek találtuk volna. A vágáslap és a mellmagassági keresztszelvény távolsága (a talprész hossza) 1 m. Mennyi a törzs köbtartalma?

[1] *Hans Riniker:* Über Baumform und Bestandesmasse. Aarau, 1873.

[2] Österreichische Vierteljahresschrift für Forstwesen 1885, 209. lap és 1888, 97. lap.

[3] Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1881, 371. lap.

[4] Mündener forstliche Hefte 1894, VI. füz. 87. lap.

[5] Tharandter forstliches Jahrbuch 1896, Suppl. VII. 23. lap (az erdei fenyőre) és 1899, Suppl. VIII. 22. lap (a lucfenyőre).

A mellmagasságon felüli rész alakszáma a táblázat szerint 0·407, a 36 — 1 = 35 m magas alaphenger köbtartalma pedig (a hengertábla szerint) 3·763 m³, eszerint a szóbanforgó törzsrész fatömege:

$$v_1 = 3{\cdot}763 \times 0{\cdot}407 = 1{\cdot}532 \text{ m}^3.$$

A talprész fatömege: $v_2 = 0{\cdot}107 \times 1{\cdot}175 = 0{\cdot}126$ m³.
(azaz a hengertáblából 37 cm átmérőre és 1 m hosszra kiolvasott köbtartalom, szorozva a ψ szorzótényezővel).

Az egész törzs köbtartalma pedig: **1·658 m³.**

σ *Speidel* tőalakszámai (Bodenhöhenformzahl)[1]

Speidel tanár *Riniker* tőalakszámait két szempontból kifogásolta. Gyakorlati szempontból azért, mert az eljárás körülményes, az elmélet szempontjából pedig azért, mert a talprész hatása az egész törzs alakjára Riniker alakszámaiban nem jut kifejezésre. A vastagságot a gyakorlatban célszerűségi okokból mindig 1·3 m magasságban mérik s azért a talprésznek az egész törzs hosszához való aránya a fák magassága szerint változó. Ennek következtében, ha a különböző hosszúságú fák alakgörbéje máskülönben teljesen azonos is, a mérőpont feletti rész alakszáma mégsem egyezhetik.

Ezeknek a hiányoknak a kiküszöbölésére *Speidel* a következő eljárást ajánlja.

Ne osztassék a törzs két részre, mint a *Riniker* eljárása kívánja, hanem egy darabban köböztessék. Minthogy azonban a vágáslap igen szabálytalan, ahelyett a köbözendő forgási test (illetőleg az alaphenger) alapjául az a képzelt körlap tétessék, amelyet a törzzsel egyenlő magasságú és mellmagassági átmérőjű Apollóniusz-féle paraboloidra nézve számítás útján határozhatnánk meg. A fatörzsnek az alsó részét tehát csonka paraboloidnak tekinthetjük, melynek alapja az előbb említett képzelt körlap, tetőlapja pedig a törzs mellmagassági keresztszelvénye. A terpeszkedési fapalástot, mely a gyakorlat szempontjából értéktelen, nem vesszük számításba.

A képlet gyakorlati alkalmazása megkívánja: 1. a mellmagassági átmérő és a teljes magasság megmérését; 2. az alaphenger köbtartalmának a hengertáblában való megkeresését; 3. ennek az alakszámmal való szorzását. Megjegyzendő, hogy alakszámtáblát *Speidel* maga nem állított össze.

Amint ezekből látjuk, *Speidel* eljárása, ha megfelelő táblázatokkal rendelkeznénk, valamivel egyszerűbb volna, mint a *Rinikeré*. Minthogy azonban ilyen alakszámtáblázatunk nincs, a Speidel-féle tőalakszámok gyakorlati alkalmazásáról sem lehet szó.

[1] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1894, 311. lap.

A tőalakszámnak meg van az az elméleti előnye, hogy ugyanarra a kúpfajra nézve állandónak és a *magasságtól független*nek tekinthető. Ez az előnye azonban a gyakorlatban nem érvényesülhet, mert a fa magasságát úgyis mindenképpen meg kell mérnünk, hogy annak az alapján az alaphenger köbtartalmát meghatározhassuk. Más gyakorlati előnye tehát nem igen marad, mint az, hogy az alakszámtáblázat — a később tárgyalandó *mellmagassági* alakszámok táblázatával szemben — rövidebbre fogható. Nem kell ugyanis benne az adatokat a magasságok szerint is csoportosítani. A *Riniker*-féle tőalakszámok használata azonban a *két részletben* való köbözés miatt körülményes, a *Speidel*-féléké pedig a különleges táblázatok hiánya és jövőbeli elkészítésük kilátástalansága folytán tárgytalan. Ezért a gyakorlatban a tőalakszámokat általában nem használják. A fentebb közölt *Kunze*-féléken kívül más, használható alakszámtáblázatokat a szakirodalom nem is ismer. Ezek azonban csak a törzsfára vonatkoznak, vastagfát tárgyaló tőalakszámtáblázatok eddig nem készültek, holott ilyenekre gyakrabban van szükség. Valószínű, hogy a tőalakszámok minden elméleti előnyük és jogosultságuk ellenére sem fognak nagyobb tért hódítani s nem fogják az elméletileg kevésbbé megfelelő, de a gyakorlatban jobban bevált *mellmagassági* alakszámokat (lásd 233. o.) a használatból kiszorítani.

3. A valódi alakszám (f'') és használata

a) Elmélet

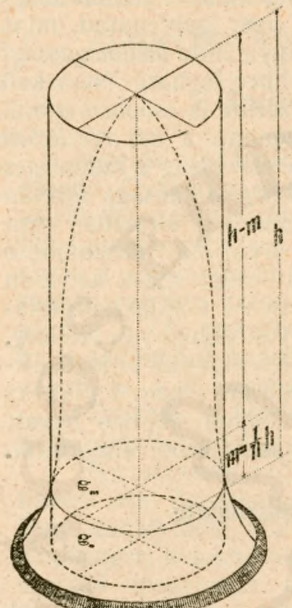
A valódi alakszám lényegét először *Smalian* fejtette ki,[1] nevét azonban *Presslertől* kapta.

A tőalakszám *közvetlen* alkalmazásának legnagyobb akadálya, amint fentebb kifejtettük, a fatörzs talpának a szabálytalansága. Ha számításainkat megbízható alapra kívánjuk fektetni, ott kell az alaphenger átmérőjét mérnünk, ahol a terpeszkedés megszűnik, ahol tehát a talprész szabálytalanságai már nem érezhetők. Hogy pedig az alakszám a hasonló alakú törzsekre nézve *állandó* legyen, szükséges, hogy az átmérőt mindig a magasságnak határozott hányadában (pl. $\frac{1}{20}$ részében) mérjük (l. a 75. ábra), ellenkező esetben a mérőpont magasságának a fa egész hosszához való viszonya szerint az alakszámnak is változnia kell.

[1] *Smalian:* Beitrag zur Holzmesskunst. Stralsund 1837, 67. lap és Anleitung zur Feststellung der Waldzustände, 1840.

A valódi alakszámnak éppen az a legfőbb elméleti előnye, hogy — hasonlóan a tőalakszámhoz — ugyanarra a kúpfajra nézve állandó és így a magasságtól *független*.

Ezt a következő módon bizonyíthatjuk be.



75. ábra. A valódi alakszám kiszámításához szolgáló henger alapsíkja a kúp magasságának 1/n részében fekvő keresztszelvénnyel egyenlő.

Az Apollóniusz-féle paraboloid köbtartalma a tőalakszámmal kifejezve

$$V_p = g_0 \,.\, h \,.\, f'_p.$$

Ha ezt a köbtartalmat osztjuk annak a kúpnak a köbtartalmával, melynek magassága a kúp magasságával, átmérője a kúp hosszának $\frac{1}{n}$ részében (tehát a vágáslaptól $h - \frac{h}{n} = m$ távolságban) fekvő átmérőjével egyenlő (l. a 75. ábrát), kapjuk a paraboloid *valódi* alakszámát (f''_p). Tehát :

$$f''_p = \frac{g_0 \,.\, h \,.\, f'_p}{g_m \,.\, h}.$$

Éppenúgy az egyenesoldalú kúpra :

$$f''_e = \frac{g_0 \,.\, h \,.\, f'_e}{g_m \,.\, h}$$

és a neiloidra :

$$f''_n = \frac{g_0 \,.\, h \,.\, f'_n}{g_m \,.\, h}.$$

Ha fentebbi képlet tényezői állandók, akkor az egyes kúpfajok valódi alakszáma is változatlan. A h a számlálóban is, nevezőben is ott van, tehát a tört értékére nincs hatása. Az f' szintén bármely kúpfajra nézve állandó (224 lap.), tehát csak a $\frac{g_0}{g_m}$ állandóságát kell még bebizonyítanunk.

A kúpok keresztszelvényeinek területe és a csúcstól való távolságaik közt fennálló viszony értelmében (32. lap):

1. Az Apollóniusz-féle paraboloidra nézve :

$$\frac{g_0}{g_m} = \frac{h}{h-m} = \frac{1}{1-\frac{m}{h}}.$$

2. Az egyenesoldalú kúpra :

$$\frac{g_0}{g_m} = \frac{h^2}{(h-m)^2} = \left(\frac{1}{1-\frac{m}{h}}\right)^2.$$

3. A neiloidra :

$$\frac{g_0}{g_m} = \frac{h^3}{(h = m)^3} = \left(\frac{1}{1 - \frac{m}{h}}\right)^3,$$

de l. az ábrát) :

$$m = \frac{1}{n} h$$

s így az 1—3. alatti törtek nevezőjében

$$\frac{m}{h} = \frac{1}{n}.$$

Az $\frac{1}{n}$ kifejezés pedig *állandó*, mert hiszen a valódi alakszámok használata éppen ebből a feltételből indul ki. Elméletileg tehát be van bizonyítva, hogy a valódi alakszám, azonos kúpalakot feltételezve, *állandó és a magasságtól független.*

Könnyű belátnunk, hogy *a tőalakszám sem más*, mint a valódi alakszám különleges esete. Ha t. i. az $\frac{1}{n}$ tört nevezőjében :

$$n = \infty$$

s így maga

$$\frac{1}{n} = 0$$

azaz, ha a törzs átmérőjét a vágáslapon mérjük, a tőalakszám feltételének felelünk meg. Így egyszersmind ezen az úton is bebizonyítást nyer a tőalakszám állandósága.

A valódi alakszám gyakorlati alkalmazásának legbuzgóbb előharcosa *Pressler Róbert* tharandi tanár volt. Ő sokat foglalkozott ezzel a tárggyal[1] és erős meggyőződéssel hirdette a valódi alakszám előnyeit a mellmagassági alakszámmal szemben. Szerinte minden fafajra nézve elég néhány alakosztály állítani fel s ha a köbözendő fatörzs hovatartozandóságát helyesen ítéltük meg, az alakszám jó eredményt ad, mert ugyanabban az alakosztályban nem ingadozhatik erősebben. Ezeket az alakszámokat a *korral* hozta szoros

[1] Tharandter forstliches Jahrbuch, 9. kötet, 16. lap, Gesetz der Stammbildung, Leipzig, 1865. 117. lap és sok más műve.

összefüggésbe, abból indulván ki, hogy mennél idősebb a fa, annál *teltebb* (vagy *telidedebb)* az alakja, (azaz annál jobban megközelíti a hengerét). Összesen öt telidedségi fokot különböztetett meg, s annak megfelelően szerkesztette az alábbi alakszámtáblázatot:

Pressler valódi alakszámai [1]

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{20}$$

Kor ([2])	fiatal $\left(\frac{1}{4}A\right)$	közepes $\left(\frac{1}{2}A\right)$	idős (A)	túlkoros $\left(1\frac{1}{2}A\right)$	
Alosztály vagyis	I. nagyon megcsappanó	II. meglehetős megcsappanó	III. közepes	IV. telt	V. igen telt
Jegenyefenyő	42^{10}	45^{9}	48^{8}	52^{7}	56^{6}
Lucfenyő	41^{8}	43^{9}	46^{8}	49^{8}	53^{7}
Erdeifenyő	40^{12}	43^{10}	46^{8}	50^{7}	56^{6}
Vörösfenyő	40^{9}	42^{9}	44^{8}	47^{7}	50^{6}
Bükk	40^{15}	44^{14}	47^{13}	51^{12}	55^{11}
Tölgy	40^{15}	43^{15}	46^{14}	50^{14}	53^{13}
Éger	42^{11}	45^{10}	48^{10}	52^{9}	55^{8}
Nyír	40^{9}	42^{9}	44^{8}	46^{7}	49^{7}

A szil, juhar, kőris, rezgőnyár, fűz: valószínűleg az éger és nyár közt.

Ebben a nagyobb számok a törzsalakszámot, a hatványkitevő alakjában feltüntetett kisebb számok pedig az ágalakszámot jelentik *(százalékokban* kifejezve). A kettő összegezve adja a faalakszámot.

Amint látjuk, *Pressler* táblázata igen egyszerű. Néhány sorban valamennyi fontosabb erdei fafaj alakszámai adva vannak, s a becslő nem nagy fáradsággal akár emlékezetében is tarthatja azokat az adatokat, amelyekre az adott viszonyok közt szüksége

[1] L. az idézett munka 131. lapját.

[2] *Pressler* a *szabályos erdőgazdasági kor* alatt azt a kort értette, melyben az átlagos évi növedék a legnagyobb. Ezt a kort *A*-val jelölte. Ez szerinte

a lucfenyőre nézve	60	és	100	év	között	van
az erdei fenyőre	50	«	100	«	«	«
a jegf. és bükkre nézve	70	«	130	«	«	«
a vörösfenyőre és égerre nézve	40	«	80	«	«	«
a tölgyre nézve	80	«	160	«	«	«
a nyírre nézve	30	«	60	«	«	«

lehet. Csak a kort kell hozzávetően meghatározni, hogy a megfelelő alakszámot kiválaszthassuk, illetőleg szükség esetén közbesítéssel kiszámítsuk. Ezzel szorozzuk aztán az alaphenger köbtartalmát, hogy a kívánt fatömeget kapjuk.

Példa. Meghatározandó valamely 60 éves lucfenyő fatömege az alakszámmal. A fa magasságát (magasságmérővel) 22 m-nek találtuk.

22-nek 1/20 része : 1·1. Tehát az átmérőt a föld színe fölött 110 cm magasságban kell mérnünk. Legyen ez az átmérő 30 cm. Az alaphenger köbtartalma tehát (a hengertábla szerint) 1·555 cm³.

a törzsfa köbtartalma	$1·555 \times 0·46$	$= 0·715$ m³
az ágfa köbtartalma	$1·555 \times 0·08$	$= 0·124$ «
az összesfa köbtartalma ..	$1·555 \times 0·54$	$= 0·840$ «

Az átmérőnek a magassága 1/20 részében való mérése azonban gyakran kényelmetlen lehet. Ha a fa igen magas, akkor az átmérőt is túlságosan magasan (pl. a 40 m-es törzsét 2 m magasságban) kell mérnünk, viszont a rövidebb törzseken túlságos mélyen fekhetik az (a 10 méteres fákon pl. ½ méter magasságban). Ezen a hiányon melyet különösen *Heyer* kifogásolt,[1] *Kőnig* és *Klauprecht*[2] s maga *Pressler* is igyekezett segíteni különféle utakon. *Pressler* egyébként több mellékszabályt is ismertet a táblázatok helyes használatának biztosítása érdekében és az egyes fák külön alakszámának meghatározására is utasításokat ad, amelyekre azonban itt nem terjeszkedhetünk ki.

Mindent egybevetve megállapíthatjuk, hogy *Pressler* alakszámainak alkalmazása korántsem olyan egyszerű, amilyennek eleinte látszik. S bár helyesen kezelve, bizonyos körülmények közt kielégítő eredményeket érhetünk el velük,[3] több oknál fogva mégis elavultnak kell azokat tekintenünk és ezért immár csak szaktörténelmi jelentőségük van. A legnyomósabb ok errenézve a későbbi kutatásoknak az a több oldalról megerősített megállapítása, hogy a valódi alakszám nemcsak a kortól függ, hanem más tényezőktől is, *Pressler* alakosztályai tehát nem állanak biztos alapon. Két egyenlőkorú fa alakszáma igen lényegesen eltérhet egymástól, még ugyanazon a termőhelyen is. A magasságnak és vastagságnak is van némi, eddig még kellően fel nem derített hatása az alakszám változására. A záródás és alakszám közti összefüggések meg éppen szembetűnőek.[4]

[1] *Heyer:* Die Ermittelung der Masse, des Alters und des Zuwachses der Bestände. Dessau, 1852. 61. lap.

[2] *Klauprecht:* Die Holzmesskunst, Karlsruhe, 1842. 46. és 47. lap.

[3] Lásd *Schaal* vizsgálatait az Allgemeine Forst- und Jagdzeitung V. pótkötetében (141. lap.).

[4] Ezt különben *Pressler* is figyelembe vette, mikor a záródás különféle foka szerint módosításokat ajánlott.

De bebizonyult, hogy az a törvényszerűség, melyet *Pressler* a kor és alakszám közötti összefüggésre nézve megállapított, egyébként sem állhatja meg a helyét. Kiterjedt kutatásokat végzett ezen a téren *Baur*,[1] *Schuberg*[2] és különösen *Kunze*.[3]

Kunze valódi alakszámai

Fafaj	A koronató magassága (az egész magasság századrészeiben)	Korosztály év 21—40	41—60	61—80	81—100	101—120	121—140
1. Faalakszámok							
Erdeifenyő ...	—	0·509	0·487	0·475	0·492	0·503	0·522
Lucfenyő	—	0·675	0·641	0·605	0·588	0·571	0·567
Bükk	—	0·560	0·542	0·549	0·565	0·566	0·568
2. Törzsalakszámok							
Erdeifenyő ...	0·75 és több	0·419	0·421	0·426	0·433	0·456	0·462
	0·55—0·75	0·410	0·416	0·428	0·443	0·450	0·455
	0·35—0·55	0·397	0·398	0·429	0·443	—	—
Átlagosan ...	—	0·410	0·418	0·427	0·438	0·453	0·459
Lucfenyő	0·75 és több	0·517	0·518	0·524	0·523	0·510	0·523
	0·55—0·75	0·503	0·512	0·522	0·516	0·508	0·513
	0·35—0·55	0·478	0·492	0·511	0·508	0·500	0·502
	0·15—0·35	0·446	0·461	0·497	0·485	0·460	—
Átlagosan ...	—	0·494	0·509	0·521	0·517	0·507	0·514
Bükk	0·75 és több	0·460	0·458	0·482	—	0·492	0·519
	0·55—0·75	0·458	0·460	0·474	0·497	0·501	0·490
	0·35—0·55	0·444	0·447	0·459	0·461	0·480	0·484
	0·15—0·35	0·376	0·400	0·441	—	—	—
Átlagosan ...	—	0·452	0·455	0·470	0·482	0·494	0·491

[1] *Baur:* Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Berlin 1877. (*Presslerre* vonatkozó bírálat a 78. lapon) és Die Rotbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs u. Form, Berlin 1881. (*Pressler* alakszámainak bírálata a 169. lapon.)

[2] Aus deutschen Forsten I. Die Weisstanne stb. Tübingen 1888.

[3] Tharandter Forstliches Jahrbuch, Suppl. V. 1889, 6 lap. (erdeifenyő), 94 lap. (lúcfenyő) és Suppl. VI. 1890, 6. lap (bükk).

Példa Kunze valódi alakszámainak használatára. Valamely 90 éves lucfenyő magasságát 24 m-nek, koronatövének magasságát 15 méternek, átmérőjét 1,2 m magasságban 50 cm-nek találtuk. Mennyi a törzs fatömege?

A koronatő magassága az egész hosszúság századrészeiben kifejezve: $\frac{15}{24} = 0{,}63$, tehát a megfelelő alakszám:

$$f''_t = 0{\cdot}516$$

az alaphenger köbtartalma: $v_h = 4{\cdot}712 \text{ m}^3$,
tehát a törzs köbtartalma: $v_t = 4{\cdot}712 \times 0{\cdot}516 = \mathbf{2{\cdot}431} \text{ m}^3$

A valódi alakszámokat a gyakorlatban már ma nem igen használják. A kutatások ugyanis bebizonyították, hogy az a valóságban korántsem olyan állandó kifejezője a fa alakjának, amilyennek az elmélet alapján feltételezhetnők s így olyan rövidrefogott alakszámtáblázattól, mint a *Pressleré*, jó eredményeket nem várhatunk. Ha pedig terjedelmesebb táblázatot szerkesztünk, amely az összes ható tényezőkre kellő figyelemmel van, a rövidségben rejlő előny elesik. De az eljárás maga is körülményes, mert vagy a magasság $\frac{1}{n}$ részét kell minden esetben kiszámítanunk s fa tövétől lemérnünk, vagy kiigazító táblázathoz kell folyamodnunk. Ezért a német kísérleti állomások szövetkezete 1879-ben el is határozta a valódi alakszámokra vonatkozó további adatgyűjtés megszűntetését.[1]

Ezzel a valódi alakszámok voltaképpen már a történelmi múlté lettek.

4. A mellmagassági alakszám (f) és használata

a) *Elmélet*

A mellmagassági alakszámra nézve az alaphenger átmérője mindig a mellmagassági átmérővel egyenlő, tekintet nélkül a fa magasságára. A 75. rajzban feltüntetett hengert tehát csak akkor használhatnók fel a mellmagassági alakszám meghatározására, ha a mérőmagasság (*m*) éppen 130 cm-nek felelne meg.

A mellmagassági alakszám a fa magasságával — azonos alak esetén is — *változik.* Ezt ugyanazon az úton bizonyíthatjuk be, amelyen a valódi alakszám állandóságát állapították meg (288. lap).

[1] *Baur:* Die Holzmesskunde 4. kiad. Berlin, 1891. 202 lap.

A mellmagassági alakszám az Apollóniusz-féle paraboloidra nézve:

$$f = \frac{v_p}{g_{1 \cdot 3}\, h}$$

Ebben $g_{1 \cdot 3}$ a mellmagassági keresztszelvény területét jelenti. A paraboloid köbtartalma azonban:

$$v_p = g_0\, h\, f'_p$$

tehát

$$f = \frac{g_0\, h\, f'_p}{g_{1 \cdot 3}\, h} = \frac{g_0}{g_{1 \cdot 3}} f'_p$$

f'_p (a paraboloid tőalakszáma) azonban állandó, az f változása tehát csakis a $\frac{g_0}{g_{1 \cdot 3}}$ törttől függ. Tudjuk azonban (l. ugyanott), hogy

$$\frac{g_0}{g_m} = \frac{1}{1 - \frac{m}{h}}$$

illetőleg, minthogy $m = 1 \cdot 3\ m$

$$\frac{g_0}{g_m} = \frac{1}{1 - \frac{1.3\, m}{h}}$$

Mennél nagyobb h, annál kisebb a törtnek (s így a mellmagassági alakszámnak) az értéke és viszont. Ugyanez áll természetesen az egyeneskúpra, a neiloidra, illetőleg a fatörzs, az összesfa-és a vastagfa mellmagassági alakszámára nézve is.

b) *Gyakorlati alkalmazás*

A mellmagassági alakszámoknak megvan az az igen nagy előnyük, hogy az átmérőt mindig ugyanabban a magasásgban mérjük s ez az eljárást nagyon egyszerűsíti. Ezért a gyakorlatban ma már másféle alakszámot alig is használnak. Ez az oka annak, hogy a mellmagassági alakszámtáblázatok összeállításának szentelték a legtöbb munkát, különösen mióta a német erdészeti kísérleti állomások szövetsége a valódi alakszámokra vonatkozó vizsgálatokat végleg megszüntette. A német irodalom ilyen természetű munkákban igen gazdag. A főbb művek és irodalmi közlések jegyzékét a következőkben adjuk:[1]

[1] Régi írók: *Cotta* (Hilfstafeln für Forstwirte u. Forsttaxatoren), *König* (Forstmathematik 1835), *Hundeshagen* (Forstabschätzung, 1826), a *bajor* pénzügyminisztérium (Massentafeln zur Bestimmung des Inhaltes der vorzüglichsten teutschen Waldbäume, München 1846), *Ganghofer:* Der Praktische Holzrechner, III. kiadásában, Augsburg 1883. Itt emlékezhetünk meg a badeni táblákról is. (Erfahrungen über den Massenvorrat und Zuwachs geschlossener Hochwaldbestände, Karlsruhe 1862.)

1. *Fenyőerdő:*

Kunze: Tharandter Forstliches Jahrbuch, Suppl. II. 1. kötet (1881). Ebben 4638 törzs vizsgálatának az eredményét közli. 7797 törzsön végzett vizsgálatáról és a koronahányad hatásáról számol be továbbá a fentnevezett folyóirat 1890. évi V. és VI. pótkötetében (Supplement) és 1909. évi kötetében.

Schwappach: Formzahlen und Massentafeln für die Kiefer, Berlin, 1890. (17059 szászországi, poroszországi, hesseni, württembergi, bádeni és braunschweigi törzs.)

Wimmenauer: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1889, 221. lap (mintegy 3000 hesseni törzs).

Weise: Allg. Forst- und Jagdzeitung 1881 és Ertragstafeln für die Kiefer, Berlin, 1880.

Schiffel: Form und Inhalt der Weissföhre. Wien, 1907 (947 ausztriai törzs)

2. *Lúcfenyő:*

Baur: Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form (Berlin, 1876) (1600 württembergi törzs).

Lorey: Über Baummassentafeln. Tübingen, 1882 (2902 württembergi törzs) és Ertragstafeln für die Fichte, Frankfurt, 1899 (csak faállományalakszámok).

Kunze: Tharandter Forstliches Jahrbuch, Suppl. II. köt. 1. füz. 1881 (7077, illetőleg 997 szászországi törzs).

Baur: Formzahlen und Massentafeln für die Fichte. Berlin, 1890 (22757 németországi törzs).

Fekete Lajos: Erdészeti kísérletek 1901, 37. lap. (223 véporhegységi átlagtörzs, kitűnő termőhelyekről.)

Schiffel: Form und Inhalt der Fichte, Wien, 1899 (az *alakhányados* szerint 2529 csehországi, tiroli, sziléziai, salzburgi és felsősziléziai törzs alapján).

Guttenberg: Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge (csak magashegységi ausztriai törzsek alapján).

3. *Jegenyefenyő:*

Schuberg: Aus deutschen Forsten. I. Die Weistanne bei Erziehung in geschlossenen Beständen. Tübingen, 1888 (2760 badeni törzs).

Schuberg: Formzahlen und Massentafeln für die Weisstanne, Berlin, 1891. (5643 németországi törzs).

Lorey: Ertragstafeln für die Weisstanne, Frankfurt, 1884. és II. kiad. 1897. (csak faállomány-alakszámok).

Fekete Lajos: Erdészeti Kísérletek, 1905, 75. lap (856 horvátországi törzs).

Schiffel: Form und Inhalt der Tanne, Wien, 1908 (az alakhányados szerint, 601 alsóausztriai, bukovinai és krajnai törzs alapján).

Kunze: Unechte Schaftformzahlen und Astholzgehalte der mitteldeutschen Weisstanne, Berlin, 1907 és 1909.

4. Vörösfenyő:

Schiffel: Form und Inhalt der Lärche, Wien, 1905 (az *alakhányados* szerint 818 tiroli, sziléziai, stájerországi és felsőausztriai törzs alapján).

5. Bükk:

Baur: Die Rotbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form, Berlin 1881 (2127 württembergi törzs alapján).

Kunze: Tharandter Forstliches Jahrbuch 1890, Suppl. VI. 1. füz. (1536 törzs alapján).

Schwappach: Wachstum und Ertrag normaler Rothbuchenbestände, Berlin, 1893 (csak faállomány-alakszámok).

Schuberg: Aus deutschen Forsten. II. Die Rotbuche, Tübingen 1894 (1224 törzs alapján).

Horn: (kiadó : dr. Grunder) Formzahlen und Massentafeln für die Buche, Berlin, 1898 (12180 németországi törzs alapján).

Fekete Zoltán: Erdészeti Kísérletek, 1914, 334. lap (vastagfa-alakszámok 820 zsarnócakörnyéki adat alapján).

6. Feketefenyő:

K. Böhmerle: Formzahlen und Massentafeln für die Schwarzföhre, Wien, (6378 ausztriai törzs alapján).

7. Tölgy:

Schuberg: Hilfstafeln zur Inhaltsbestimmung von Bäumen und Beständen, Berlin, 1898 (822 törzs alapján).

Wimmenauer: Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1899, 299. lap (1152 hesseni törzs alapján).

Schwappach: Formzahlen und Massentafeln für die Eiche Berlin, 1905. (6069 németországi törzs).

Gayer: Allg. Forst- und Jagdzeitung 1912, 370. lap (középerdők főfáira),

8. Mezgés éger:

Schwappach: Untersuchungen über Zuwachs und Form der Schwarzerle. Neudamm 1902 (567 német próbatörzs).

9. Nyír:

Schwappach: Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1903, 9. füzet.

10. Kőris:

Gayer: Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1912, 370. lap (csak a középerdők főfáira).

11. Simafenyő:

Allg. Forst- und Jagdzeitung 1890, 206. lap és Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1890, 321. lap.

12. Akác:

Fekete Zoltán: Akácfa-tömegtáblák és szerfabecslési táblázatok, Sopron, 1935, 18. lap és Erdészeti Zsebnaptár 1943, 373. lap.

A legtöbb újabbkori *fatermési tábla* is foglal magában alakszámokat, azok azonban nem *egyes* fákra, hanem egész *faállományok átlagos* alakú törzsére (tehát képzelt, elvont természetű törzsekre) vonatkoznak. Használatukról csak a faállományok fatömegének meghatározásánál lesz szó.

A mellmagassági alakszám sok tényezőtől függ, azért az olyan alakszámtáblázatok, amelyek minden ilyen tényezőre kiterjeszkednek, jelentékeny terjedelmet öltenek. Ugyanarra a fafajra nézve, osztályozni kell az alakszámokat a kor, magasság, vastagság, koronahányad stb. szerint. Egyszerűbb a dolog, ha az alakszámokat a rendes gazdálkodás során általánosan elérhető záródásra vonatkoztatjuk. Ekkor elég, ha tág korosztályhatárok közt csak a vastagság és magasság szerint tüntetjük fel az alakszámokat. Ilyen alakszámtáblázat látható a 100 évesnél idősebb bükkre nézve alább. Igen jelentékenyen egyszerűsödik az alakszámtábla akkor, ha az alakszámok csupán csak a magasság függvényeképpen vannak benne feltüntetve (240. lap.). Minthogy azonban az alakszám egyenlő magasság esetén, s látszólag azonos tenyészeti viszonyok között is lényeges eltéréseket mutathat, a fatömeg becslésnek ettől a módjától, mint már fenntebb többször említettük, az egyesfára nézve pontos eredményt semmiképpen nem várhatunk, s a sok ezer adatból leszűrt átlagos alakszámokat csak ott alkalmazhatjuk sikerrel, ahol szintén sok törzs *átlagos* köbtartalmát keressük (tehát a faállományok becslésekor), de ott is csak azzal a feltétellel, hogy az illető faállomány általános viszonyai (kor, sűrűség stb.) megfelelnek az alakszámok alapanyagának a gyűjtéséhez felhasznált faállományok átlagos viszonyainak.

Megjegyzendő még, hogy a gyakorlatnak elsősorban a vastagfaalakszámokra van szüksége és ritkábban a faalakszámokra. A törzsalakszám kipuhatolásának inkább csak tudományos jelentősége van, ezért ilyen táblázatokat nem is mutatunk be.

Példa. Meghatározandó egy 120 éves bükk vastagfatömege az alakszámtábla szerint (238—239. lap).

Mindenekelőtt megmérjük a fa magasságát az odaképzelt *vágáslaptól* a csúcsig (tehát nem a föld színétől). Erre a célra magasságmérő műszert használunk. Ha léces magasságmérőt alkalmazunk (173. lap), a lécet tartsuk úgy, hogy alsó vége a vágáslap magasságába essék. Egyszersmind a mellmagassági (tehát a *földtől* 130 cm-re eső) átmérőt is meghatározzuk (az átlalóval). Legyen az alakszámtábla szerint az alakszám: $f = 0{\cdot}511$,

Magasság m	Mellmagassági átmérő (cm) 14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
12	456	458	459	461	462	463	464	464	465	466	466	467
13	461	463	465	468	469	470	471	471	472	472	473	474
14	465	468	470	473	474	475	476	477	478	478	479	479
15	469	472	475	478	479	480	481	481	482	483	483	483
16	472	476	478	481	483	484	484	485	486	486	487	487
17	475	479	481	484	485	486	487	488	489	490	491	493
18	478	481	484	487	487	488	490	491	492	493	493	494
19	480	483	486	489	490	491	492	493	494	495	496	496
20	282	485	488	490	491	494	494	495	496	497	498	498
21	484	487	489	492	493	494	495	496	497	498	500	500
22	485	488	491	493	494	496	497	498	499	500	501	502
23	487	490	492	494	496	497	498	499	500	501	502	503
24	488	491	493	496	497	498	499	500	501	502	503	505
25	489	492	494	497	498	499	500	501	502	503	505	506
26	—	493	495	498	499	500	501	502	503	504	506	507
27	—	494	496	498	499	501	502	503	504	505	507	508
28	—	—	497	499	500	502	503	504	505	506	507	509
29	—	—	497	500	501	502	503	505	506	507	508	510
30	—	—	—	500	502	503	504	505	507	508	509	510
31	—	—	—	501	502	504	505	506	507	508	510	511
32	—	—	—	501	503	504	505	507	508	509	510	511
33	—	—	—	—	503	505	506	507	508	509	511	512
34	—	—	—	—	504	505	506	507	509	510	511	513
35	—	—	—	—	—	—	507	508	509	510	511	513
36	—	—	—	—	—	—	—	—	509	510	512	513

az alaphenger köbtartalma pedig a hengertábla szerint : $v_h = 3{\cdot}518\ m^2$
s így a vastagfa köbtartalma :

$$v_{va} = 3{\cdot}518 \times 0{\cdot}511 = 1{\cdot}798\ m^3.$$

Különleges berendezésű alakszámtáblázatot készített *Schiffel* a lucfenyő ([2]), a vörösfenyő ([3]), erdeifenyő ([4]) és a jegenyefenyő ([5]) számára. Ezekben a táblázatokban az alakszámot a magasság

[1] A *vágáslaptól* a csúcsig.
[2] Form und Inhalt der Fichte. Wien 1899.
[3] « « « « Lärche. « 1905.
[4] « « « « Weissföhre.« 1907.
[5] « « « « Tanne. « 1908.

100 évesnél idősebb bükk számára[1]

kivonatosan)

Magasság	Mellmagassági átmérő (cm)											
m	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
12	468	469	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	474	475	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	480	481	481	482	—	—	—	—	—	—	—	—
15	484	485	485	486	—	—	—	—	—	—	—	—
16	488	489	489	490	490	491	491	492	492	—	—	—
17	492	492	493	493	494	495	495	496	496	497	497	—
18	495	495	496	497	497	498	498	499	499	500	500	501
19	497	498	498	499	500	500	501	502	502	503	503	504
20	499	500	501	501	502	503	503	504	505	505	506	506
21	501	502	503	503	504	505	505	506	507	507	508	508
22	503	504	504	505	506	507	507	508	509	510	510	511
23	504	505	506	507	508	508	509	510	511	511	512	513
24	506	507	507	508	509	510	511	511	512	513	514	515
25	507	508	508	510	510	511	511	512	513	514	515	516
26	508	509	509	511	512	513	513	514	515	516	517	518
27	509	510	510	512	513	514	515	515	516	517	518	519
28	510	511	511	513	514	515	516	517	518	519	520	521
29	511	512	512	514	515	516	517	518	519	520	521	522
30	512	513	513	515	516	517	518	519	520	521	522	523
31	512	513	514	516	517	518	519	520	521	522	523	524
32	513	514	514	516	517	518	519	520	521	522	523	524
33	513	514	515	517	518	519	520	521	522	523	524	525
34	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525
35	514	515	516	518	518	519	522	522	523	524	525	526
36	514	516	516	518	519	520	521	522	523	524	525	226

és az *alakhányados* figyelembevételével kell felkeresni. Az alakhányados (q) alatt [2] közönségesen a középátmérő (δ) és a mellmagassági átmérő ($d_{1 \cdot 3}$) viszonyszámát kell értenünk.

[1] *Fekete Zoltán:* A fatömegtáblák alkalmazásának gyakorlati méltatása, összehasonlító kísérletek alapján. Erd. Kísérl. 1914, 334. lap.

[2] Quotiens. Lényegében nem más ez, mint *Schuberg* alakviszonyszázaléka $\left(p = 100\,\frac{d}{D}\right)$, illetőleg átmérőhányadosa (Durchmesserquotinnt), melynek az alakszámmal kapcsolatos vonatkozásaival ő már 1891-ben (Formzahlen und Massentafeln für die Weisstanne) és később is, többek közt a tölgyre vonatkozó alakszámtáblázatában (Hilfstafeln zur Inhaltsberechnung von Bäumen und Beständen der Hauptholzarten, Berlin, 1898) foglalkozott. Lásd még *Kunze:* Neue methode zur raschen Berechnung der unechten Schaftformzahlen der Fichte und Kiefer. Dresden, 1891, 17. és 19. lap.

Mellmagassági alakszámok

Famagasság	Lúcf.[1]		Erdeif.[2]		Jegf.[3]		Bükk[4]		Tölgy[5]		Akác[6]		Fa-magasság
	vastagfa	összesfa	vastagfa	összesfa	vastagfa	összesfa	vastagfa	összesfa	vastagfa	összesfa	vastagfa	összesfa	
m	A l a k s z á m												m
	0·	0·	0·	0·	0·	0·	0·	0·	0·	0·	0·	0·	
5	00	97	07	93	—	97	—	84	—	—	—	—	5
6	10	89	14	84	—	89	—	80	19	83	—	86	6
7	18	85	21	78	31	83	01	75	22	73	27	77	7
8	27	81	27	73	35	79	07	72	26	67	35	72	8
9	33	77	33	68	42	76	14	69	29	65	38	68	9
10	38	75	36	65	47	73	20	66	33	63	40	65	10
11	42	73	40	63	50	71	28	64	38	62	41	63	11
12	45	70	44	61	51	69	37	62	42	61	42	61	12
13	48	69	47	59	52	68	41	61	44	60	43	59	13
14	49	67	48	58	53	67	43	60	46	59	44	58	14
15	50	66	48	57	53	65	44	59	47	59	44	56	15
16	51	65	48	56	53	65	46	58	48	58	44	55	16
17	51	64	47	55	53	64	47	58	49	58	45	54	17
18	51	63	47	54	53	63	47	58	49	58	45	53	18
19	51	62	47	53	53	63	48	57	50	57	45	53	19
20	51	62	46	53	53	62	48	57	51	57	45	52	20
21	51	61	46	52	53	62	49	57	51	57	44	51	21
22	51	60	46	52	53	61	49	57	51	57	44	50	22
23	51	59	45	51	52	60	49	57	51	57	44	50	23
24	50	58	45	51	52	60	49	57	51	57	44	49	24
25	50	58	45	50	52	59	50	57	52	57	44	49	25
26	49	57	45	50	51	59	50	56	52	57	44	48	26
27	49	56	45	50	51	58	50	56	52	57	44	48	27
28	49	55	45	50	51	58	50	56	52	57	44	47	28
29	48	55	45	49	50	57	50	56	52	56	44	47	29
30	48	54	45	49	50	56	50	56	52	56	43	47	30
31	47	53	46	49	49	56	50	56	52	56	43	47	31
32	47	52	46	49	49	55	50	56	52	56	43	46	32
33	46	52	46	49	48	54	50	56	52	56	43	46	33
34	46	51	46	49	47	54	—	—	53	56	43	46	34
35	46	51	—	—	47	53	—	—	53	56	43	46	35
36	45	50	—	—	47	52	—	—	53	56	—	—	36
37	45	49	—	—	46	51	—	—	53	56	—	—	37
38	44	49	—	—	45	50	—	—	53	56	—	—	38
39	44	48	—	—	45	49	—	—	53	55	—	—	39
40	43	48	—	—	44	48	—	—	53	55	—	—	40

[1] *Baur:* Lehrbuch der Holzmesskunde, IV. kiad. 180. lap.
[2] *Kunze:* Supplemente zur Tharander forstl. Jahrb. 1889, 21. lap.
[3] *Schuberg:* Formzahlen und Massentafeln für die Weisstanne, 1881, 45. lap.
[4] *Kunze:* Suppl. z. Th. forstl. Jahrbuch 1890, 13. lap.
[5] *Schwappach:* Formzahlen u. Massentafeln für die Eiche, 1905, 26. lap.
[6] *Fekete Zoltán* adatai. (V. ö. Akácfa-tömegtáblák, 1935, 19—20. lap.)

$$q = \frac{\delta}{d_{1\cdot3}}$$

Beszélhetünk még más természetű alakhányadosról is, például a törzs alsó vagy felső negyedében mért átmérőnek ($d_{1/4}$, illetőleg $d_{3/4}$) a mellmagassági átmérőhöz való viszonyáról). Ha különféle alakhányadosról van szó, a középátmérő viszonyszáma a q_2 jelzést kapja.

Schiffel jegenyefenyő-törzsalakszámainak kivonatos táblázatát itt mutatjuk be (242. o.). Az ilyen alakszámok gyakorlati alkalmazása a középátmérő előzetes meghatározását kívánja meg. Ez pedig csak megfelelő fatörzsmérővel történhetik sikeresen.

Nagy előnyük azonban az ilyen alakszámoknak, hogy *egyes* törzseket is megbízhatóan lehet velük köbözni, mert az alakhányados és az alakszám közt *igen szoros az összefüggés* (l. még a 245. lapon mondottakat).

Példa. Meghatározandó egy 26 m magas jegenyefenyőtörzs köbtartalma, melynek mellmagassági átmérőjét 40 cm-nek, középátmérőjét fatörzsmérővel 28 cm-nek találtuk.

Mindenekelőtt meg kell határoznunk az alakhányadost:

$$q = \frac{\delta}{d_{1\cdot3}} = \frac{28}{40} = 0\cdot70.$$

Ehhez képest az alakszám (a táblázatból kiolvasva):

$$f = 0\cdot486$$

az alaphenger (a hengertábla szerint):

$$v_h = 3\cdot267 \text{ m}^3,$$

tehát a törzs köbtartalma:

$$v_t = 3\cdot267 \times 0\cdot486 = \mathbf{1\cdot588\ m^3}$$

c) *A mellmagassági alakszám változásának törvényszerűsége*

a A fafaj

Az alábbi táblázat kivonatosan állítja egymás mellé a 240. oldalon közölt összefoglaló alakszámtáblázat adatait. Ennek segítségével könnyen összehasonlíthatjuk a különféle fafajok alakszámait.

Alakszám-összehasonlító táblázat

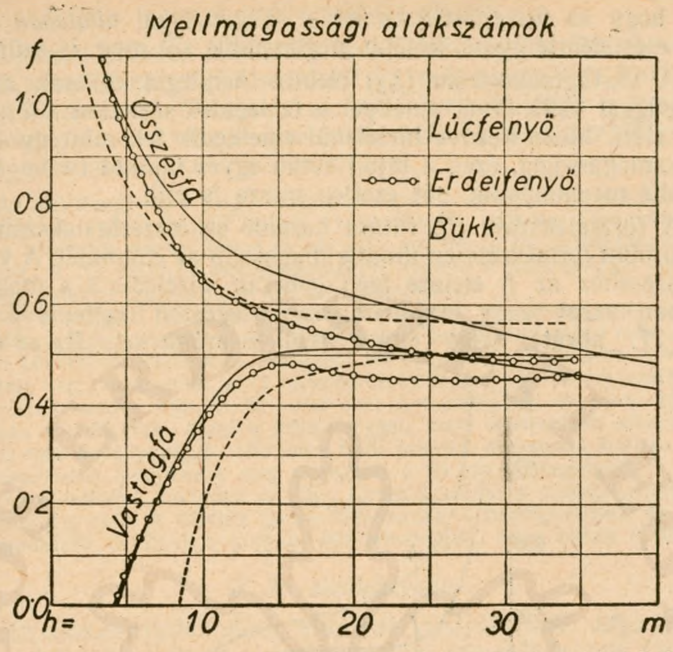
Fafaj	Összesfaalakszám			Vastagfaalakszám		
	magasság (m)					
	10	20	30	10	20	30
Lucfenyő	0·75	0·62	0·54	0·38	0·51	0·48
Jegenyefenyő..	0·73	0·62	0·56	0·47	0·53	0·50
Erdeifenyő	0·65	0·53	0·49	0·36	0·46	0·45
Tölgyek	0·63	0·57	0·56	0·33	0·51	0·52
Bükk	0·65	0·57	0·57	0·24	0·47	0·51
Akác	0·65	0·52	0·47	0·40	0·45	0·43

Schiffel jegenyefenyő törzsalakszámai

(0... kivonatosan)

Magasság	Alakhányados (q)													
m	0·58	0·60	0·62	0·64	0·66	0·68	0·70	0·72	0·74	0·76	0·78	0·80	0·82	0·84
6	463	478	493	507	522	536	552	567	582	597	613	629	645	661
7	448	464	479	493	509	524	540	555	570	586	602	618	635	650
8	437	452	468	483	499	514	530	546	562	577	593	610	626	642
9	429	445	460	475	492	507	523	539	555	571	587	604	621	637
10	422	438	455	469	486	501	517	534	550	565	582	599	616	622
11	416	432	449	464	481	496	513	529	545	561	578	595	612	628
12	412	428	444	460	476	492	509	526	541	557	574	591	609	625
13	408	424	441	456	473	489	506	522	538	554	571	589	606	622
14	404	421	438	453	470	486	503	520	536	552	569	587	603	620
15	401	418	435	450	467	483	500	517	533	550	567	584	601	618
16	399	415	432	448	465	481	498	515	531	548	565	582	599	616
17	396	413	430	446	463	479	496	513	530	546	563	580	598	614
18	394	411	428	444	461	477	495	512	528	544	562	579	596	613
19	393	410	426	443	460	476	493	510	527	543	560	578	595	612
20	391	408	425	441	458	475	492	509	525	542	559	576	594	610
21	389	407	424	440	457	473	490	508	524	541	558	575	593	609
22	388	405	422	439	456	472	489	507	523	540	557	574	592	609
23	387	404	421	437	455	471	488	506	522	539	556	574	591	608
24	386	403	420	436	454	470	487	505	521	538	555	573	590	607
25	385	402	419	435	453	469	487	504	520	537	554	572	590	606
26	384	401	418	435	452	468	486	503	520	536	554	571	589	606
27	383	400	418	434	451	468	485	503	519	536	553	571	588	605
28	382	399	417	433	450	467	484	502	518	535	552	570	588	604
29	381	399	416	432	450	466	484	501	518	534	552	570	587	604
30	381	398	415	432	449	466	483	501	517	534	551	569	587	603
31	380	397	415	431	449	465	483	500	517	533	550	569	586	603
32	379	397	414	431	448	465	482	500	516	533	550	568	586	602
33	379	396	414	430	447	464	482	499	516	532	550	568	585	602
34	378	396	413	430	447	464	481	499	515	532	549	567	585	602
35	378	395	413	429	447	463	481	498	515	532	549	567	585	601
36	377	395	412	429	446	463	480	498	515	531	549	567	584	601
37	377	394	412	428	446	462	480	497	514	531	548	566	584	601
38	376	394	411	428	445	462	480	497	514	530	548	566	584	600
39	376	393	411	427	445	462	479	497	514	530	548	566	583	600
40	375	393	410	427	445	461	479	496	513	530	547	565	583	600

A lúcfenyő, erdeifenyő és bükk összesfa- és vastagfaalakszámának változását a magassággal pedig szemléltetően mutatja be a 76. ábra.



76. ábra. A lúcfenyő alakszámai *Baurtól*, az erdeifenyőéi és a bükkéi *Kunzétól* származnak, a német erd. kísérleti állomások eredményeiből levezetve

Messzire vezetne, ha a különböző fafajok alakszámainak kölcsönös vonatkozásait más alapon is meg akarnók határozni (pl. azonos vastagság, koronahányad stb. feltételezésével). Erre a gyakorlat szempontjából nincs is szükség, ezért itt azt meg sem kíséreljük. Úgyszintén mellőzhetjük az egyes tölgyfajok alakszámkülönbségeit is.

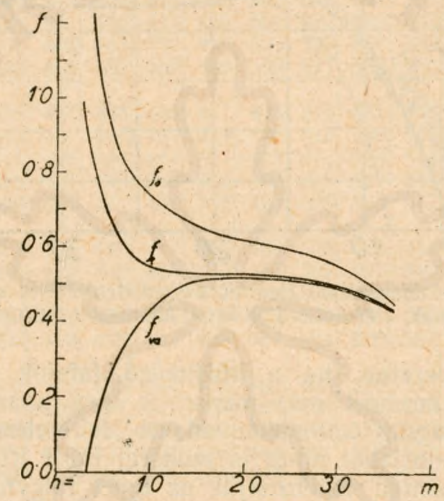
β A magasság

A mellmagassági alakszám és a famagasság összefüggése a fontosabb fafajokra nézve kitűnik a 240. oldalon közölt táblázatból, de még közvetlenebbül tanulmányozhatjuk azt, ha az alakszámok futását függvényábrán szemléljük. Így a 76. ábra a lucfenyő, az erdeifenyő és a bükk összesfa- és vastagfaalakszámait mutatja be. A fekvőtengely a magasság, az állótengely az alakszámértékek szerint van beosztva. Az ilyen ábrázolást az erdőbecslési módszerekkel kapcsolatban is igen gyakran alkalmazzuk, mert a törvényszerűségek felderítéséhez sokkal szemléltetőbb képet ad, mint a számsorok.

A 76. ábra szemlélete az első pillanatra felvilágosít minket arról, hogy az *összesfaalakszámok* a magassággal *általában* esnek. Ez az esés eleinte gyors, később meglassúdik, sőt meg is szűnhetik.

A vastagfaalakszám (f_{va}) eleinte nemleges és csak azzal a magassággal válik 0-vá, amellyel a fa legalsó szakasza a 7 cm átmérőt eléri. Innen kezdve hirtelenül emelkedik fel, mintegy 15—20 m csúcsmagasságig, ezen a tájon aztán egyes fajokra nézve többé-kevésbbé megállapodik, sőt esetleg vissza is esik.

A törzsalakszám (f_t) futása hasonló az összesfaalakszáméhoz, de az utóbbi természetesen mindig magasabb az előbbinél. A vastagfaalakszámhoz az f_t eleinte igen gyorsan közeledik s a magasabb korokban azzal vagy majdnem, vagy egészen egyenlővé válik (l. a 77. ábrát), vagy éppen felül is múlja azt. Ez az utóbbi



77. ábra. Az összesfa, törzsfa, és vastagfa alakszámainak egymáshoz való viszonya

eset inkább csak a lombféléknél fordul elő, s abban leli a magyarázatát, hogy a vastagfába nemcsak a törzsnek, hanem az ágaknak 7 cm-nél vastagabb részeit is beleszámítjuk. Ez a fatömeg az erősen ágas lombfán többre rúg, mint amennyi a törzsfával szemben a 7 cm-nél vékonyabb részek elhagyásával elesik. A tűlevelűek közül legfeljebb az idős erdeifenyőre nézve állhat fenn f_t és f_{va} közt hasonló viszony.

Hogy egyébként a törzsalakszámnak a fa magasságával fordított arányban kell változnia, az világos mennyiségtani magyarázatát találja a 233. oldalon adott fejtegetésekben is.

γ A mellmagassági átmérő

A német kísérleti állomások vizsgálatai alapján több-kevesebb sikerrel a mellmagassági átmérőnek az alakszámra tett hatását is ki lehetett mutatni. Minthogy az átmérővel általában a magasság is nő, azért minden magasságra külön-külön kellett a vastagsággal összefüggő változásokat tanulmányozni.

Az erdeifenyő és a tölgy összesfaalakszáma az átmérő vastagodásával emelkedik[1] a jegenyefenyőé esik,[2] a lucfenyőé teljesen bizonytalan,[3] a bükké a rövidebb növésű fákon eleinte esik, míg 9—12 cm vastagságtól kezdve emelkedik. A 23 méteres csúcsmagasságtól kezdve a vastagsággal állandóan emelkedik (eleinte gyorsabban, később lassabban).[4]

Az erdeifenyő és a tölgy *vastagfaalakszáma* a vastagsággal mindvégig emelkedik, a jegenyefenyőé és lucfenyőé eleinte emelkedik, aztán esik, a bükké pedig a következő értelemben változik: 60 éven alul a rövidebb növésű fák alakszáma végig emelkedik, a 17 méteren felüli fáké a 24—26 cm vastagságnál delel, onnan kezdve esik. A 61—100 éves korosztályban az alakszámgörbék hasonlóan viselkednek, azzal a különbséggel, hogy a rövidebb növésű fákra nézve is van delelőpontjuk. 100 éven felül minden magassági fokban elejétől végig emelkedés állapítható meg (legalább a 65 cm vastagságig).

Az erdeifenyő, lucfenyő és tölgy törzsalakszáma a vastagság növekvésével mindvégig esik. A bükkre nézve hiányzanak a megfigyelések, de a többi fafaj egyöntetű viselkedése alapján feltételezhetjük, hogy ebben a bükk sem kivétel.

δ Az alakhányados

Az alakhányados alatt, mint már tudjuk (239. lap) közönségesen a középátmérőnek a mellmagassági átmérőhöz való viszonyát értjük. Az eddigi kutatások eredményei szerint megállapítható, hogy a magasság és a vastagság önmagábanvéve csak igen tág határok közt enged az alakszámra következtetni, sőt még azonos magasságú és vastagságú fák alakszámai közt is igen lényeges (10—15, sőt 20—25%-os) eltérések lehetnek, az alakhányados és az alakszám összefüggése azonban *igen határozott.* Ha két, egyenlő magas fának az alakhányadosa egyenlő, akkor alakszámaik is egyenlők vagy majdnem egyenlők kell hogy legyenek. Sőt a különféle fafajok közt sem találunk lényegesebb különbségeket. A tűlevelűekre nézve megállapíthatjuk ezt *Schiffel* táblázataiból (238. old.), melyekből néhány összehasonlító adatot az alábbiakban közlünk. Látjuk, hogy a különbségek nagyobbára csak a harmadik tizedes helyén jelentkeznek.

De *Schuberg* és *Tkatschenko* vizsgálatai[5], [6] arról is meg-

[1] *Schwappach:* Formzahlen und Massentafeln für die Kiefer (1890) és F. u. M. für die Eiche (1905). A tölgyre nézve *Schwappach* nem különített el korosztályokat.

[2] *Schuberg:* Formzahlen u. Massentafeln für die Weisstanne (1891).

[3] *Baur:* F. u. M. für die Fichte (1890).

[4] *Horn—Grunder:* F. u. M. für die Buche (1898).

[5] Forstwissenschaftliches Zentralblatt 1895, 505. lap.

[6] Ugyanott, 1912, 397. lap.

győznek, hogy egyenlő magasság és alakhányados esetén a lombevelűek alakszáma is egyezik, vagy igen közel a tűlevelűekéhez. [1]

Törzsszámok egyenlő alakhányados alapulvételével

(0...)

Fafaj	Magasság = 15 m					Magasság = 25 m					Magasság = 35 m				
	Alakhányados														
	0·60	0·65	0·70	0·75	0·80	0·60	0·65	0·70	0·75	0·80	0·60	0·65	0·70	0·75	0·80
Lucfenyő	431	465	503	545	592	408	443	485	531	583	394	432	475	527	—
Jegenyefenyő	418	458	500	542	584	402	444	487	529	572	395	438	481	539	567
Vörösfenyő	419	459	498	539	580	399	440	481	522	564	390	432	473	516	558
Erdeifenyő	416	456	499	543	—	401	443	486	530	—	394	437	481	525	—

ε *A méretviszonyszám*

Méretviszonyszám alatt értjük a mellmagassági átmérőnek a magassághoz való viszonyát $\left(\frac{h}{d_{1\cdot3}}\right)$. Ezt a fogalmat *Horn* honosította meg az erdészet birodalmában [2] és nagy fontosságot tulajdonított neki a fák alakja (telidedsége) szempontjából. *Schiffel* ezzel szemben rámutatott arra, [3] hogy ez a felfogás téves. Az azonos magasságú és átmérőjű paraboloid és neiloid méretviszonyszáma például szintén egyenlő, holott az alak maga szerfölött különböző.

ζ *A kor*

Ha minden más tényezőt (magasság, átmérő, koronahányad stb.) kiküszöbölünk a számításból, akkor a különféle korú fák adatainak összehasonlítása útján megállapíthatjuk, hogy a kor hatása az alakszámra általában *igen alárendelt.* A német kísérleti állomások rendkívül bőséges anyaga alkalmat adott ennek a kérdésnek beható tanulmányozására s néhány régebbi nézet [4] kellő módosítására. Ma már tudjuk, hogy az alakszámtáblákban a korosztályoknak igen tág határt szabhatunk s 2—3 korosztállyal mindig beérhetjük.

[1] Az alakhányados és törzsalakszám viszonyát a luc- és erdeifenyőre nézve bőséges kísérleti anyag alapján világította meg *Kunze* is (Neue Methode zur raschen Berechnung der unechten Schaftformzahlen der Fichte und Kiefer, Dresden 1891).

[2] *Horn—Grunder :* Formzahlen und Massentafeln für die Buche, Berlin, 1898. 64. lap.

[3] Form und Inhalt der Fichte, Wien, 1899. 15. lap.

[4] Pl. a *Pressleré* (229. lap.).

Ahelyett, hogy a fennebbtöbbször idézett szerzők ilyen irányú tanulmányaival külön-külön foglalkoznánk, szószerint közöljük *Müller* összefoglaló megállapítását[1]: »Még a legvilágosabban és a leghatározottabban nyilvánul meg a kor hatása azonos magasság esetén a *vastagfaalakszámra*, mely a növekvő korral az emelkedések mutat hajlandóságot (legkevésbbé a lucfenyőé). A *faalakszám* ellenben a kor emelkedésével többnyire esik, a törzsalakszámra pedig egyértelmű vonatkozásokat nem is lehetett megállapítani.«[2]

η A záródás és a koronahányad

A záródás és a koronahányad közt kölcsönös vonatkozás van, azért ennek a két tényezőnek az alakszámra tett hatásával egyszerre foglalkozhatunk.

Mennél erősebb a *záródás*, azaz mennél kevesebb hézag van az erdő mennyezetében, annál keskenyebb és rövidebb a korona, tehát annál kisebb lesz a koronahányad (a korona hosszának a törzs egész hosszához való viszonya) is. Amint tehát látjuk, a záródás és a koronahányad közötti viszony *fordított*. Ezért, amit az egyiknek az alakszámra való hatásáról megállapíthatunk, az a másikra nézve fordított értelemben érvényes.

Legbehatóbban foglalkozott ezzel a tárggyal *Schiffel*, aki a lucfenyőre, jegenyefenyőre, vörösfenyőre[3] kimutatta, hogy a *törzsvastagfa-* és *összesfaalakszám* az alakhányadossal fordított értelemben, tehát a záródással egyező értelemben változik. Mennél sűrűbb az erdő, annál nagyobb az alakszám. Hasonló eredményre jutott *Schuberg* a bükk *összesfaalakszámra*[4] nézve is, a *vastagfaalakszám* pedig a szerző vizsgálatai szerint[5] a sűrűség emelkedésével fogy. Ugyanez még határozottabban volt megállapítható a tölgy vastagfára vonatkozólag. Ennek az a magyarázata, hogy a lombfák ágazata sokkal erősebb, mint a tűlevelűeké s a téresebb állásban jobban kifejlődhetvén, a vastagfát nagyobb mértékben növeli.

ϑ A termőhely

Müller[6] Lorey[7] adatai alapján a lucfenyőre megállapítja, hogy a rosszabb termőhelynek nagyobb *összesfaalakszámok* felelnre meg. De nem minden fafaj mutat ilyen határozott törvényszerűsé-

[1] Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. Berlin, 1915, 226. lap.

[2] Ez ugyancsak lucra, jegenyefenyőre, erdeifenyőre és bükkre vonatkozik, azonban valószínű, hogy többé-kevésbbé a többi fafajra is érvényes.

[3] L. az idevágó irodalmi források jegyzékét a 235. lapon. 1—4. alatt.

[4] Aus deutschen Forsten. 155. lap.

[5] Erdészeti kísérletek, 1914, 325. lap.

[6] Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiad. 224. lap.

[7] Ertragstafeln für die Fichte, 1899.

get s azért a fentebb mondottak csak nagy általánosságban érvényesek.

A bükkre nézve (szintén csak általánosságban) *Baur*[1] 1881. évi művében találunk olyan adatokat (198. lap), melyek alapján a fennebbi tétel erre a fafajra nézve is megállapítható.

A vastagfára ellenben *Baur* kimutatta,[2] hogy — legalább is az átlagos faállományalakszámok — azonos kort tételezve fel, a termőhelyi jóság csökkenésével szintén esnek.

Megjegyzendő, hogy az alakszámnak a termőhelyi minőséggel kapcsolatos változását teljesen határozottan megállapítani nehéz, mert a termőhellyel együtt módosuló tényezők (h, $d_{1\cdot 3}$ stb.) hatását a számításból kizárni igen körülményes dolog, s az alakszámtáblázatok szerzőinek nagy része nem terjeszkedett ki erre a tárgyra olyan mértékben, hogy a szóbanforgó vonatkozások elég széles alapon lettek volna megvilágíthatók.

ι A tenyészeti táj

Hogy a tenyészeti tájnak van-e határozott hatása a fák alakszámára, azt sokáig nem látták tisztán a szakkutatók. Sőt ez a kérdés még ma sincs teljesen eldöntve. Ennek az oka az, hogy ha van is némi különbség az egyes tenyészeti tájak *átlagos* alakszámai közt, ez a különbség sokkal kisebb, mintsemhogy más, gyakran fel sem ismerhető tényezők zavaró hatásától függetlenítve, biztosan, önálló és határozott számadatok alakjában kimutatható lenne. A legtöbb német kutató azt találta például, hogy Észak- és Dél-Németországot ebben a tekintetben nem szükséges elkülöníteni, mert a kísérleti állomások sok ezer adatából bevezetett középszámok erre a két nagy tenyészeti tájranézve nem térnek el egymástól észrevehetően. *Baur* is csak hosszas tanakodás után határozta el magát arra, hogy Németországot (politikai államcsoportok szerint) 2 tenyészeti tájra ossza,[3] erre azonban tulajdonképpen nem lett volna oka, mert a két csoport középszámai és az egész anyag (több, mint 22 000 törzs) vastagfaalakszámai csak 0,01—0,02-del tértek el egymástól, a törzsalakszámok eltérései pedig még csekélyebbek voltak. Csupán csak *Schwappach* tartotta feltétlenül szükségesnek, hogy Észak- és Dél-Németország között különbséget tegyen, amikor erdeifenyő-alakszámait dolgozta fel.[4] De az ő különbségei is csak az egészen rövidnövésű fákon lépik túl a 0,05-ot.

[1] L. az irodalmi források jegyzékét a 236. lapon.
[2] Mint fentebb, 187. lap.
[3] *Baur:* Formzahlen und Massentafeln für die Fichte. Berlin 1890, 11. l.
[4] *Dr. Schwappach:* Formzahlen und Massentafeln für die Kiefer, Berlin, 1890. 1. lap.

Általában tehát — nem tulságos nagy körzeten belül — *a tenyészeti tájak elkülönítése fölöslegesnek látszik*. Olyan óriási területen azonban, mint pl. a hatalmas Szovjet birodalom, ez az elkülönítés már szükségessé válik.[2]

d) *Az alakszámtáblázatok szerkesztése*

Az általános érvényű alakszámtáblázatok szerkesztésének, illetőleg használhatóságának feltételei, hogy 1. nagyterjedelmű alapanyag álljon rendelkezésre, 2. hogy ennek az anyagnak az összegyüjtésében a munkát végző közegek teljesen egyöntetűen. szigorúan megszabott elvek alapján, a legnagyobb pontosság betartásával járjanak el, 3. hogy az összegyüjtött adatok a gyakorlati alkalmazhatóság kívánalmainak megfelelő csoportokba foglaltassanak össze, 4. hogy a rajzábrás kiegyenlítés helyesen, az egyéni felfogáson nyugvó erőszakosságtól menten hajtassék végre. Éppen azért van szükség igen sok adatra, hogy az átlagos törvényszerűségek minden csoporton belül világosan kifejezésre juthassanak.

A használatban lévő alakszámtáblázatok csaknem mind az *általános alakszámtáblázatok* jellegével bírnak, ellentétben a *helyi* alakszámtáblázatokkal, amelyeket csak szűkebb körre terjedő adatgyüjtés alapján szerkesztettek s ehhezképest csakis hasonló (esetleg különleges) viszonyok közt alkalmazhatók a kellő biztonsággal. A szerkesztés lényege egyébként minden esetben ugyanaz, csakhogy a különleges természetű helyi táblázatok készítése nem kíván olyan terjedelmes kísérleti anyagot és olyan beható részletezést, mint az általános táblázatoké.[1] Az utóbbiak egész országok, sőt nagyobb területek faalakjainak átlagos adatait tartalmazzák, ennek megfelelően a vizsgálati anyag gyüjtésének is igen nagy körre kell kiterjeszkednie. Ezeket rendszerint az erdészeti kutatóintézetek készítik. Ehhez több ezer törzs pontos köbözése s mellmagassági átmérőjének és hosszának megmérése szükséges.

A kísérleti anyagot vagy a rendes vágásterületen döntött fák, vagy a kísérleti célokra levágott próbatörzsek szolgáltatják. Kívánatos, hogy az általános alakszámok meghatározására olyan törzsek használtassanak fel, amelyek a gyakorlatban legtöbbször előforduló közepes sűrűségű faállományokból kerültek ki. Ekkor felelhetnek meg a nyert alakszámok is a legjobban a gyakorlat követelményeinek.

[1] Ilyeneket közöl *Fekete Lajos* a dobrocsi és karámi elsőrendű termőhelyeken nőtt lucfenyőre (Erdészeti Kísérletek, 1901, 52. lap) és a Velebiten és Kis-Kapelán nőtt jegenyefenyő törzsfára (Erd. Kísérl. 1905, 77. lap), továbbá a szerző a Zsarnóca környékbeli 100 éven felüli bükkre (vastagfa) vonatkozóan (Erd. Kísérl. 1914, 330. és 334. lap).

[2] *B. N. Tyichomirov:* Az erdőbecslés kérdései, (Ljesznoje Mozájsztov, 1949. évi 9. sz.)

Az általános alakszámtáblázatok szerkesztésének részletes leírása külön fejezetet igényelne, amint erről az ilyen természetű német önálló művek nagy terjedelme tanuskodik. Ezért mi az alábbiakban csakis a legegyszerűbb példákkal és az eljárás lényegének az ismertetésével foglalkozhatunk, anélkül hogy a részletekbe is mélyebben behatolnánk.

Említettük már előbb, hogy az alakszám változása igen sokféle tényezőtől függ. Mennél több tényezőnek a hatását igyekszünk egymástól elkülönítve kimutatni, annál több csoportot kell alakítanunk a kísérleti anyag osztályozásához s annál szövevényesebbé válik a táblázat számsorainak levezetése. Minthogy azonban a gyakorlatban az egyszerűség és a kényelmes használat feltétele elsőrangú követelmény, az alakszámtáblák készítésekor is mellőzni szokás minden olyan részletezést, amelynek csak a tudományos megkülönböztetések szempontjából van jelentősége. Általában elegendőnek látszik, ha az egyes fafajok alakszámait csak mint a magasság és a mellmagassági átmérő függvényét mutatjuk ki (a közepes sűrűségre vonatkozóan), a többi tényező szerint nem részletezzük a táblázatokat. Legfeljebb a kort részesítjük még ezenkívül figyelemben, igen tág korcsoportok alakításával.

Aránylag egyszerű az alakszámtábla készítése, ha az alakszámot a vastagság figyelembevétele nélkül, tisztán csak a *magassággal* hozzuk összefüggésbe. Erre mutatunk be példát az alábbiakban.

A dobrocsi és karámi lúcfenyvesekben (fatermési táblák készítése céljából) döntött próbatörzseknek[1] az alakszámtábla szerkesztéséhez szükséges adatait a köv. lapon lévő kimutatás foglalja magában.

Az alakszám minden egyes törzsre nézve a $f_{va} = \frac{v_{va}}{v_h}$ képlet alapján számított ki[2]. Itt v_{va} a vastagfa, v_h pedig az alaphenger köbtartalmát jelenti. Minthogy ezek a törzsek mind igen jó termőhelyen nőtt, teljes sűrűségű faállományokból valók, a belőlük levezetendő átlagos alakszámok is csak azoknak a törzseknek a becsésére lehetnek kifogástalanul alkalmasak, amelyek hasonló viszonyok

[1] Lásd *Fekete Lajos* tanulmányát az Erdészeti Kísérletek III. évf.-ban (1901. 37. lap.).

[2] A 40. sorszámú törzs vastagfatartalma pl. a részletes köbözéssel 0,0532 m³-nek, a mellmagassági átmérője 10·0 cm-nek s magassága 14·8 cm-nek találtatott. A megfelelő alaphenger köbtartalma:

$$v = \frac{\pi}{4} d^2 h = 0{\cdot}00785 \times 14{\cdot}8 = 0{\cdot}1162 \text{ m}^3,$$

tehát az alakszám:

$$f_{va} = \frac{0.0532}{0.1162} = \mathbf{0{\cdot}458}.$$

között nőttek fel. Itt tehát korlátoltabb használhatóságú *helyi* alakszámtáblázatról van szó. Magának a szerkesztési eljárásnak is többféle módja van; mi itt azt választottuk, amelyet az adott esetben a legközvetlenebbnek és legegyszerűbbnek tartunk.

A kimutatásban a törzsek a növekvő magasság sorrendjében következnek egymás után. Minden 10—10 törzset külön csoportba foglaltunk össze és minden csoportra kiszámítottuk az átlagos magasságot és az átlagos alakszámot. Ebből a célból összegeztük a csoportok magassági és alakszámadatait s az összegeket osztottuk 10-zel. (Táblázat a 252—253. lapon).

Az így kapott középszámokat olyan tengelyrendszerben tüntetjük fel, melynek metszékei a magasság, rendszálai az alakszám kifejezésére szolgálnak. (78. ábra.) Az összrendezők keresztezési pontjai a ábrán körül vannak karikázva. Ha a pontokat egyszerűen összekötnők, zeg-zúgos vonalat kapnánk. Ezért a szabálytalanságokat folytonos, töréstől mentes görbével egyenlítjük ki.[1] Erről a görbéről olvassuk le minden magassági foknak az adatát és az az alakszámtáblázatba kerül. Ezen az alapon szerkesztettük a következő alakszámtáblát:

Alakszámtábla

Magasság m	Alakszám 0·...	Magasság m	Alakszám 0·...	Magasság m	Alakszám 0·...
11	360	21	507	31	490
12	392	22	510	32	484
13	416	23	512	33	478
14	437	24	513	34	471
15	453	25	512	35	463
16	468	26	510	36	456
17	480	27	507	37	448
18	489	28	504	38	440
19	497	29	500	39	432
20	503	30	496	40	424

Sokkal szövevényesebbé válik a munka, ha az alakszámnak nemcsak a magassághoz, hanem a mellmagassági átmérőhöz való viszonyát is kifejezésre akarjuk juttatni az alakszámtáblázatban. Akkor nemcsak magassági, hanem (azokon belül) vastagsági csoportokat is kell alakítanunk, hogy ezután az alakszámnak a vastagság ($d_{1 \cdot 3}$) szerint változó görbéjét minden magassági csoportra nézve külön-külön szerkeszthessük meg.

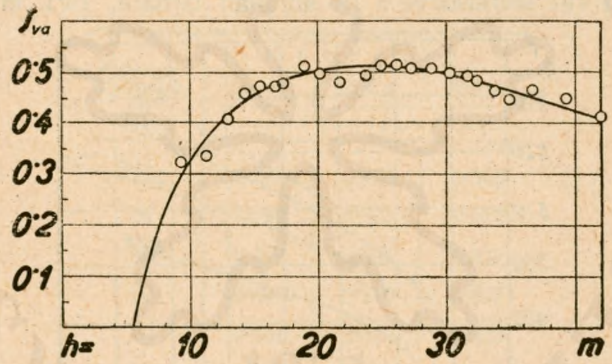
[1] A görbe nem fut ki a tengelyrendszer 0 pontjába. Ennek oka: hogy *vastagfa* csak akkor lehet, ha a mellmagassági átmérő legalább 7 cm. Ez pedig a mi esetünkben akkor következik be, amikor a fák magassága már 5—7 m.

Lucfenyő vastagfaalakszámok csoportosítása a magasság szerint

Folyószám	Magasság m	Alakszám 0·…	Folyószám	Magasság m	Alakszám 0·…	Folyószám	Magasság m	Alakszám 0·…	Folyószám	Magasság m	Alakszám 0·…	Folyószám	Magasság m	Alakszám 0·…	Folyószám	Magasság m	Alakszám 0·…
1	7·0	289	41	14·9	555	81	20·0	517	121	25·4	531	161	31·2	537	201	35·9	468
2	8·0	279	42	14·9	442	82	20·0	537	122	25·5	492	162	31·4	481	202	36·0	533
3	9·0	376	43	15·0	555	83	20·0	517	123	26·0	467	163	31·5	517	203	36·3	472
4	9·3	380	44	15·0	490	84	20·0	502	124	26·0	513	164	31·6	484	204	36·3	465
5	9·4	212	45	15·5	516	85	20·0	520	125	26·1	545	165	31·6	490	205	36·5	376
6	9·5	213	46	15·6	383	86	20·0	480	126	26·4	459	166	31·7	460	206	36·9	471
7	10·0	473	47	15·7	428	87	20·0	420	127	26·5	450	167	31·8	498	207	37·1	524
8	10·0	199	48	16·0	399	88	20·4	533	128	26·6	576	168	31·9	461	208	37·3	456
9	10·0	362	49	16·0	481	89	20·5	483	129	26·7	496	169	32·0	531	209	37·4	469
10	10·4	460	50	16·0	493	90	20·6	466	130	26·9	528	170	32·0	456	210	37·5	410
Átlag	9·3	324	Átlag	15·5	474	Átlag	20·2	498	Átlag	26·2	518	Átlag	31·7	492	Átlag	36·7	464
11	10·6	353	51	16·0	445	91	20·9	399	131	27·0	544	171	32·0	578	211	37·7	436
12	10·9	479	52	16·2	495	92	21·0	498	132	27·0	579	172	32·1	531	212	38·1	438
13	11·0	184	53	16·2	459	93	21·0	496	133	27·0	479	173	32·3	485	213	38·6	409
14	11·3	179	54	16·3	513	94	21·2	511	134	27·1	471	174	32·3	431	214	38·9	498
15	11·3	441	55	16·6	506	95	22·0	492	135	27·2	476	175	32·3	425	215	39·8	426
16	11·3	334	56	16·8	435	96	22·0	479	136	27·3	439	176	32·5	498	216	39·8	453
17	11·4	318	57	16·9	366	97	22·0	490	137	27·5	498	177	32·5	516	217	39·9	444
18	11·5	402	58	17·0	536	98	22·5	466	138	27·5	543	178	32·5	449	218	40·0	495
19	11·8	413	59	17·0	439	99	22·5	474	139	27·5	513	179	32·8	478	219	40·0	415
20	12·0	257	60	17·0	521	100	22·6	507	140	28·1	490	180	32·9	453	220	40·3	460
Átlag	11·3	336	Átlag	16·6	472	Átlag	21·8	481	Átlag	27·3	503	Átlag	32·4	484	Átlag	39·3	447
21	12·4	416	61	17·0	506	101	22·8	384	141	28·4	588	181	33·0	485	221	40·7	430
22	12·6	426	62	17·0	451	102	23·5	472	142	28·4	546	182	33·5	405	222	42·3	407
23	12·7	297	63	17·0	431	103	23·7	510	143	28·5	486	183	33·6	495	223	43·0	399
24	12·8	459	64	17·0	487	104	23·7	530	144	28·5	443	184	33·6	467	—	—	—
25	12·9	404	65	17·0	453	105	24·0	521	145	28·6	503	185	33·7	421	—	—	—
26	13·0	472	66	17·1	514	106	24·0	431	146	29·0	487	186	34·0	518	—	—	—
27	13·2	448	67	17·3	427	107	24·1	484	147	29·1	478	187	34·0	482	—	—	—
28	13·2	429	68	17·3	463	108	24·1	525	148	29·2	507	188	34·2	427	—	—	—
29	13·6	412	69	18·0	518	109	24·1	490	149	29·4	451	189	34·3	465	—	—	—
30	13·6	361	70	18·0	498	110	24·3	576	150	29·6	543	190	39·5	466	—	—	—
Átlag	13·0	412	Átlag	17·3	479	Átlag	23·8	493	Átlag	28·9	503	Átlag	33·8	463	Átlag	42·0	412

Lucfenyő vastagfaalakszámok csoportositása a magasság szerint

Folyószám	Magasság m	Alakszám 0'...	Folyószám	Magasság m	Alakszám 0'...	Folyószám	Magasság m	Alakszám 0'...	Felyószám	Magasság m	Alakszám 0'...	Folyószám	Magasság m	Alakszám 0'...	Folyószám	Magasság m	Alakszám 0'...
31	13·7	373	71	18·0	519	111	24·5	533	151	29·6	479	191	34·5	456	—	—	—
32	13·8	465	72	18·2	478	112	24·6	601	152	29·6	439	192	34·6	530	—	—	—
33	14·0	435	73	18·5	582	113	24·6	505	153	30·1	492	193	34·6	357	—	—	—
34	14·3	488	74	18·6	480	114	24·8	504	154	30·2	553	194	34·7	443	—	—	—
35	14·4	465	75	18·9	471	115	25·0	473	155	30·3	442	195	34·8	442	—	—	—
36	14·4	540	76	19·2	512	116	25·0	546	156	30·4	560	196	35·0	488	—	—	—
37	14·5	450	77	19·5	586	117	25·0	475	157	30·5	486	197	35·1	465	—	—	—
38	14·6	478	78	19·5	498	118	25·0	509	158	30·6	417	198	35·1	447	—	—	—
39	14·7	404	79	19·7	516	119	25·0	468	159	30·6	554	199	35·2	458	—	—	—
40	14·8	458	80	20·0	471	120	25·3	502	160	30·7	566	200	35·4	393	—	—	—
Átlag	14·3	456	Átlag	19·0	512	Átlag	24·9	512	Átlag	30·3	499	Átlag	34·9	448	—	—	—



78. ábra. Lúcfenyő vastagfa alakszámának görbéje a magasság függvényeképpen szerkesztve. A karikázott pontok csoportátlagok

A 252. lapon közölt adatok száma (223) nem elegendő ahhoz, hogy azok alapján a vastagságot is figyelembevevő alakszámtáblázatot lehessen készíteni. Még a bükk-alakszámtáblához (238. lap) felhasznált 820 adat is csak három magassági és mindenikre nézve négy vastagsági csoport alakítását engedte meg.[1] Az első magas sági csoportba foglaltuk össze pl. mindazokat a törzseket, amelyeknek a magasságát 11—20 m-nek, a II.-ba, amelyekét 21—25 m-nek,

[1] Lásd az Erdészeti Kísérletek 1914. évi évfolyamában a 328—333. lapon.

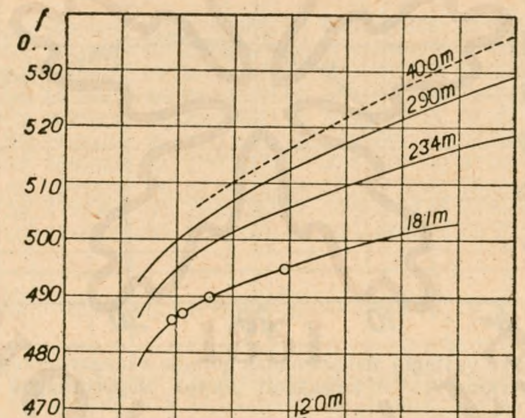
a III-ba végül, amelyekét 26 és több méternek találtuk. A magasságok számtani középszáma a következő volt :[1]

az I.	magassági csoportban	....	18·1	m
a II.	« «	....	23·4	«
a III.	« «	....	29·0	«

Az *első* magassági csoportba összesen 133 törzs esett. Ezekből négy *vastagsági* csoportot alakítottunk egyenlő törzsszámmal Az első csoportba a legvékonyabb, az utolsóba a legvastagabb törzsek kerültek. Ezután kiszámítottuk a vastagsági csoportoknak az átmérőre és alakszámra vonatkozó számtani középszámait (átlagait). Ezek a következők voltak :

Vastagsági csoport	Átlagos mellmagassági átmérő (cm)	Átlagos vastagfa-alakszám
1	18·6	0·486
2	21·1	0·487
3	25·8	0·490
4	39·2	0·495

Ezeknek az adatoknak az alapján (lásd a körülkarikázott pontokat) van szerkesztve a 79. ábrában látható, 18·1 m magas-



79. ábra. bükk-vastagfa-alakszámtáblák kiinduló görbéinek szerkesztése. A magassági csoportok átlagos alakszámai a mellm. átmérő függvényeképpen

[1] T. i. az illető osztályba tartozó törzsek magasságának összege osztva a törzsek számával.

ságnak megfelelő kiegyenlítő görbe. Egészen hasonló eljárással állapítottuk meg a görbe futását a II. és III. magassági csoportra nézve is (középső és legfelső folytonos görbe az ábrán). A 12 és 40 m-nek megfelelő görbét közvetett úton kaptuk.

Ezek a görbék világosan mutatják, hogy a bükk vastagfa-alakszáma azonos magasság mellett is változik a mellmagassági átmérővel. Ez az ábra azonban magábanvéve nem alkalmas az alakszámtábla összeállítására, mert hiszen a görbékről csak a 18,1 m, 23·4 m és 29·0 m magas fák alakszáma olvasható le, holott a használható táblázatnak minden centiméteres vastagsági fokra ki kell terjeszkednie. Hogy ezt elérhessük, a következőképpen járunk el.

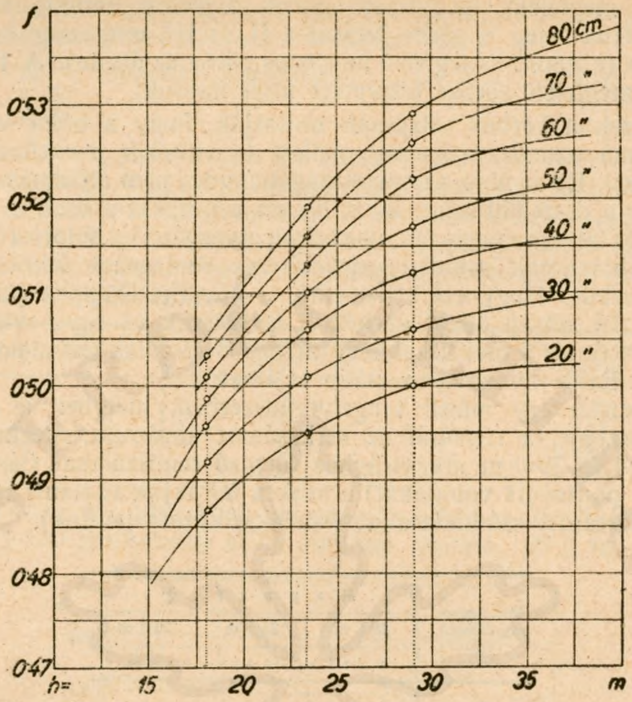
A 79. ábrán adott görbékről leolvassuk az egyes vastagsági fokokhoz (mint a metszékekhez) tartozó rendszálak (itt alakszámok) értékét. Ezek kivonatosan alább találhatók. [1]

Ezután egy másik tengelyrendszerben, melyben a metszék a magasságot, a rendszál az alakszámot ábrázolja, meghúzzuk a 18·1, 23·4 és 29·0 m magassághoz tartozó rendszálakat (lásd a 80. ábrán a pontozott vonalakat) s azokra felrakjuk az alanti táblázatban kimutatott számadatokat (körülkarikázott pontok).

Mellmagassági átmérő cm	Magasság		
	18·1 m	23·4 m	29·0 m
	vastagfaalakszám		
20	0·487	0·495	0·500
30	0·492	0·501	0·506
40	0·495	0·506	0·512
50	0·498	0·510	0·517
60	0·501	0·513	0·522
70	0·503	0·517	0·526
80	—	0·519	0·529

Ezeken a pontokon fektetjük át azokat a görbéket, amelyekről azután az összeállítandó alakszámtáblázat adatait leolvassuk. A rajzon az egyszerűség kedvéért csak a 20, 30 stb. cm átmérőnek megfelelő görbék vannak feltüntetve, éppenúgy megszerkeszthettük volna azonban minden ötödik centiméteres vastagsági fok görbéjét is, a többit azután közbesítéssel rajzolhattuk volna be.

[1] Minden ilyen rajzábra eredetileg milliméterpapiroson készül; ez aprólékosabb leolvasást is megenged.



80. ábra. Mint a 79. ábra. A vastagsági csoportok átlagos alakszámai a magasság függvényeképpen

Olvassuk most le pl. a 40 cm-es vastagság görbéjéről a 20, 22, 24, 26, 28, 30 m magasságnak megfelelő alakszámokat. Ezek:

Magasság	f_{va}
20	0·500
22	0·504
24	0·507
26	0·509
28	0·511
30	0·513

Ugyanezeket a számokat találjuk a 251. lapon közölt alakszámtáblázat megfelelő rovatainak a kereszteződésén is.

Ezzel az alakszámtáblázatok szerkesztésének a *lényegével* megismerkedtünk. Ismételjük azonban, hogy fennebbiekben csak a legegyszerűbb példát mutattuk be, anélkül hogy a kísérleti állomások nagyszabású munkálatainak részleteivel, az alkalmazott fogásokkal és a vizsgálati anyag feldolgozásának szövevényes rendszerével behatóan foglalkozhattunk volna.

5. A tömegmagasság szerinti becslés

A fa köbtartalma, amint tudjuk, általában: $v = g.h.f.$ Ezt így is írhatjuk: $v = g. hf.$ A hf szorzata a *tömegmagasság.*[1] Ha ezt ismerjük, a mellmagassági körlappal való összeszorzása útján kapjuk a fatömeget. A tömegmagasság tehát voltaképpen nem egyéb, mint egy olyan hengernek a magassága, melynek átmérője a fa átmérőjével, köbtartalma pedig a fa (vastagfa, törzsfa, rőzsefa, vagy összesfa) köbtartalmával egyenlő. Az említett módon két szorzás helyett ($g.h.f$) csak egyet kell végeznünk. Sőt ezt is elkerülhetjük, ha olyan táblázatunk van, amelyből a kívánt szorzat az adott mellmagassági átmérő és a tömegmagasság szerint egyenesen kiolvasható. Ilyen táblázatot találunk készen a *hengertáblában.*

Sajnos azonban, a tömegmagasságot közvetlenül megbecsülni igen nehéz. Nagy gyakorlattal sem tudjuk kellő pontossággal megítélni, milyen magasnak kellene lennie annak a hengernek, amelynek az átmérője $d_{1.3}$—*del* egyenlő és amelyet a fa anyaga éppen kitöltene.

Nincs tehát más hátra, mint az alakszámot valamely alakszámtáblázat szerint határozni meg s a fa megmért magasságával összeszorozni, hogy hf ismeretéhez jussunk. Ezt a szorzást alkalmas táblázat használata útján kikerülhetjük. Ekkor folyamodunk azután a hengertáblához, hogy a második szorzást megtakarítsuk.

Ilyenformán voltaképpen három táblázatra van szükségünk, ha a tömegmagasság szerint akarunk becsülni. Ez az eljárás gyakorlatiatlanságát eléggé megvilágítja. Csakis a faállományok becslése szempontjából lehet a tömegmagasság alkalmazásának jogosultsága, erről azonban majd később, a maga helyén fogunk megemlékezni.

6. A fatömegtábla alkalmazása

A *fatömegtábla* olyan táblázatos kimutatás amelyből a mellmagassági átmérő és a magasság függvényeképpen egyenesen a fa köbtartalmát olvashatjuk ki. Nem kell tehát egyebet tennünk, mint átlalóval megmérni a törzs mellmagassági átmérőjét, magasságmérővel a magasságát, és a nyert adatok alapján megkeresni a táblázatban a megfelelő rovatok kereszteződésében álló számot. A *magasság* alatt itt is mindig csak a *vágáslap* és a csúcs közé eső rész hossza értendő.

Példa. Egy 120 éves bükk magassága 26 m, s mellmagassági átmérője 32 cm. Mennyi a vastagfatartalma?

A 00 lapon lévő zsarnócai fatömegtábla szerint a vastagfa köbtartalma: **1·05 m³.**

[1] Régebbi elnevezése: alakmagasság (Formhöhe), *Bartha Ábel* szerint: köbözőhossz.

Megkülönböztetünk általános és helyi fatömegtáblákat. Az általános fatömegtáblák egész országokra vagy még nagyobb földtájakra vonatkoznak ; a helyieket csak a szűkebb határokon belül, esetleg egész különleges viszonyok közt használják. A gyakorlatban ritkán alkalmazzák az ilyen helyi fatömegtáblákat, inkább az általánosakkal dolgoznak. Ennek egyrészt az az oka, hogy az utóbbiak, kivételes eseteket nem tekintve, biztosítják a megkívánt pontosságot, másrészt pedig az, hogy a fatömegtáblák szerkesztése igen sok munkával jár s *egyes* erdőgazdaságok ritkán tudnak ennek a célnak elegendő időt szentelni.

A fatömegtáblák szerkesztése kétféle úton történhetik. Vagy úgy, hogy a nagyszámban döntött és köbözött törzsek adatait magassági és vastagsági csoportokba sorozzuk éppenúgy, amint az az alakszámtáblázatok szerkesztésekor történik (lásd a 251. lapon) s azután az egyes csoportok átlagos értékeit rajzbeli szerkesztéssel kiegyenlítjük, vagy pedig úgy, hogy először elkészítjük az alakszámtáblázatot s azután annak minden egyes adatát szorozzuk az alaphenger köbtartalmával, hogy a fatömegtábla megfelelő adatait kapjuk.

Ezt az utóbbi eljárást alkalmazzák az erdészeti kutatóintézetek is. Ekkor tehát a munka első része teljesen azonos az alakszámtáblák szerkesztésénél leírtakkal, a második része pedig csupán a szorzási műveletek gépies végrehajtására szorítkozik. A köbtartalmak rajzbeli kiegyenlítésére itt nincs szükség, mert ez már az alakszámtáblázat szerkesztésénél megtörtént.

Példa. Hogy számítottuk ki a 259. lapon közölt fatömegtáblának a 40 cm mellmagassági átmérőre és 30 m magasságra vonatkozó adatát (1·93 m³).

A 252. lapon adott alakszámtáblázat szerint a megfelelő alakszám : $f_v = 0{\cdot}513$. A 40 cm vastag és 30 m magas alaphenger köbtartalma: $v_{va} = gh = 3{\cdot}770$ m³, tehát a vastagfa köbtartalma:

$$v_{va} = g \cdot h \cdot f_{va} = 1{\cdot}93 \text{ m}^3$$

Az általános fatömegtáblák közül legjobbak jelenleg azok amelyeket, a német erdészeti kísérleti állomások vizsgálatainak eredményeképpen a legszélesebb alapon, igen nagyterjedelmű anyag feldolgozásával szerkesztettek. Ezek magyar nyelven is megjelentek (*Bund Károly* fordításában). Címük: *Grundner és Schwappach :* »Táblák, állófák és faállományok fatömegének meghatározására«.[1] Az alapanyag több mint 60 000 törzs pontos köbözési adatait foglalta magában. Használható a bükk-, nyár-, tölgy-, éger,

[1] Az eredeti kiadás elfogyott. De kivonatosan megtaláljuk annak adatait az Erdészeti Zsebnaptárban is (1943. I. kötet 374—412. lap). A német munka (Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände) 9. kiadása 1942-ben jelent meg (*Paul Parey*, Berlin SW. 11.).

Kivonat a szerző bükk fatömegtábláiból

(100 évesnél idősebb fák számára)

Mell-magas. átmérő cm	Magasság méterekben — vastagfa köbméterekben 12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
12	0·06	0·07	0·09	0·10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	0·08	0·10	0·12	0·13	0·15	0·16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	0·11	0·13	0·15	0.17	0·20	0·22	0·24	0·26	—	—	—	—	—	—	—
18	0·14	0·17	0·20	0·22	0·25	0·28	0·30	0·33	0·35	—	—	—	—	—	—
20	0·17	0·21	0·24	0·28	0·31	0·34	0·37	0·41	0·44	0·47	0·50	—	—	—	—
22	0·21	0·25	0·29	0·33	0·37	0·41	0·45	0·49	0.52	0·57	0·61	0·65	—	—	—
24	0·25	0·30	0·35	0·40	0·45	0·49	0·54	0·59	0·64	0·68	0·73	0·78	—	—	—
26	0·30	0·35	0·41	0·47	0·53	0·58	0·64	0·69	0·75	0·80	0·86	0·91	—	—	—
28	0·34	0·41	0·48	0·54	0·61	0·67	0·74	0·80	0.87	0·93	1·00	1·06	—	—	—
30	0·39	0·47	0.55	0·63	0.70	0·78	0·85	0·93	1·00	1·08	1·15	1·22	1·30	-	—
32	0·45	0·54	0·63	0·71	0·80	0·89	0·97	1·05	1·14	1·23	1·31	1·39	1·48	—	—
34	0·51	0·61	0·71	0·81	0·90	1·00	1·10	1·19	1·29	1·39	1 48	1·58	1·67	—	—
36	0·57	0·68	0·79	0·91	1·02	1·12	1·23	1·34	1·45	1·56	1·66	1·77	1·88	1·98	—
38	0·64	0·76	0·89	1·01	1·13	1·26	1·38	1·50	1·62	1·74	1·86	1·98	2·10	2·22	—
40	0·71	0·85	0·98	1·12	1·26	1·39	1·53	1·66	1·80	1·93	2·07	2·20	2·33	2·46	—
42	—	0·93	1·08	1·26	1·39	1·54	1·69	1·84	1·98	2·14	2·28	2·43	2·58	2·72	2·87
44	—	—	1·19	1·36	1·52	1·69	1·85	2·02	2·18	2·35	2·51	2·67	2·84	2·99	3·15
46	—	—	—	1·49	1·67	1·85	2·03	2·21	2·30	2·57	2·75	2·93	3·11	3·28	3·45
48	—	—	—	—	1·82	2·02	2·22	2·41	2·61	2·81	3·00	3·19	3·39	3·58	3·76
50	—	—	—	—	1·98	2·19	2·41	2·62	2·84	3·05	3·26	3·47	3·68	3·89	4·09
52	—	—	—	—	—	2·27	2·61	2·84	3·07	3·31	3·53	3·76	3·99	4·21	4·33
54	—	—	—	—	—	—	2·81	3·07	3·31	3·57	3·82	4·07	4·31	4·55	4·79
56	—	—	—	—	—	—	3·03	3·31	3·58	3·85	4·11	4·38	4·65	4·90	5·16
58	—	—	—	—	—	—	3·26	3·55	3·85	4·14	4·42	4·71	4·99	5·27	5·55
60	—	—	—	—	—	—	—	3·81	4·13	4·44	4·74	5·05	5·35	5·65	5·95

az erdei-, fekete-, luc-, jegenye- és vörösfenyő köbözésre. Ezeken kívül rőzsefaszázalékokat, rúdköbözőtáblákat, faállományalakszámokat és körlaptáblát is találunk benne. A tulajdonképpeni fatömegtáblák az *összesfára* és a *vastagfára* vonatkozó adatokat tüntetik fel.[1]

[1] A régebbi általános fatömegtáblák között legnagyobb hírnévre tettek szert a bajor fatömegtáblák. (Massentafeln zur Bestimmung des Inhaltes der vorzüglichsten teutschen Waldbäume stb. München, 1846.) Ezeknek az alapanyaguk több mint 40.000 törzset ölelt fel. Hátrányuk, hogy a lucra, jegenyére és vörösfenyőre csak a *törzsfát,* a többi fafajra pedig az összesfát mutatják ki. Ez nem elég gyakorlatias. A *Grundner—Schwappach*-félék ezzel szemben a vastagfa, összesfa és a vékonyfa-választék elkülönítésére alkalmasak.

A táblák tágabb határok közt a korviszonyok figyelembevételét is megengedik. Így pl. a bükköt három korcsoportba osztályozzák: 60 évesen alul, 61 évestől 100 évesig és 100 évesen felül. A többi lombfafélére vonatkozólag nincsenek az adatok kor szerint részletezve. A tűlevelűekre 2—3 korcsoport van elkülönítve.

Ami a fatömegtáblák gyakorlati használhatóságát illeti, meg kell jegyeznünk, hogy *egyes* fák köbtartalmának *pontos meghatározására* éppen olyan kevéssé alkalmasak, mint maguk az alakszámok, amelyeknek az alapján készültek. Csakis ott várhatunk tőlük jó eredményt, ahol *sok* törzs *átlagos* köbtartalmát kívánjuk tudni, hogy azután az átlagokról ismét sok törzs *összes* köbtartalmára következtethessünk. Ennek a célnak azonban a fatömegtáblák kitűnően megfelelnek s ezért főképpen *faállományok* becslésére használják őket. A követendő eljárással majd a maga helyén részletesen fogunk foglalkozni.

Általában előnyük a fatömegtábláknak az alakszámtáblázatokkal szemben az, hogy az alakszámnak az alaphengerrel való összeszorzását fölöslegessé teszik s így, ha az átmérőt és magasságot meghatározzuk, a köbtartalmat minden számítási művelet nélkül kiolvashatjuk. Ezért a gyakorlatban ma már az alakszám *közvetlen* használata általában nem szokásos.

7. Megközelítő tapasztalati képletek alkalmazása, szemrebecslés (vagy szembecslés)

Ha csak megközelítő adatokra van szükségünk s nem törekszünk nagyobb pontosságra, alkalmazhatjuk a *szembecslést* is. Gyakorlott becslő, akinek ítélőképessége gyakori összehasonlítások révén már kellően kifejlődött, a fa puszta szemlélete alapján is meg tudja becsülni a köbtartalmat 10—20% pontossággal. A kezdő jóval nagyobb hibákat követ el. Fokozni lehet azonban a becslés biztosságát, ha nem magát a fatömeget ítéljük meg közvetlenül, hanem először egyes könnyebben megbecsülhető méreteket határozunk meg szemmel, s azokat aztán egyszerűen gyakorlati képletekbe helyezvén, rövid számművelettel állapítjuk meg a köbtartalmat.

Azok közül az eljárások közül, amelyeket erre a célra ajánlottak, itt csak a *Denzinéről* emlékezünk meg mint olyanról, amelynek a használhatósága és megbízhatósága már a gyakorlatban is kellően ki van próbálva, *Denzin* képlete a következő :

$$v_t = \frac{d^2}{1000}$$

Itt v_t a *törzs* köbtartalmát, d pedig annak mellmagasság átmérőjét jelenti. Ez a képlet azonban csak akkor érvényes, ha az erdeifenyő: 30 m, a jegenyefenyő: 25 m, a lucfenyő: 26 m, a bükk és tölgy: 26 m magas.

Más magasságok esetén igazítások alkalmazandók, mégpedig *minden méter* különbségért, ha a fa

		magasabb:	alacsonyabb:
az erdeifenyőre nézve	....	+ 3%	—3%
a jegenyefeynőre	«	+ 3%	—4%
a lucfenyőre	«	+ 3%	—4%
a bükk és tölgyre	«	+ 5%	—5%

1. *példa.* Egy jegenyefenyőtörzs magassága 27 m, mellmagassági átmérője 30 cm. Mennyi a köbtartalma?

$$v_t = \frac{30 \times 30}{1000} + \left(\frac{30 \times 30}{1000} \cdot \frac{6}{100}\right) = \mathbf{0{\cdot}954\ m^3}.$$

2. *példa.* Egy jegenyefenyőtörzs magassága 25 m, mellmagassági átmérője 30 cm. Mennyi a köbtartalma?

$$v_t = \frac{30 \times 30}{1000} = \mathbf{0{\cdot}900\ m^3}.$$

Denzin eljárása *Müller* szerint igen jó eredményekkel jár. A szembecsléssel kapcsolatban előnyösen alkalmazható, mert az átmérő és a magasság megítélése sokkal könnyebb, mint magáé a köbtartalomé.

Hazai kísérleti anyagon kipróbálva, *Denzin* módszerével a következő eredményeket értük el:

Fafaj	Az adatok száma	Választék	Eltérés
lucfenyő	312	törzs	+ 0·4%
jegenyefenyő	38	törzs	— 4·7%
bükk	543	vastagtörzsfa	+ 9·5%
bükk	543	vastagfa	— 3·3%

A lucfenyő-törzsfa hibája nem volt nagyobb 10%-nál: 86 esetben, a jegenyefa törzsfáé: 84 esetben, a bükk vastagtörzsfáé: 55 esetben, a bükk vastagfáé: 65 esetben.

A bükk *törzsfára* vonatkozólag nem voltak adataink. Látjuk azonban, hogy *Denzin* eljárása a *vastagfára* (beleértve a 7 cm-nél vastagabb ágrészeket is) szintén jól alkalmazható.

8. A tuskó-, gyökér-, ág- és vékonyfa becslése

A *tuskó és a gyökérfa* köbtartalmának meghatározása állófákon igen bizonytalan, mert itt nem folyamodhatunk az egyedül pontos eljáráshoz, a vízbesüllyesztéshez vagy legalább a súlyméréshez. Ezért csak megközelítő tapasztalati átlagadatokkal számolhatunk anélkül, hogy az eredmények pontossága tekintetében nagyobb igényeket támaszthatnánk. Ez már csak azért sem lehetséges, mert a tuskó magassága a kihasználás körülményei szerint erősen változhatik, a szabálytalan (és egyúttal láthatatlan) gyökérfa meg éppen nem alkalmas a pontos becslére. Amikor egyébként »gyökérfáról« beszélünk, gyakorlatilag mindig csak a tuskóval közvetlenül összefüggő, vastagabb részekre (gyökfő) gondolunk, nem pedig az egész gyökérzetre. A vékonyabb részek mindig a talajban maradnak vissza.

A tuskó- és a gyökérfát (együtt) nagy általánosságban a föld feletti fatömeg 10—20%-ával vehetjük egyenlőnek,[1] illetőleg 1 m^3 összesfára mintegy 0,25 űrm^3 tuskófát számíthatunk. Az akácra nézve *Fekete Zoltán* fatömegtábláit[2] használhatjuk.

Az ágfa mennyiségét az állófákon szintén csak átlagos tapasztalati adatok alapján becsülhetjük meg. Ilyen adatokat többek között *Kunze* is közölt. Ezeket foglalja magában az alábbi táblázat.

Példa: Egy 90 éves lucfenyő magassága 30 m, koronája kezdődik 24 m-nél, törzsének fatömegét becsültük 1·2 m^3-re, mennyi az ágfa köbtartalma?

A koronatő magassága az egész magasság tizedrészeiben kifejezve $\frac{24}{30} = 0{\cdot}8$ a megfelelő ágfaszázalék a táblázat szerint 11%, tehát az ágfa köbtartalma:

$$v_á = 1{\cdot}2\,\frac{11}{100} = 0{\cdot}132\ m^3.$$

Fafaj	Kor év	A koronatő magassága az egész magasság tizedrészeiben kifejezve							
		0·9	0·8	0·7	0·6	0·5	0·4	0·3	0·2
		Az ágak fatömege a törzsfa százalékaiban							
Erdeifenyő	21— 60	7	13	20	28	37	47	—	—
Erdeifenyő	61—140	7	10	14	17	21	—	—	—
Lucfenyő	21— 40	23	25	29	35	42	51	61	73
Lucfenyő	41— 60	15	18	22	28	35	44	55	67
Lucfenyő	61—100	9	11	14	17	21	25	30	—
Lucfenyő	101—140	5	7	10	14	18	29	28	—
Bükk	—	11	12	14	18	23	29	35	44

Ugyancsak felhasználhatjuk az ágfatömeg becslésére az *ágalakszámot* is, mely szintén tapasztalati adat. Ha az ágalakszám nincs adva, közvetett úton meghatározhatjuk azt az összesfa- és a törzsfaakszámokból. Ugyanis, mint láttuk: $f_á = f_ö - f_t$.

[1] *Müller* erdőbecsléstana, 3. kiadás, 251. lap.
[2] Akácfatömegtáblák és szerfabecslési táblázatok, Sopron, 1935.

Ha olyan fatömegtáblánk van, amelyikben mind az összesfa, mind a törzsfa köbtartalma megtalálható (pl. a régi bajor fatömegtáblák) akkor az ágfa tömegét a kettő különbségében kapjuk.

A vékonyfa, vagy amint a német irodalomba nevezik, »rőzse« (Reisig) köbtartalmát akár alakszámmal ($f_{vé} = f_{ö} - f_{va}$), akár a fatömegtábla útján ($v_{vé} = v_{ö} - v_{va}$) számíthatjuk ki, akár pedig, és ez a leggyakorlatiasabb, a *rőzseszázalék-táblázatok* szerint határozhatjuk meg. Ilyen táblázatokat tartalmaznak a *Grundner—Schwappach*-féle fatömegtáblák is. Így a 100 évesnél idősebb bükkre nézve a következő adatokat találjuk bennük (lásd a következő kivonatos táblázatot és az idézett munka magyar kiadásának 18. lapját).

Famagasság m	Mellmagassági átmérő cm											
	13—15	16—20	21—25	26—30	31—35	36—40	41—45	46—50	51—55	56—60	61—65	66—70
	A vékonyfa köbtartalma a vastagfa százalékaiban kifejezve											
12—13	39	42	44	46	48	—	—	—	—	—	—	—
14—15	30	31	33	35	37	38	—	—	—	—	—	—
16—17	23	24	26	28	30	32	33	—	—	—	—	—
18—19	17	18	21	22	23	24	25	25	26	—	—	—
20—21	16	15	17	18	19	19	20	20	21	21	22	—
22—23	13	12	14	16	17	17	18	18	19	19	19	20
24—25	11	11	12	14	15	16	16	16	17	17	17	18
26—27	9	9	10	12	13	14	15	15	15	15	16	16
28—29	—	8	9	11	12	13	14	14	14	14	15	15
30—31	—	7	8	9	11	12	13	13	13	14	14	14
32—33	—	—	7	8	10	11	12	12	13	13	13	13
34—35	—	—	6	7	9	11	11	12	12	12	12	12
36—37	—	—	—	6	8	10	11	11	11	12	12	12
38—39	—	—	—	—	7	9	10	11	11	11	11	12

Példa: Egy 120 éves bükkfa magasságát 26 m-nek, mellmagassági átmérőjét 33 cm-nek találtuk. Mennyire becsülhető a vékonyfa mennyisége?

A vastagfa köbtartalma a *Grundner—Schwappach*-féle fatömegtábla szerint (10. lap) 1,132 m³, a rőzsefaszázalék a fenti táblázat szerint: 13%, tehát a keresett köbtartalom:

$$v_{vé} = 1.132 \times \frac{13}{100} = \mathbf{0.147\ m^3}.$$

Ismételten hangsúlyozzuk, hogy mindezek a tapasztalati adatok csak *hozzávetőleges* pontosságú eredményeket szolgáltatnak és használatuk különösen *egyes* fák becslésében *igen tetemes* hibával járhat. Ezért általában csak akkor szoktuk ezeket alkalmazni, amikor a fák nagyobb sokaságáról (faállomány) van szó, amikor tehát remélhetjük, hogy a különböző értelmű eltérések nagyjából kiegyenlítik egymást.

Harmadik szakasz

A FAÁLLOMÁNY SZERKEZETE

A faállományszerkezettan voltaképpen önálló tudományágnak tekinthető, s szigorúanvéve nem tartozik az erdőbecsléstan megszokott tárgykörébe. Minthogy azonban a faállomány becslési módjainak megértése és elméleti jogosultságuknak helyes elbírálása megkívánja, hogy a faállományszerkezettan alapelemeit ismerjük, azért iktattuk be ide ezt a »szakaszt«, melynek anyagát voltaképpen különálló »részben« kellett volna tárgyalnunk.

1. A faállomány fogalma

Faállomány alatt az erdő fáinak *összességét* értjük valamely területen. Az erdőrendezés elvei alapján elkülönített minden terület, a rajta lévő állófákkal együtt, mint a gazdasági beosztás legkisebb egysége, egy-egy *erdőrészlet.* A faállomány tehát gyakorlati értelemben az erdőrészletnek csak egyik alkotórésze, a másik a talaj, melyen a faállomány áll.

A faállomány alakja az alkalmazott üzemmódtól függ és sokféle lehet.

A tarvágással használt erdőt a vágás után azonnal fel szokták újítani. Ez magvetéssel vagy csemeteültetéssel történhetik. Az ilyen módon keletkező *egykorú szálerdő* faállománya kor tekintetében egyszerűbb összetételű, mint a *fokozatos felújításból* származó faállomány. Az utóbbi ugyanis nem egyszerre keletkezik, hanem több (10—20) év alatt, amint a többszöri megritkítással levágott erdő talaját a természetes magvetődésből keletkező csemeték fokozatosan benépesítik.

Egykorú faállomány keletkezik akkor is, ha a fiatalon kihasznált erdő a földben visszamaradt tuskók kisarjadzása útján újul meg. Ekkor *sarjerdővel* van dolgunk.

Ha a sarjerdőben idősebb, nagyobb méretű magról kelt törzseket is nevelünk, *középerdő* áll elő. Ha pedig a legkülönbözőbb korú fákat egymással összekeverve tenyésztjük s közülük főleg a vágásra már érett, nagyobb méretű törzseket használjuk ki: *szálalóerdő* *keletkezik.* Ez tulajdonképpen az *őserdőknek* utánzata, azzal a különbséggel, hogy az utóbbiban a legidősebb fák maguktól halnak ki, a szálalóerdőből ellenben mindig mesterségesen távolítjuk el az érett fákat, mielőtt még olyan magas kort érhetnének el, hogy az a faanyag műszaki tulajdonságainak ártalmára lehetne.

Szükséges, hogy az erdőbecsléstan alkalmas becslési módszereket szolgáltasson bármely erdőalak számára. Mégis a legtöbbször az egykorú és közelegykorú erdők becslése fordul elő a gyakorlatban s ehhezképest mi is főképpen ebben az értelemben fogunk a faállomány szerkezetével foglalkozni.

Sokszor megkülönböztetést teszünk a *főfaállomány* (vagy egyszerűen: *főállomány)* és a *mellékfaállomány* (vagy egyszerűen *mellékállomány)* közt is. Ezeknek a fogalmaknak a tisztázása nem erre a helyre tartozik, hanem az erdőrendezéstan, illetőleg az erdőműveléstan körébe. Itt csakis az erdőbecsléstani értelemben felfogott mellékállomány fogalmát világítjuk meg.

A faállományt alkotó fák folytonos növekedésük miatt mind nagyobb és nagyobb területet kívánnak meg. Ez arra vezet, hogy az egymásmellett álló faegyedek közt versengés fejlődik ki, melynek folyamán a fejlődőképesebb törzsek a gyengébb fejlődésüeket elnyomják, s az utóbbiak a kellő növőtér hiánya miatt (főképpen a beárnyékolás következtében) elpusztulnak. Hogy ezeket a törzseket az értékesítés számára megmenthessük, nem várjuk meg, amíg valóban kihalnak, hanem idejekorán kivágjuk és értékesítjük azokat. Ugyanakkor eltávolíthatjuk mindazokat a törzseket is, amelyek, bár az elnyomatás közvetlen veszélyének kitéve nincsenek, rossz növésük vagy kóros elváltozásaik miatt a szakszerű erdőnevelés elvei értelmében nem hagyhatók meg észszerűen a faállományban, illetőleg, amelyeknek kivágása által értékesebb fák növekedését mozdíthatjuk elő. Ezt a műveletet (melyet hosszabb-rövidebb időközökben meg szoktak ismételni) *gyérítésnek*[1] nevezzük. Az erdőbecsléstanban a mellékfaállomány alatt mindig csak a gyérítés útján kihasználandó fák összességét fogjuk érteni. A faállomány többi része: a *főállomány.*

2. A faállomány külső szerkezete

A faállomány külső szerkezetének tényezői: a záródás, a sűrűség és az elegyarány.

a) A *záródás* az a viszonyszám, amely a fák elfoglalta területnek az erdőrészlet egész területéhez való arányát fejezi

[1] Régebben *áterdőlésnek* is nevezték, a német *Durchforstung* mintájára. *Vadas erdőlésnek* nevezte el.

ki. Ha pl. a záródás 0·6, ez azt jelenti, hogy a fák koronáinak vízszintes vetülete együttesen csak 0·6 részét foglalja el az erdőrészlet egész területének. A többi 0·4 rész a fák közt szétszórt hézagokra esik.

A záródási viszonyszámot mindig tizedestört alakjában (1 vagy 2 tizednyi pontosságig) vagy százalékban fejezzük ki. Meghatározása a gyakorlatban egyszerű szembecsléssel szokott történni. Ha a záródás nagyobb 0·5-nél (ez a gyakoribb eset), akkor célszerű az erdő bejárása alkalmával először a *hézagokra* eső terület arányát megbecsülni, és az így kapott viszonyszámot az egységből levonni. Ha pl. azt találnók, hogy az erdő mennyezetében (a lombkoronák közt) mutatkozó hézagok a területnek mintegy 0·2 részét foglalják el, akkor a záródási viszonyszám: 1·0—0·2 = 0·8 volna. A záródás megítélésében rövid gyakorlat után akkora jártasságot szerezhetünk, hogy 0·1-nél nagyobb hibát ritkán követünk el.[1]

b) A sűrűség a faállomány valóságos fatömegének ahhoz a fatömeghez való viszonya, amelyet a faállomány a meglevő termőhelyi viszonyok közt, a légköri és a talajbeli tenyészeti tényezők *teljes* kihasználása esetén magában foglalhatna.

A sűrűségi viszonyszámot szintén tizedestört alakjában (1 vagy 2 tizedesnyi pontossággal), vagy százalékban szoktuk kifejezni. Ha pl. azt mondjuk, hogy valamely faállomány sűrűsége 0·7, ez azt jelenti, hogy csak két tizedrésze van jelen annak a fatömegnek, amely ott lehetne, ha sem az emberi beavatkozás, sem az elemi csapások (széldöntés, hótörés, rovarkárok stb.) nem zavarták volna meg a faállomány nyugodt fejlődését és nem okoztak volna hézagokat az erdő testén. A sűrűség legmagasabb foka *a teljes sűrűség,* viszonyszáma: 1·0.

A fiatal- és középkorú szálerdőben elég gyakran fordul elő a teljes sűrűség, az idősebb faállományokban azonban, amelyek a káros hatásoknak hosszabb ideig voltak kitéve, aránylag ritkán találjuk azt meg. Vannak táblázataink, amelyekből kiolvashatjuk a teljes sűrűségre (és a területegységre) vonatkoztatott fatömeget, ha az illető erdőrészlet talajának termőképességét (a termőhelyi osztályt) és a faállomány korát ismerjük. Ezeket a táblázatokat, a *fatermési táblákat* a teljes sűrűség feltételének valóban megfelelő tapasztalati adatok alapján szerkesztjük. Ha a valóságos fatömeget összehasonlítjuk a fatermési táblákból kiolvasott fatömeggel, a sűrűségi viszonyszámot kapjuk. Ha a becsült fatömeg pl. 210 m³, a fatermési táblából kiolvasott pedig 300 m³, akkor a sűrűség:

$$s = \frac{210}{330} = 0{\cdot}7.$$

[1] Ezt a szerző szabatos (fényképezéssel egybekötött) kísérletek alapján bizonyította be.

A fatermési táblák berendezésével és szerkesztésük módjaival később foglalkozunk. Itt csak egészen kivonatos fatermési táblákat mutatunk be abból a célból, hogy azokat az alább tárgyalandó példák magyarázatához felhasználhassuk.

Kivonat a fatermési táblákból

(Schwappach adatai 1 k. holdra számítva)

Kor	Bükk					Jegenyefenyő					Lucfenyő					Kor
	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.	
	termőhelyi osztály															
év	Összesfa 1 kat. holdon köbméterekben															év
30	74	47	28	16	6	73	54	40	26	12	131	91	59	40	—	30
40	122	88	62	36	13	187	140	98	62	32	209	156	109	79	49	40
50	169	131	96	68	38	312	296	171	110	62	285	222	168	125	80	50
60	217	173	131	97	63	409	313	236	161	99	346	281	221	168	113	60
70	257	210	162	122	82	485	377	291	209	139	392	327	261	198	139	70
80	287	240	189	144	98	544	432	338	252	176	429	358	287	220	156	80
90	313	265	213	162	112	593	479	379	288	205	457	380	305	233	167	90
100	336	287	234	178	125	633	518	414	317	230	475	392	315	242	172	100
110	357	307	252	192	137	666	550	444	344	253	486	401	320	247	—	110
120	377	325	267	204	147	696	576	470	369	275	490	404	323	247	—	120

1. példa. A faállomány tiszta jegenyefenyves. Kora 100 év, egy holdra eső fatömegét 430 m³-re becsültük. A termőhely megfelel a fatermési táblák II. termőhelyi osztályának. Mennyi a faállomány sűrűsége?

$$s = \frac{430}{518} = 0{\cdot}8.$$

A nevezőben szereplő 518 m³-t a fatermési tábla megfelelő rovatainak a keresztezésében olvastuk ki. Az eredmény pontosabban 0·83 volna, de minthogy a sűrűséget rendesen csak 1 tizednyi pontossággal tüntetjük fel, a második tizedes a jelen esetben a kikerekítéskor kiesik. (Ha ez a második tizedes 5 vagy annál nagyobb szám, javítást veszünk tőle.)

2. példa. Valamely elegyes faállomány összetétele a következő (lásd az elegyarányról szóló részt a 272. lapon): B 0·5, Jf 0.4, Lf 0·1. Az egy holdra eső fatömeg:

$$\begin{array}{rl} B: & 100 \text{ m}^3 \\ Jf: & 126 \text{ «} \\ Lf: & 42 \text{ «} \\ \hline \text{Összesen}: & 268 \text{ m}^3 \end{array}$$

A kor 110 év, a termőhely: III. Kiszámítandó a sűrűség. Ennek kétféle módja van.

a) Mindenekelőtt megállapítjuk a fatermési táblák szerint, mennyi volna egy holdon annak a teljes sűrűségű faállománynak a fatömege, mely összetételére nézve a kérdéses faállománnyal egyezik meg. Ebből a célból a fatermési táblában kimutatott fatömeget szorozzuk a fentebb megadott »elegyarányszámokkal« s az így kapott adatok összegével osztjuk a valóságos fatömeget. Az osztás eredménye adja a sűrűséget:

$$\begin{array}{rl} B: & 252 \times 0{\cdot}5 = 126 \text{ m}^3 \\ If: & 444 \times 0{\cdot}4 = 178 \text{ «} \\ Lf: & 320 \times 0{\cdot}1 = 32 \text{ «} \\ \hline & \text{Összesen: } 336 \text{ m}^3 \end{array}$$

A sűrűség tehát: $\frac{268}{336} = 0{\cdot}8$

b) Megoldható a feladat úgy is, hogy a helyszínén talált fatömegeket minden fafajra nézve külön-külön osztjuk el a fatermési táblákból kiolvasott fatömeggel s az így kapott eredményeket összegezzük:

$$\begin{array}{rl} B: & \frac{100}{252} = 0{\cdot}40 \\ If: & \frac{126}{444} = 0{\cdot}28 \\ Lf: & \frac{42}{320} = 0{\cdot}13 \\ \hline & \text{Összesen: } 0{\cdot}81 \end{array}$$

Tehát kereken: $s = 0{\cdot}8$

Az *a)* alatti eljárás előnye, hogy csak *egy* osztást kíván. Ezt azonban csak akkor alkalmazhatjuk, ha az elegyarányviszonyszámot (0·5, 0·4, 0·1) ismerjük, különben a *b)* alatt tárgyalt eljáráshoz kell folyamodnunk, melynek éppen az az előnye, hogy nincs az elegyarány ismeretéhez kötve.

A sűrűség kiszámításának fennebb tárgyalt módjait csak akkor alkalmazhatjuk, ha a faállomány fatömegét valamely közvetlen becslési móddal már valóban meghatároztuk. Ez azonban rendszerint csak a vágásra érett faállományokban szokott megtörténni, amelyek már a legközelebbi 10—20 év alatt véghasználatra kerülnek. A többiekben a sűrűséget mindig *szembecslés* útján állapítjuk meg.

Az erdőrészlet bejárásakor szerzett kép alapján közvetlenül megítélni azt, hogy hányadrésze van jelen a teljes sűrűség esetén létezhető fatömegnek, igen nehéz volna. Lényegesen megkönnyíti azonban a munkát az a körülmény, hogy a záródási és sűrűségi viszonyszám általában véve közel áll egymáshoz. Ha a záródás *teljes*, akkor a fák koronái mindenütt érintkeznek egymással, s számbavehető hézagok nem szakítják meg az erdő mennyezetét. Ekkor a fák többnyire teljesen kihasználják lombozatukkal a világosságot és a gyökérzetükkel a talajt. Azaz: a faállomány sűrűsége is teljes.

Ha pedig hézagok foglalják el a terület egy hányadrészét, tehát a záródás 1·0-nél kisebb, akkor megközelítően ugyanolyan arányban kisebb a sűrűség is a teljes sűrűségénél. Ezzel a sűrűség meghatározásának a kulcsa is a kezünkbe van adva. Sokszor azonban a záródási viszonyszámot mégis megfelelően módosítanunk kell, hogy a sűrűséget kapjuk. Így az igen jó talajon s különösen az *árnyéktűrő* fafajok esetében előfordulhat az, hogy a fák koronái nemcsak érintkeznek, hanem részben egymásba is nyomulnak, és a széleiken takarják egymást. Ilyenkor a koronák vízszintes vetületeinek az összege nagyobb, mint az erdőrészlet területe: a záródás nagyobb az egységnél (pl. 1·1). A sűrűség ellenben 1·0-nél nagyobb sohasem lehet. Ilyenkor tehát a becsült záródási viszonyszámot elméletileg csökkentenünk kell, hogy a sűrűségi viszonyszámhoz jussunk. A silány termőhelyeken és a *fényigényes* fafajokra nézve viszont az ellenkező helyzet fordulhat elő: a fák között hézagok vannak, tehát a záródás nem teljes, holott a talaj több fát táplálni már nem bír, azaz a sűrűséget teljesnek kell minősítenünk. Ilyenkor tehát a záródási viszonyszámot felfelé igazítjuk ki, hogy a sűrűséget kapjuk. Ezek az igazítások azonban a 0·1—0·2-t aránylag ritkán mulják felül, tehát a záródás még ilyenkor is elég biztos alap a sűrűség megítéléséhez.

Semmiesetre sem helyes, azonban, ha a sűrűségi viszonyszámot feltétlenül s mintegy elvképpen mindig a záródási viszonyszámmal tekintjük egyenlőnek. Így néha igen nagy hibákat követhetünk el a fatömeg- és a növedékszámításban. Szükséges tehát, hogy az alkalmazandó módosítás megítélése ne történjék puszta találgatással, hanem a valóságnak megfelelő számszerű alapja legyen.[1]

Ezeket a számszerű adatokat csak kiterjedt kísérletek alapján lehet megszerezni. Különösen jó alkalmat szolgáltatnak ehhez a fatermési táblák készítésével kapcsolatos munkálatok. Ilyen alapon készült például a hazai akácállományokra vonatkozólag az alábbi táblázat, mely a sűrűség és a záródás viszonyáról világosít fel:

A sűrűség és záródás viszonya a hazai akácosokban[2]

Záródás	Sűrűség az					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	termelőhelyen					
0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·2	0·2
0·2	0·2	0·2	0·3	0·3	0·3	0·5
0·3	0·3	0·3	0·4	0·4	0·5	0·7
0·4	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6	1·0
0·5	0·6	0·6	0·6	0·7	0.8	—
0·6	0·7	0·7	0·7	0·8	0·9	—
0·7	0·8	0·8	0·8	0·9	—	—
0·8	0·9	0·9	1·0	1·0	—	—
0·9	1·0	1·0	—	—	—	—
1·0	—	—	—	—	—	—

[1] L. *Fekete Z.:* A sűrűségi és záródási viszonyszám helyes értelmezése. (Erd. Lapok, 1938, 841. lap.)

[2] *Fekete Z.:* Akácfatermési táblák, Sopron 1937, 85. lap. Erd. Lapok 1938, 848. lap.

Példa: Egy III. termőhelyű akácos záródását szembecsléssel 0·8-nek becsültük. Milyen sűrűség felel meg ennek?

A táblázat szerint a keresett sűrűségi viszonyszám: 1·0.

A tölgyesek sűrűségének megítéléséhez a szerző következő táblázatát használhatjuk.[1]

A sűrűség és záródás viszonya a hazai tölgyesekben

Záródás	Sűrűség az					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	termelőhelyen					
0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1	0·1
0·2	0·2	0·2	0·2	0·3	0·3	0·3
0·3	0·3	0·4	0·4	0·4	0·4	0·5
0·4	0·5	0·5	0·5	0·5	0·5	0·6
0·5	0·6	0·6	0·6	0·6	0·7	0·8
0·6	0·7	0·7	0·7	0·8	0·8	0·9
0·7	0·8	0·8	0·9	0·9	1·0	—
0·8	0·9	0·9	1·0	1·0	—	—
0·9	1·0	1·0	—	—	—	—
1·0	—	—	—	—	—	—

A többi fafajra vonatkozólag hasonló, szabatos megfigyelései ken alapuló összefüggéseket még nem állapították meg. Annyazonban bizonyos, hogy az árnyéktűrő fafajokra nézve (bükki gyertyán, lucfenyő, jegenyefenyő) a záródás és a sűrűség közt az, eltérés jóval kisebb, mint amilyeneket a tölgy és az akác esetében láttunk. S minthogy a záródást a *gyakorlatban* még a legjobb termőhelyen sem szokás az egységnél nagyobbra becsülni, nyilvánvaló, hogy többnyire nem követhetünk el nagyobb hibát, ha az árnyéktűrő fafajok sűrűségi viszonyszámát a záródással helyettesítjük. Biztosat mondani azonban errenézve csak akkor lehet, ha majd az említett két tényező vonatkozásait minden fafajra nézve pontos kísérletek alapján, számszerűen is ki tudják mutatni.

Fontos még tudnunk azt, hogy a sűrűséget a gyakorlatban gyakran másképp értelmezik, mint ahogy azt fennebb leírtuk.

A sűrűségi viszonyszám megítéléséhez ugyanis nemcsak a fennebbi értelemben felfogott feltétlen (abszolút) sűrűséget használhatjuk az összehasonlítás alapjául, hanem azt a gyakorlatilag értelmezett *szabályszerű* sűrűséget is, amelyet az alkalmazott állományápolási rendszerrel általánosságban el lehet érni. Ha azokban a számításokban, amelyek a sűrűség ismeretét tételezik fel, e akarjuk kerüln

[1] Fatermés és faállományszerkezeti vizsgálatok a hazai tölgyesekben, 40. old.

a nagyobb hibákat, igen vigyáznunk kell a sűrűség helyes értelmezésére s az alkalmazott fatermési táblák természetét teljesen ismerünk kell. *A Feistmantel*-féle és a *Greiner*-féle fatermési táblákban kimutatott fatömegek többé kevésbbé a »feltétlen« vagy »természetes« teljes sűrűségre vonatkoznak, a *Schwappach*-félék ellenben a »gazdasági szabályos sűrűséget« veszik alapul, mely a természetes teljes sűrűségnél jóval kisebb.

c) Az *elegyarány.* Ha a faállományt egyetlen fafaj alkotja, akkor azt *elegyetlennek* mondjuk. Ha két vagy több fafaj van benne összekeveredve, akkor a faállomány *elegyes.* Az egyes fafajok által elfoglalt területeknek az egész faállomány területéhez való viszonyát az *elegyarány-viszonyszám* fejezi ki. Ezt is 1 vagy 2 tizedes pontossággal, vagy százalékokban szoktuk feltüntetni. Valamely faállomány elegyarányát pl. a következő alakban adhatnók:

Jf: 0·5
T: 0·3
B: 0·2

Ez azt jelenti, hogy a faállomány elfoglalta egész területből (az esetleges hézagokkal együtt) 0·5 rész esik a jegenyefenyőre 0·3 a tölgyre és 0·2 rész a bükkre.

Az elegyarányt az erdőrészlet bejárásával kapcsolatban szintén többnyire csak szembecsléssel szoktuk megállapítani. Ha azonban a fatömeget is közvetlenül becsültük meg, akkor módunkban áll az elegyarányviszonyszámot a fatermési táblák segítségével számítás útján is meghatározni. Ez mindenesetre megbízhatóbb eljárás, mint a szemrebecslés, azonban a dolog természeténél fogva általában csak a vágásra érett faállományokban alkalmazható. A követendő eljárásról az alábbi példák adnak felvilágosítást:

1. *példa.* Egy elegyes faállományban a becslés eredményeképpen a következő fatömegeket kaptuk:

B: 1870 m³
Jf: 876 m³ Kor: 90 év, termőhely IV.

Meghatározandó az elegyarány.

Az erdőrészlet területe nincsen ugyan adva, de azért a fatermési tábla segítségével meghatározhatjuk az egyes fafajok által teljes sűrűség esetén elfoglalt területeket. Ha a sűrűség a valóságban nem teljes, ez az eredmény helyességére nincs hatással. Mert ne felejtsük el, hogy az elegyarány szintén csak *viszonyszám*, amely az egyes fafajok területi arányát fejezi ki az egész terület tizedeiben.

Hogy teljes sűrűség esetén az egyes fafajok mily nagy területet foglalnának el, azt úgy állapítjuk meg, hogy a talált fatömeget elosztjuk a fatermési táblákból (268. lap) egy k. holdra leolvasott fatömeggel.

Tehát a bükkre esnék: 1870 : 162 = 11·5 k. hold
a jegenyefenyőre: 876 : 288 = 3·0 « «

A két fafajra eső összes terület tehát: 14·5 k. hold.

Az egyes fafajok területaránya az egész területhez (tehát az elegyarány) pedig:

$$B = \frac{11{\cdot}5}{14{\cdot}5} = 0{\cdot}8$$

$$Jf = \frac{3{\cdot}0}{14{\cdot}5} = 0{\cdot}2.$$

A két viszonyszám összegének az egységet kell eredményezni: 0,8 + 0,2 = 1,0

2. példa. A fatömegbecslés 1 k. holdra a következő eredményeket szolgáltatta:

B: 80 m^3
Jf: 170 «
Lf: 140 «

Kiszámítandó az elegyarány, ha a kor 120 év és a termőhely megfelel a fatermési táblák I. termőhelyi osztályának (268. lap).

Az egyes fafajok elfoglalta területet úgy kapjuk, hogy az adott fatömegeket a fatermési táblákból kiolvasott fatömegekkel osztjuk.

A bükk elfoglal ...... $\frac{80}{377} = 0{\cdot}21$ k. holdat
a jegenyefenyő elfoglal $\frac{170}{696} = 0{\cdot}24$ « «
a lucfenyő elfoglal .... $\frac{140}{490} = 0{\cdot}29$ « «

Összesen: 0·74 k. holdat.

Az elegyarány tehát:

$$B: \frac{0{\cdot}21}{0{\cdot}74} = 0{\cdot}3$$

$$Jf: \frac{0{\cdot}24}{0{\cdot}74} = 0{\cdot}3$$

$$Lf: \frac{0{\cdot}29}{0{\cdot}74} = 0{\cdot}4.$$

3. példa. A becsült fatömeg 1 kat. holdon: *B:* 100 m^3
Jf: 100 m^3

Kor 80 év, termőhely = II., elegyarány = ?

A már ismert műveleteket végrehajtjuk. $B: = \frac{100}{240} = 0{\cdot}42$ k. hold
$Jf: = \frac{100}{432} = 0{\cdot}23$ « «

Összesen: 0·65 k. hold.

És az elegyarány: $B: \dfrac{0{\cdot}42}{0{\cdot}65} = 0{\cdot}6$

$$Jf: \frac{0{\cdot}23}{0{\cdot}65} = 0{\cdot}4.$$

Ez a példa fontos tanulsággal szolgál. Azt bizonyítja ugyanis, hogy a területi *elegyarány nem azonos a fatömegek arányával.* A fatömeg mind a bükkre, mind a jegenyefenyőre nézve 100 m³ egy holdon, a fatömegarány tehát ez volna:

$B: = 0{\cdot}5$
$Jf = 0{\cdot}5$. Ezzel szemben a *területarány,*

amit közönségesen elegyaránynak nevezünk: $B = 0{\cdot}6$, $Jf = 0{\cdot}4$.

3. A faállomány belső szerkezete

a) *Általános szemléletek*

Ha a faállományt egykorú és egyfajú fák alkotják is, azok sohasem egyenlők sem a mellmagassági átmérő, sem pedig az alakszám tekintetében. Hiába ültetnénk pl. teljesen egyenletesen megmunkált talajra teljesen egyenlően fejlett csemetéket, már rövid idő mulva azt tapasztalnók, hogy növekvésbeli különbségek mutatkoznak rajtuk. A csemeték öröklött növekvési erélye ugyanis más és más és nem akad két olyan példány, amelyik minden tekintetben állandóan és teljesen egyenlően fejlődnék. Még kevésbbé nőhet az összes fa egyformán, ha az erdőrészlet talajviszonyaiban és felületi alakulatában is különbségek vannak. Egyik fa televényesebb, a másik silányabb talajon áll, s a lépten-nyomon változó nedvességi viszonyok, a talaj ásványi összetételében, fizikai tulajdonságaiban és a fényviszonyokban mutatkozó apróbb eltérések mind hozzájárulnak ahhoz, hogy az egyik törzs gyorsabban, a másik lassabban nő. A különbségek később mind szembetűnőbbek lesznek, s amikor a szomszédos fák már egymásnak a növőterét veszélyeztetik, mind erősebben kifejlődik közöttük a versengés. Ennek a gyöngébbb egyedek áldozatul esnek, nem bírván ki az erősebb fejlődésű szomszédok nyomását. Egy darabig az ilyen elnyomott példányok sínylődnek még, de a feléjük boruló idegen lombozat árnyékában előbb-utóbb elpusztulnak. Ez a versengés a faállomány egész életén át tart, míg csak az erdő elvénülve magától ki nem gyérül, illetőleg míg a fejsze a versengésnek véget nem vet.

Ha azt vizsgáljuk, hogy az egykorú erdő fáinak száma hogyan oszlik meg a vastagság, magasság és köbtartalom szerint, azt találjuk, hogy ebben a megoszlásban határozott törvényszerűség van, mely minden természetes fejlődésű faállományban felismerhető.[1] Ezért a faállományt a fák sokaságából álló szerves csoportosulásnak kell tekintenünk. Azoknak a tényezőknek egymáshoz való viszonyával, amelyek a faállomány belső összetételét jellemzik, a szorosabb értelemben vett *faállományszerkezettan* foglalkozik. Mi ezt a tárgyat csak röviden érintjük s a faállományszerkezettanból csak néhány alapvető tételre terjeszkedünk ki.

b) *A fatömegtényezők és azok gyakorlati meghatározása általában*

α) Alaptételek

A faállomány szerkezetének sarkalatos alaptétele a következő:

$$V = G \,.\, H \,.\, F \tag{1}$$

V a faállomány fatömegét, G ugyanannak mellmagassági körlapösszegét, H a faállomány átlagos magasságát és F a faállomány alakszámát jelenti.

Az előbbi tényezőket (G, H, F), amelyeknek szorzata a fatömeget adja, általában *fatömegtényezőknek* nevezzük. Az *egyes* fára nézve a fatömegtényezők: g, h, f (illetőleg ezeknek szorzatai: gf, hf és gh). Közvetve a mellmagassági átmérőt, illetőleg a faállományra nézve ezenkívül a törzsek számát is a fatömegtényezők közé számíthatjuk.

Az 1. alatti képletből még a következők vezethetők le:

$$G = \frac{V}{H \,.\, F} \tag{2}$$

további $$H = \frac{V}{G \,.\, F} \tag{3}$$

és $$F = \frac{V}{G \,.\, H} \tag{4}$$

A $H.\, F$ szorzat a faállomány *tömegmagassága*, a $G \,.\, F$ a faállomány *tömegkörlapja*, $G \,.\, H$ pedig az *állomány-alaphenger* vagy *nyershenger*. A faállomány fatömege tehát egyenlő a nyershenger és az alakszám szorzatával. Ennek olyan henger térfogata felel meg, melynek alapsíkja G, magassága pedig a tömegmagasság. ($H \,.\, F$) Ez az *állomány-tömeghenger*.

[1]Erdészeti kísérletek, 1917, 41., 69. és 1918, 201. lap; továbbá Erd. Lapok, 1918, 47., 153. és 251. lap.

A fennebbiekből következik, hogy: $H.\ F = \frac{V}{G}$ (5)

$$G.\ F = \frac{V}{H} \quad (6)$$

$$G.\ H = \frac{V}{F} \quad (7)$$

β) A körlapösszeg és az átlagos körlap

A *G*-t gyakorlatilag úgy kapjuk meg, hogy a faállományt alkotó fák mellmagassági keresztszelvényének területét összegezzük. Ha ezt az összeget a fák számával (*N*) elosztjuk, kapjuk a faállomány *átlagos körlapját.*

$$g_{med} = \frac{G}{N} \quad (8)$$

Ennek az átlagos körlapnak a fatömegbecslésben fontos szerep jut. A 8. képletből az is bekövetkezik, hogy:

$$G = g_{med} \cdot N. \quad (9)$$

Ezzel a faállományszerkezet tényezői közé kerül közvetve a törzsek száma is.

γ) Az átlagos mellmagassági átmérő

(d_{med}, vagy egyszerűen *d*)

A faállomány átlagos körlapja az átmérővel kifejezve:

$$g_{med} = \frac{d_{med}^2 \pi}{4}$$

Ebből

$$d_{med} = \sqrt{\frac{4\ g_{med}}{\pi}} \quad (10)$$

Ez a képlet felvilágosít arról, hogy az átlagos átmérő az összes törzsek átmérőinek nem egyszerű számtani átlaga, hanem *négyzetes* középszáma.

A pontos kísérleti eredmények azt mutatják, hogy az ilyen átmérőjű törzsek egy árnyalattal gyengébbek, mint azok, amelyek a fatömeg valódi számtani átlagát képviselik. Az eltérés azonban gyakorlatilag nem számottevő.[1]

[1] *Tischendorf:* Lehrbuch der Holzmassenermittelung, 119. lap és *Fekete Z.:* Az átlagtörzs helye a faállományban. (Erd. Kísérletek, 1943—44, 383. lap.)

δ) Az átlagos magasság

A 3. képlet szerint: $H = \frac{V}{G \cdot F}$ Gyakorlatilag ez a képlet általában nem alkalmazható, mert olyan tényezők (V és F) ismeretét feltételezi, amelyek erre a célra előzetesen nincsenek a becslő birtokában. E helyett olykor az alábbi (Lorey-féle[1]) képlethez folyamodhatunk, mely a gyakorlat számára is hozzáférhető s emellett megközelítőleg az elmélet követelményeinek is megfelel.[2]

$$H = \frac{G_1 h_1 + G_2 h_2 + \ldots\ldots + G_n\ h_n}{G_1 + G_2 + \ldots\ G_n} \tag{11}$$

Ebben $G_1\,G_2 \ldots G_n$ az egyes vastagsági *fokok* (pl. a 21, 22, 23 stb. cm mellmagassági átmérőjű törzsek) körlapösszegét, h_1, h_2, ... h_n pedig ugyanazok átlagos magasságát jelenti. Ez a képlet feltételezi, hogy a $G_1\,h_1 \ldots\ldots G_n\,h_n$ értékek analitikailag egy egyenesben feküsznek, mert nyilvánvaló, hogy a $G_1 + G_2 + \ldots\ + G_n$ összeggel való osztás útján csak így kaphatunk elméletileg helyes számtani középszámot.

Ez, mint később látni fogjuk, a valóságban megközelítőleg így is van s ezért nem követünk el számbavehető hibát, ha ebből a feltételből indulunk ki. Sőt akkor sem tévedhetünk sokat, ha a G_1, G_2, ... G_n helyére a több vastagsági fokot egyesítő *vastagsági osztályok* körlapösszegét, h_1, h_2, ... h_n helyébe pedig ugyanazok átlagos magasságát helyezzük a képletbe. Gyakorlatiasnak a képlet csakis *ilyen értelemben* mondható. Már itt is előrebocsátjuk, hogy általában csak ritkán szoktunk 3 vastagsági osztálynál többet alakítani.

A törzsek átlagos magasságát vastagsági fokonkint *különkülön*, legcélszerűbben függvényábrás úton határozhatjuk meg. Ebből a célból a faállományban elszórva próbaméréseket végzünk. Megmérjük különféle vastagságú törzseknek a mellmagassági átmérőjét átlalóval és a magasságát magasságmérővel. Minden egyes vastagsági fokra kiterjeszkednünk ezzel kapcsolatban fölösleges ugyan, de mégis törekednünk kell arra, hogy a mérések a legkisebb és a legnagyobb méretek közt lehetőleg egyenletesen oszoljanak meg, tehát a vastagsági fokok egész csoportjait ne hagyjuk ki. Fafajra nézve elegyes faállományokban minden fafajra külön-külön kell a mérést elvégezni. Egy-egy fafajra elegendő 20—30 fának a

[1] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1901, 31. lap.
[2] *Lönnroth:* Der stereometrische Bestandesmittelstamm. 1926, 26. lap.

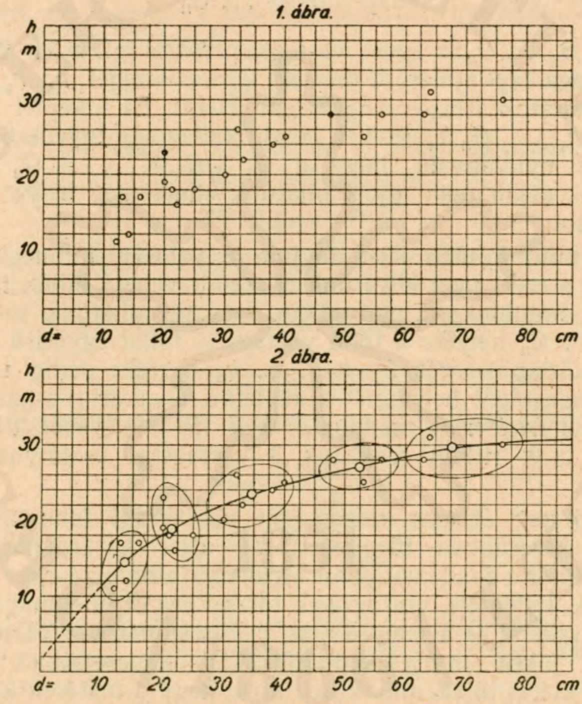
méreteit meghatározni, hogy annak alapján a magasság görbéjét kellő biztonsággal szerkeszthessük meg.

Példa. Egy bükkös erdőrészletben 20 fának a mellmagassági átmérőjét és magasságát mértük meg. A nyert adatok a következők voltak:

$$d = 76, 64, 20, 40, 32, 14, 21, 16, 30, 56, 12, 22, 48, 25, 33, 20, 38, 13, 53, 63 \text{ cm.}$$

$$h = 30, 31, 19, 25, 26, 12, 18, 17, 20, 28, 11, 16, 28, 18, 22, 23, 24, 17, 25, 28 \text{ m.}$$

Az adatokat olyan tengelyrendszerben tüntetjük fel, amelyben a metszék a mellmagassági átmérőt, a rendszál a magasságot



81. ábra. A faállomány magassági görbéjének szerkesztése. 1. ábra: A mért magasságok felrakása, 2. ábra: csoportok alakítása s az átlagpontok vezetésével a kisimítógörbe megszerkesztése.

ábrázolja. Ez a mi esetünkben a 81. (1) ábrán bemutatott képet eredményezi (körülkarikázott pontok). Az így kapott pontvonulaton át kell most a kiegyenlítő görbét meghúzni (81. (2) ábra).

Ezt kellő gyakorlat után elegendő biztossággal tehetjük, minden különösebb segítőfogás alkalmazása nélkül.

Jobban tesszük azonban, ha először néhány *vezérpont (iránypont)* helyét határozzuk meg, s a görbét azután ezeken át, vagy ezek *közé* fektetjük. A görbének síma futásúnak, töréstől mentesnek kell lennie. A vezérpontok összerendezői az egyes pontcsoportok összerendezőinek számtani közepei (a csoport *súlypontjának* összrendezői). A felrakott pontokat úgy foglaljuk kisebb csoportokba, amint megoszlásukhoz képest ez a legcélszerűbbnek mutatkozik.

A 81. (2) ábra azt mutatja be, hogyan lehetne az (1) ábrán látható pontokat ilyen természetes csoportokba foglalni. Minden csoporton belül nagyobb karikával van körülvéve a vezérpont (iránypont). A 3. csoport vezérpontjának az összerendezőit pl. a következőképen határoztuk meg.

A csoportban lévő pontok

metszékei : (mellmag. átm. cm)	rendszálai : (magasság m)
30	20
32	22
33	24
38	25
40	26
összesen : 173	összesen : 117

Az adatok száma a csoporton belül : 5, tehát ezzel kell a fennebbi összegeket osztanunk, hogy a számtani középszámokat kapjuk.

Az átlagos metszék : $\frac{173}{5} = 34{\cdot}6$ cm ; az átlagos rendszál : $\frac{117}{5} = 23{\cdot}4$ m. Ugyanannnek az elvnek alapján van a többi csoport vezérpontjának helye is kiszámítva. Ezek vezetésével szerkesztettük meg aztán a 2. ábrán látható magassági görbét. Ez a görbe nem a tengelyrendszer 0 pontjába, hanem abba a pontba fut ki, amelynek a rendszála 1·3 m magasságnak felel meg. Mikor ugyanis a fa ezt a magasságot éppen eléri, a mellmagassági átmérője O.

Az így szerkesztett görbéről aztán minden vastagsági fokra leolvashatjuk az átlagos magasságot. Ezeket az 1. számú táblázat, a megfelelő körlapösszegeket pedig a 2. számú táblázat mutatja ki. Az utóbbiakat a körlapszorzási táblából vettük.

1. Magasságok

Átmérő (d) cm	Magasság (h) m	Átmérő (d) cm	Magasság (h) m
12	12	48	26
14	14	50	27
16	16	52	27
18	17	54	27
20	18	56	28
22	19	58	28
24	19	60	28
26	20	62	29
28	21	64	29
30	22	66	29
32	23	68	30
34	23	70	30
36	24	72	30
38	24	74	30
40	25	76	30
42	25	.	.
44	26	.	.

2. Körlapösszegek

$d_{1\cdot3}$ cm	Törzsszám (N) db	Körlapösszeg (G) m²	$d_{1\cdot3}$ cm	Törzsszám (N) db	Körlapösszeg (G) m²
12	1	0·011	Áthozat	1261	110·466
14	1	0·015	42	148	20·504
16	3	0·060	44	130	19·766
18	6	0·153	46	110	18·281
20	14	0·440	48	92	16·647
22	26	0·988	50	74	14·530
24	57	2·579	52	58	12·318
26	70	3·716	54	44	10·077
28	104	6·403	56	32	7·882
30	132	9·330	58	22	5·813
32	159	12·787	60	14	3·958
34	175	15·888	62	9	2·717
36	178	18·119	66	4	1·968
38	173	19·620	70	1	0·885
40	162	20·357	76	1	0·454
Átvitel	1261	110·466	Összesen	2000	245·266

Ezek szerint az adatok szerint a szóbanforgó faállomány átlagos magassága (l. 277. lap 11. képletet):

$$H = \frac{0{\cdot}011 \times 12 + 0{\cdot}015 \times 14 + \ldots + 0{\cdot}454 \times 30}{245 \cdot 266} = \mathbf{25{\cdot}1}\ \text{m.}$$

A gyakorlatban nem alkalmazzuk ezt a hosszadalmas eljárást, hanem mint már a 277. lapon említettük, a $G_1 \ldots\ldots G_x$ helyett az egyes *vastagsági osztályok* körlapösszegét tesszük.

Alakítsunk a mi példánkban is három vastagsági osztályt és számítsuk ki az átlagos magasságot ezen az alapon.

A 2. táblázat szerint a faállomány mellmagassági keresztszelvényeinek az összege 245·166 m². Ha a vastagsági osztályokba annyi törzset foglalunk össze, hogy azok körlapösszege megközelítőleg egyenlő legyen,[1] a következő adatokat kapjuk:

I.			II.			III.		
vastagsági osztály								
$d_{1\cdot3}$	Törzsszám (N)	Körlapösszeg (G)	$d_{1\cdot3}$	Törzsszám (N)	Körlapösszeg (G)	$d_{1\cdot3}$	Törzsszám (N)	Körlapösszeg (G)
cm	db	m²	cm	db	m²	cm	db	m²
36-ig	926	70·489	38	74	8·392	46	34	5·650
38	99	11·227	40—44	440	60·627	48—74	351	76·149
—	—	—	46	76	12·630	—	—	—
Össz.	1 025	81 716	Össz.	590	81 649	Össz.	385	81 799

I.: $\frac{G_1}{N_1} = 0{\cdot}07972\ m^2$ [2]; $d_{1med} = 31{\cdot}9$ cm [3]; $h_{1med} = 22{\cdot}6$ m

II.: $\frac{G_2}{N_2} = 0{\cdot}13839\ m^2$; $d_{2med} = 42{\cdot}0$ cm; $h_{2med} = 25{\cdot}1$ m

III.: $\frac{G_3}{N_3} = 0{\cdot}21246\ m^2$; $d_{3med} = 52{\cdot}0$ cm; $h_{3med} = 27{\cdot}1$ m

Ezek alapján az átlagos magasságot így kapjuk:

$$H = \frac{81 \cdot 716 \times 22 \cdot 6 + 81 \cdot 649 \times 25 \cdot 1 + 81 \cdot 799 \times 27 \cdot 1}{245 \cdot 164} = \mathbf{24{\cdot}9}\ \text{m.}$$

Amint látjuk, ez az eredmény csaknem teljesen egyezik a részletes eljárással kiszámítottal.

Méginkább egyszerűsíthetjük az eljárást, ha a vastagsági osztályok átlagos magasságainak közönséges számtani középszámát határozzuk meg. A mi esetünkben tehát:

$$H = \frac{22 \cdot 6 + 25 \cdot 1 + 27 \cdot 1}{3} = 24{\cdot}9\ \text{m.}$$

[1] Lásd *Hartig Róbert* eljárását a IV. szakasz *A*, I. 1. *β*) alatt.
[2] Lásd a 276. lapon.
[3] A görbéről leolvasva (81. [2] ábra).

Ennek az egyszerű eljárásnak azonban csak akkor van jogosultsága, ha a vastagsági osztályokat az *egyenlő körlapösszegek* elve szerint alakítjuk, mint a fentebbi példában tettük. Itt egy-egy osztályba annyi törzset soroztunk be, hogy mellmagassági körlapösszegük megközelítőleg $\frac{G}{3}$ legyen (a mi esetünkben $\frac{245{\cdot}164}{3} =$ $= 81.721$ m²). A $h_1 \ldots\ldots\ldots h_x$ értékeket a vastagsági osztályok átlagtörzseinek közvetlenül lemért, vagy a magasságok görbéjéről leolvasott magassága adja.

Ha vastagsági osztályokat *nem* alakítunk, de a faállomány átlagos átmérőjét kiszámítottuk, minden képlet nélkül is meghatározhatjuk az átlagos magasságot a magassági görbéről való leolvasás, vagy több átlagos átmérővel bíró törzs felkeresése, magasságuk műszerrel való megmérésére és számtani átlaguk kiszámítása útján. Ez a magasság valamivel kisebb, mint a 11. képlettel kiszámított. A mi esetünkben például a faállomány átlagos átmerője a 276. lapon foglaltak értelmében 39·5 cm. Ennek a magassági görbéje szerint 24·6 m felel meg, tehát 30 cm-el kevesebb, mint amennyit előbb kaptunk. Minthogy azonban a magasságot a gyakorlatban rendszerint úgyis csak egész méterekben fejezzük ki, az ilyen eltéréseknek nincs nagyobb jelentőségük.

Végül, ha az átlagos átmérőt sem ismerjük s megközelítő pontossággal is beérjük, egyszerűen olyan fák megmért magasságaiból számítjuk ki a számtani közepet, melyek *nézetünk szerint* az átlagos magassághoz közel állanak. Ennek megítélésében nem is túlságosan nehéz megfelelő gyakorlatot szerezni. A 278. lapon bemutatott magassági görbe felvilágosít arról, hogy a faállomány legalacsonyabb fái és az átlagos magasságú fák közt jóval nagyobb (mintegy kétszer akkora) a különbség, mint az átlagos magasság és a legnagyobb fák magassága közt. Ezt szem előtt tartva nem tévedünk sokat, ha ehhez a kevésbbé tökéletes eljáráshoz folyamodunk. Némely célokra (pl. a termőhelyi jóság megítélésére szolgáló magasságbecslésekre) ilyen úton is teljesen megfelelő adatokhoz juthatunk.

ε) Az átlagos alakszám

Vannak olyan fatermési táblák, amelyek a faállomány átlagos alakszámát is kimutatják. Ha tehát adva van a fafaj, kor és termőhelyi osztály, akkor mint tájékoztató adatot, a fatermési táblából kiolvasott állományalakszámot is elfogadhatjuk. Megbizhatóbb eredményt ad a 275. lapon közölt 4. képlet alkalmazása, mely szerint $F = \frac{V}{GH}$. Ezt azonban csak akkor használhatjuk, ha az egyenlet jobboldali tényezőit már előzetesen meghatároztuk. De eljárhatunk úgy is, hogy az átlagos vastagságú és magasságú törzsekből egyhéhányat ledöntetünk, alakszámukat az $F = \frac{v}{g.h}$ képlet szerint kiszámítjuk s azok számtani közepesét meghatározzuk. Minél több adatunk van, annál biztosabb átlagokat kapunk. Az alakszámnak a körlap szerint értelmezett átlaga:

$$f = \frac{G_1 f_1 + G_2 f_2 + \ldots\ldots G_n f_n}{G_1 + G_2 + \ldots\ldots G_n}.$$

Ebben $f_1 \ldots f_n$ a vastagsági fokok átlagos alakszámát, G_1, $G_2, \ldots\ldots G_n$ azok körlapösszegét jelenti.

Olyan módszer, amellyel az átlagos alakszámot helyszíni becslés útján *közvetlenül* lehetne megállapitani, nincsen.

η *Az átlagos fatömeg és a faállomány átlagfái*

A faállomány *átlagfája (átlagtörzse)* alatt azt a fát értjük, melynek fatömege *(v)* a faállomány törzsszámával *(N)* szorozva, a faállomány fatömegét *(V)* adja. Azaz $V = v.N$ és $v = \frac{V}{N}$. Amint ebből látjuk, az átlagfa köbtartalma az összes törzsek köbtartalmának a törzsszám szerint értelmezett *számtani* (arithmetikai) átlaga. Ezt így írhatnók: $v_{med.\,ar.\,N}$, vagy $v_{ar.\,N}$. Ha tehát az egyszerű v vagy v_{med} jelzéssel találkozunk, mindig a fentebbi jelentésre kell gondolnunk.

Kétségtelen, hogy elméletileg az átlagfát másképpen is foghatnók fel. Például az *egész* faállomány törzsszám szerint értelmezett *geometriai* átlagának is tekinthetnők. Ebben az esetben a már ismert $v = g.\ h.\ f$ képlet az átlagtörzsre nézve ezt az alakot kapná: $V_{ge_N} = g_{ge_N} \cdot h_{ge_N} \cdot f_{ge_N}$ Ekkor az átlagos átmérő is természetszerűleg geometriai átlag volna (d_{ge_N}). Mindenesetre tetszetős a kizárólag egynemű és azonos értelmezésű tényezőkön alapuló meghatározás, gyakorlatilag azonban ennek a mi esetünkben nem vehetjük hasznát, mert a geometriai átlagok kiszámítása először is nagyon körülményes, másodszor pedig abból és a tagok számából a faállomány fatömegét (ill. körlapösszegét) közvetlenül meghatározni nem tudjuk. Márpedig az a célunk. Ezért kell az átlagtörzsre nézve a *számtani* átlagot alapul vennünk, mint azt fennebb tettük. Annak a törzsnek a mellmagassági körlapja, amely törzs a fatömeg tekintetében a faállomány számtani átlagát képviseli: $g_{med} = \frac{G}{N}$ Az ennek megfelelő átmérő pedig: $d_{med} = \sqrt{\frac{4g_{med}}{\pi}}$. Ilyenformán az átlagos átmérő a faállományban előforduló átmérőknek a törzsszám szerint értelmezett *négyzetes* átlaga $(d\square_N)$. vagy $d_{q \cdot N}$

Kérdés, hogy a *magasság (h)* és az *alakszám (f)* tekintetében milyennek kell lennie az átlagtörzsnek, hogy köbtartalma az összes törzsszámmal szorozva a faállomány valódi fatömegét adja, azaz megfeleljen annak a követelménynek, mely szerint:

$$V = N \,.\, v_{med} = N \,.\, g \,.\, h \,.\, f.$$

Ezen a tárgyon az erdészeti szakírók igen sokat vitatkoztak, míg végre *Lönnroth* tanár kifogástalan mennyiségtani alapon tisztázta ezt a kérdést.[1]

A fennebbi képletből ismerjük N-et, a törzsszámot és g-t, melyet $\frac{G}{N}$ szolgáltat. Ezzel pedig már a képletben szereplő $h \,.\, f$ szorzat nagysága is szorosan kötve van. Azon belül azonban a h-nak, illetőleg az f-nak különféle nagyságot tulajdoníthatunk. Ha a h értékét emeljük, az f értékét kell csökkentenünk és viszont, hogy a szorzat értéke ne változzék. Nyilvánvaló tehát, hogy többféle megoldás is elképzelhető. Így pl. lehetne a szorzat: $h_{ha_V} \,.\, f_{ar_G}$, azaz a magasságnak a fatömeg szerint értelmezett *harmonikus* átlaga, szorozva az alakszámnak a körlap szerint értelmezett *aritmetikai* (számtani) átlagával, vagy $h_{ar_G} \cdot f_{ha_V}$ stb. Tudnunk kell, hogy a gyakorlat számára melyik a leginkább hozzáférhető a sok megoldás közül. Mert nyilvánvaló, hogy a fatömeg előzetes ismeretét feltételező tényezők (Pl. h_{ha_V} vagy f_{ha_V}) nem vehetők figyelembe. Hiszen a végcél éppen az ismeretlen *fatömeg* meghatározása. *Lönnroth* errevonatkozólag a következő javaslatot teszi:

Minthogy a h_{ha_V} és a h_{ar_G} tapasztalat szerint nagyon közel esik egymáshoz, egyik a másikkal felcserélhető anélkül, hogy ez érezhető hibát okozna. Ezért a $h_{ha_V} \,.\, f_{ar_G}$ tényezőpár helyett igen csekély hibával a $h_{ar_G} \,.\, f_{ar_G}$ tényezőt fogadhatjuk el. Ez azért előnyös, mert a G-re vonatkozó adatokat átlalás útján könnyen és biztosan határozhatjuk meg. Eszerint tehát az állományátlagtörzs méretei a következők:

$$v_{ar_N} = G_{ar_N} \,.\, h_{ar_G} \,.\, f_{ar_G}$$

a faállomány fatömege pedig: $V = v \,.\, N$.[2]

Ha tehát módunkban áll ilyen átlagos köbtartalmú fát találni a faállományban, nem kell egyebet tennünk, mint azt ledönteni, pontosan megköbözni s köbtartalmát a törzsek számával meg-

[1] Der stereometrische Bestandesmittelstamm. Helsinki, 1926.

[2] Az *átlagok* vagy *középszámok* (középarányosok) nemei többek közt:

1. A négyzetes átlag: $M_{qu} = \sqrt{\frac{a^2 + b^2 + \ldots + z^2}{n}}$

2. A számtani (aritmetikai) átlag: $M_{ar} = \frac{a + b + \ldots + z}{n}$

3. A mértani (geometriai) átlag: $M_{ge} = \sqrt[n]{a \,.\, b \cdot \ldots . z}$

4. A harmonikus átlag: $M_{ha} = \frac{n}{\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \ldots . \frac{1}{z}}$

Ezekben a képletekben a az első, z az utolsó tagot, n pedig a tagok számát jelenti. Számítsuk ki például a következő tagok különféle átlagát: 2, 4, 8.

$$1.\ M_{qu} = \sqrt{\frac{2^2 + 4^2 + 8^2}{3}} = 5{\cdot}29$$

$$2.\ M_{ar} = \frac{2 + 4 + 8}{3} = 4{\cdot}67$$

$$3.\ M_{ge} = \sqrt{2 \times 4 \times 8} = 4{\cdot}00$$

$$4.\ M_{ha} = \frac{3}{\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}} = 3{\cdot}43.$$

Példánk egyszersmind a különféle átlagok nagyságbeli sorrendjéről is felvilágosítást ad.

Gyakran előfordul, hogy a tagok értékét valamely más tényező *súlya* szerint kell *mérlegelnünk*. Jelöljük ezt a súlyt s-sel, akkor pl. a képlet így alakul:

$$M_{ar} = \frac{a \cdot s_a + b \cdot s_b + \ldots + Z \cdot s_z}{s_a + s_b + \ldots + s_z}.$$

Például: 2 fa magasságát mértük volna 20 méternek *(a)*
4 fa magasságát mértük volna 21 méternek *(b)*
8 fa magasságát mértük volna 22 méternek *(c)*.

Ekkor *az adatok számával mérlegelt* átlagos magasság volna:

$$M_{ar} = \frac{20 \times 2 + 21 \times 4 + 22 \times 8}{2 + 4 + 8} = 21{\cdot}4\,m$$

szorozni, hogy az egész faállomány fatömegét kapjuk. Ennek a kérdésnek a gyakorlati megoldásával alább fogunk behatóan foglalkozni.

c) *A faállományszerkezet tényezőinek egymáshoz való viszonya és a faállomány összetétele*

α) A faállományszerkezet tényezői

A faállományszerkezet tényezői az összes fatömegtényezők s ezenkívül a fatömeg (V) maga is. A faállományszerkezet ismert alaptétele:

$$V = G \,.\, H \,.\, F$$

Minthogy pedig, mint fentebb arról már volt szó:

$$G = N \,.\, g_{ar_N},\ H = h_{ar_G},\ F = f_{ar_G} \text{ és } V = N \,.\, v_{ar_N},$$

nyilvánvaló, hogy közvetve a törzsek számának, valamint az átlagtörzs körlapjának, magasságának és alakszámának is része van a faállomány szerkezetének alakulásában. A faállományszerkezettan főcélja: határozott alakban kimutatni azokat a vonatkozásokat, amelyek ezek közt a tényezők közt fennállanak.

Mi itt a felmerülő kérdések szövevényéből csak néhányat ragadunk ki s a fejtegetések mellőzésével ábrákban adjuk meg azokra a feleletet. Először a szerkezeti tényezők *átlagainak* kölcsönös viszonyával fogunk foglalkozni, azután a faállomány törzsszámszerinti összetételét tesszük tanulmányunk tárgyává.

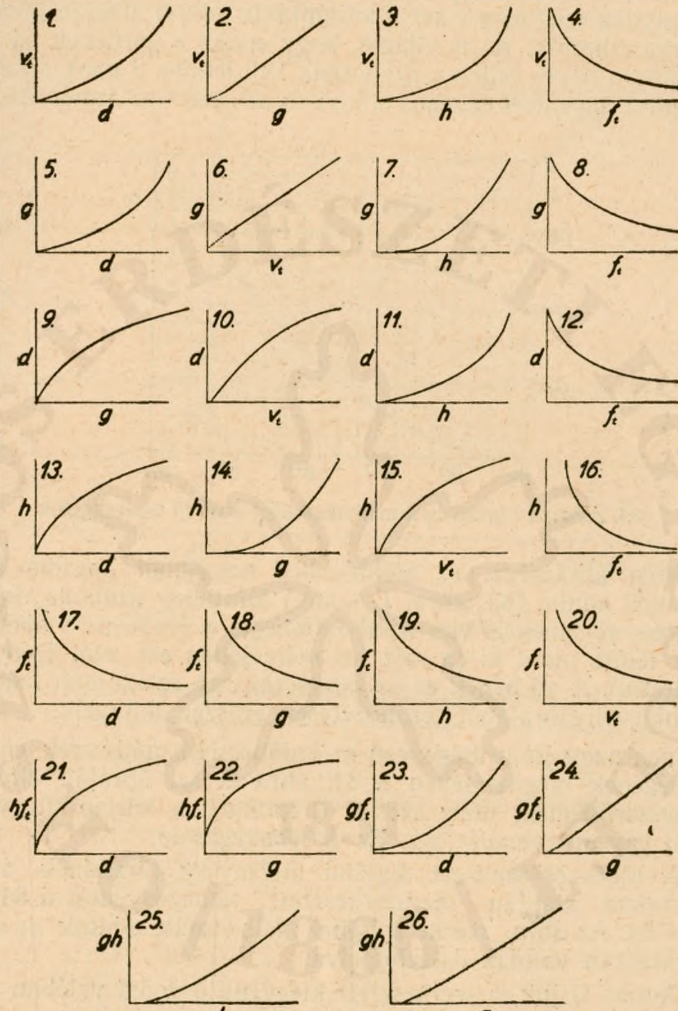
β) Az átlagos faállományszerkezeti tényezők kölcsönös vonatkozásai

A fatömegtényezők egy törzsre vonatkoztatott *átlagának* a többi tényezőkhöz való viszonyáról a 82. ábra ad felvilágosítást. Az ábra magyarázatául szolgáljanak a következők:

1—4. a törzsfatömegnek, 5—8. a mellmagassági keresztszelvénynek, 9—12. a mellmag. átmérőnek, 13—16. a famagasságnak, 17—20. a törzsalakszámnak, 21—22. a tömegmagasságnak, 23—24. a tömegkörlapnak, 25. és 26. a tömeghengernek más tényezőkhöz való viszonyát szemlélteti.

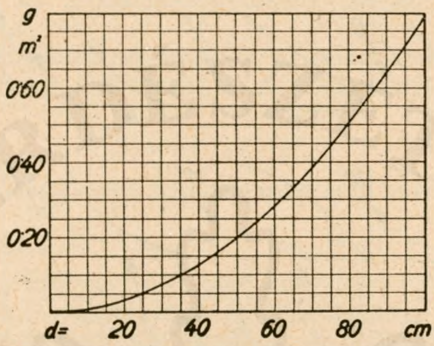
A 82. ábrának helyes értelmezéséhez tudnunk kell, hogy a görbék a faállományszerkezeti tényezők egymáshoz való viszonyáról csak általánosságban tájékoztatnak, anélkül, hogy közvetlen, számszerű következtetésekhez szolgálhatnának alapul.

A metszék mindig az egyik, a rendszál a másik tényező *átlagát* fejezi ki. Vegyük pl. szemügyre az 5. ábrát, melynek nagyobb mércében megrajzolt mását a 83. ábra mutatja. A 10, 20, 30, 40 stb.



82. ábra. A fatömegtényezők és a fatömeg kölcsönös vonatkozásai a faállományon belül.

cm-es mellmagassági átmérőnek az ábra szerint 0.008, 0.031, 0.071, 0.126 stb. m²-es körlap felel meg. Ez azt jelenti, hogy a faállomány összes 10, 20, 30, 40. stb. cm-es törzseinek egy *törzsre eső átlagos* körlapja 0.008, 0.031, 0.071, 0.126 stb. m². A körlapnak az átmérőhöz való viszonyát kifejező görbe egészen szabályos geometriai haladványnak felel meg s azt a körlaptábla adatai alapján könnyen megszerkeszthetjük. Az is világos, hogy ennek a görbének bármely faállományra nézve teljesen azonosnak kell lennie. S mert a *fatömeg* a körlaphoz *nagyjából* egyenes arányban áll, azért az átmérő függvé-



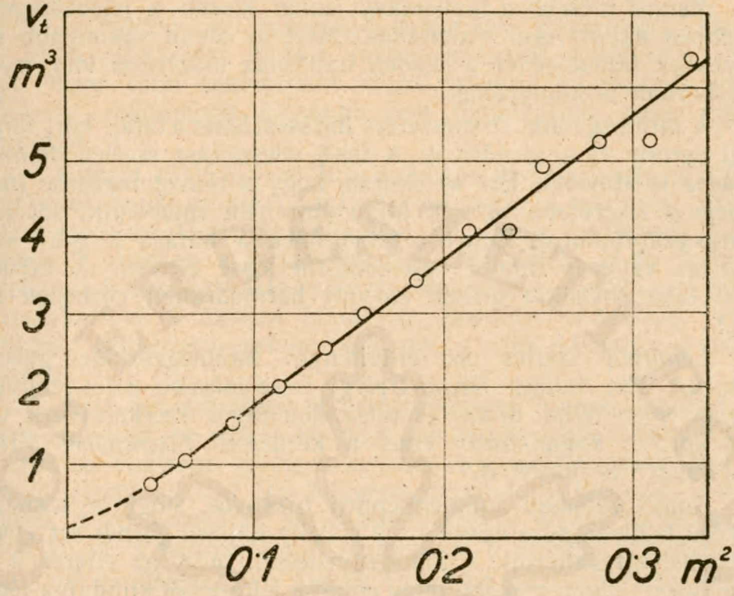
83. ábra. A körlap és a mellmagassági átmérő összefüggése.

nyeképpen ábrázolva, az előbbiekhez nagyjából hasonló futású görbét kell adnia. (82. ábra, 1. szám.) Minthogy azonban már 130 cm magas törzsnek is van némi fatömege, a görbe itt valamivel a 0 pont fölött indul ki (a rajz kis mércéjében ezt nem igen lehet érzékeltetni). A görbének ez az kezdőszakasza az idősebb faállományok függvényábrájából természetesen egészen hiányzik.

Igen nagy jelentősége van az erdőbecslési módszerek elméleti helyességének megítélésében a 82. ábra 2. sz. ábráján kifejezett törvényszerűségnek, mely szerint a fatömeg a körlap függvényeképpen egyenes vonalat ad. Ez a *tömegegyenes.*

A többször említett karámi lúcfenyves törzseinek átlagos köbtartalma alapján megszerkesztett tömegegyenest a 84. ábra tünteti fel. Az ábra szerkesztéséhez felhasznált adatok az alábbi kimutatásban vannak összefoglalva.

Amint látjuk, a szerkesztett kiegyenlítő vonal valóban többé-kevésbbé »egyenes«. Csak kiinduló szakasza nem felel meg a tömeg és a körlap közötti elméleti vonatkozásnak, mert nylivánvaló, hogy ha a mellmagassági körlap éppen 0, tehát a fa magassága pontosan 130 cm, akkor már némi törzsfának kell lennie, tehát a fatömegvonalnak tulajdonképpen valamivel a 0 pont *fellett* kellene a függőtengelyt metszenie, s így ezen az alsó szakaszon, a tömegegyenes homorúan hajlott vonalba menne át. (Lásd a 84. ábrán a szakadozott vonalat.)



84. ábra. A törzsfatömeg és a mellm. körlap összefüggése (a tömegegyenes)

A karámi lucfenyves átlagos törzsfatömegei, körlapcsoportok szerint rendezve

A körlapcsoport határértékei m²	Az egyes körlapcsoportokba eső törzsek		
	száma	átlagos körlapja m²	átlagos törzsfatömeg m³
0·0250—0·0500	16	0·045	0·725
0·0500—0·0750	41	0·063	1·047
0·0750—0·1000	63	0·088	1·536
0·1000—0·1250	81	0·113	2·025
0·1250—0·1500	56	0·137	2·507
0·1500—0·1750	47	0·158	2·977
0·1750—0·2000	18	0·186	3·401
0·2000—0·2250	17	0·214	4·087
0·2250—0·2500	10	0·236	4·087
0·2500· 0·2750	2	0·253	4·948
0·2750—0·3000	2	0·283	5·288
0·3000—0·3250	1	0·310	5·284
0·3250—0·3500	2	0·332	6·360

A *vastagfa* tömegvonalának a fekvőtengellyel közös metszéspontjának ezzelszemben a 0 ponttól kissé jobbra kellene feküdnie, mert a 130 cm magas fatörzs rendszerint nem ad még vastagfát.

Mennél idősebb a faállomány, annál kisebb a jelentősége az erősebben hajlott alsó szakasznak. Mert az olyan vékonyabb fák, melyeknek fatömegében a kezdeti hajlásnak még része van, már a rudaskorban is hiányzanak.

A fatömegvonal természetére hatással lehet a fafaj, kor, termőhelyi osztály és a záródás is. A felső végszakasz esetleg domború hajlásba is átmehet. Ezt az okozza, hogy a tömegmagasság ($h \cdot f$) görbéje a legerősebb törzsek táján már nem emelkedik, sőt néha eső irányzatot mutat. Ennek a tényezőnek a hatása a *g.h.f* szorzatot az egyenes irányú emelkedéstől kissé eltéríti. A kérdéses vonal tehát ilyenkor erősen elnyúlt harmadrangú görbének felel meg.[1]

Lönnroth szerint az erdeifenyő fatömeggörbéje gyengén homorú.[2] Ezt találta *Rónai György* is az idősebb erdei fenyvesek és a 60 éven felüli bükk- és tölgyállományok szerkezetének vizsgálat kor.[3] Foglalkozott ezzel a kérdéssel *Tischendorf Vilmos* bécsi tanár[4] és mások is.[5]

Annyi azonban mindenképpen bizonyos, hogy a szabályos egykorú faállományra nézve ezt a csekély hajlású görbét *sok esetben* bátran helyettesíthetjük a tömegegyenessel, mert az eltérés a két vonal között olyan csekély, hogy ebből a feltételből kiindulva lényegesebb hibát nem követhetünk el.

A magasság görbéjét és szekesztésének módját már a 278. lapon mondottakból és a 81. ábrából ismerjük.

A 82. ábra többek közt azt is mutatja, hogy a törzsalakszám a többi fatömegtényezőhöz viszonyítva általában *eső* irányzatot mutat (17—20. ábra). Ilyen természetű az összesfa alakszáma is.

A 24. ábra a tömegkörlapnak, a 26. ábra pedig a tömeghengernek a mellmagassági körlaphoz való viszonyát tünteti fel. Mind a kettő görbülete csekély. Ez okolja meg az átlagos magasság *Lorey*-féle képletének a jogosultságát is.

[1] *Károlyi Árpád:* Az erdészeti tudományok módszerei és problémái. (Erd. Lapok, 1918, 76—77. lap.)

[2] Zur Frage der Volumgeraden des Waldbestandes. (Acta Forestalia Fennica 1934, 725. lap.)

[3] Új faállománybecslési eljárás. (Erd. kísérletek, 1913, 125. lap.)

[4] Studie zur *Kopezky—Gerhardt*schen *m*- *gh*- und *gf*-Linie. (Forstwissenschaftliches Zentralblatt 1933, 866. lap.)

[5] L. Erd. kísérletek 1917, 47., 69. és 1918, 201. lap, továbbá Erd. Lapok 1918, 47., 153. és 251. lap.

γ. Tudnivalók a halmozatok (sokaságok) természetéről

Általában

A faállomány faegyedei *halmozatot (sokaságot)* alkotnak. A halmozat tagjai mindig rokontermészetű egységek; ezeknek egy vagy több tekintetben közös jellemző sajátságaik vannak. Egészen különnemű dolgokat nem foglalhatunk össze *egy* halmozatba.

Mennél több egyező tulajdonságot kívánunk meg a halmozat tagjaitól, annál szűkebb határok közé szorul a halmozat (röviden: *H*) terjedelme. Óriási *H* például: a föld egész lakossága. Mintegy felényire csökken a terjedelme, ha külön-külön *H*-ba foglaljuk a férfiakat és a nőket. Még szűkebb csoportokat alkothatunk politikai országhatárok s azokon belül kor, testsúly, magasság, vagyoni állapot, élettartam, értelmi fok stb. s ezek különféle kapcsolása szerint.

A *H* összetételének törvényszerűségei vannak, amelyek azonban nemcsak az élők világában találhatók meg, hanem felismerhetők az élettelen egységek egynemű csoportjaiban is. Egy *H*-ot alkothatnak például egy folyammeder-szakasz kavicsai, egy város házai, 1 kg ólomsörét, sőt többé-kevésbbé, elvont természetű dolgok is, pl. a fegyvertalálat biztonsága, a mérések pontossága stb.

Mi az alábbiakban azokat a törvényszerűségeket fogjuk tanulmányozni, amelyek a *faállomány* halmozati természetét jellemzik. Ezeknek az ismerete elősegíti az erdőbecslés módszereinek jobb megértését és a gyakorlat számára is közvetlenül hasznosítható. Minthogy pedig az *egykorú* vagy nagyjából egykorú (pl. a természetes felujúlásból keletkezett) erdő a leggyakrabban előforduló erdőalak, azért elsősorban azzal fogunk foglalkozni.

A *H* tagjainak az összessége a *H terjedelme* vagy nagysága. Ha pl. valamely faállomány (az erdőrészlet fáinak az összesége) 4626 törzset foglal magában, akkor a *H* terjedelme: 4626.

Alapfogalmak

A *H*-nak azokat a tagjait, amelyek valamely jellemezék (vastagság, magasság stb.) szerint egymáshoz közel állanak, közös *csoportokba* vagy *osztályokba* sorozzuk. Így például egy olyan faállományban, amelyben a legvékonyabb törzs mellmagassági átmérője 21·5 cm, a legvastagabbé 42·5 cm, 5 cm-es kikerekítéssel a következő vastagsági osztályokat alakíthatnók: 12·5—17·5 cm, 17·5—22·5, 22·5—27·5, 27·5—32·5, 32·5—37·5 37·5—42·5 cm.

Ekkor azt mondjuk, hogy az osztály *szélessége*, vagy a *csoportköz* : 5 cm.

Példánkban a mellmagassági átmérő az egyik változó[1]. A csoportokat jellemző vastagsági határértékek pedig a változó *nagyságrendjét* (argumantum) szabják meg. De kifejezhető a nagyságrend nemcsak a határértékekkel, hanem a csoportok átlagértékével is. Tehát itt ezekkel a számokkal : 15, 20, 25, 30, 35, 40 cm. A nagyságrend jele a két határértékkel megadva : X, az átlag szerint : x.

A másik változó az egyes csoportokban lévő tagok *száma*. Ennek a neve : *gyakoriság*, jele : *f* (frequentia). Valamennyi csoport gyakorisága adja együtt a *H* terjedelmét (nagyságát), amelyről már fentebb volt szó.

A nagyságrend szerint egymás mellé rendezett osztályok adják a *halmozati* sort. Ha a csoportgyakoriságokat derékszögű négyszögekkel ábrázoljuk és azokat egymás mellé állítjuk, kapjuk a *H képét*. Minthogy a *H* többnyire csak egy részét öleli fel a rokontermészetű egyedek sokaságának, azért az így kapott függvényábra a változó szerinti *megoszlásnak* csak *valószínű* alakját fejezi ki.

A *H* egyedeinek az összegyüjtése alkalmával készítjük el az *eredeti felvételi jegyzéket*. Ebben az adatokat esetleg már eleve a nagyságrend szerint csoportosítva jegyezzük be. Így történik ez a faállomány vastagsági számbavétele alkalmával is. Lássunk ilyen példát. Egy lucfenyves vastagság szerinti megoszlása a következő volt :[2]

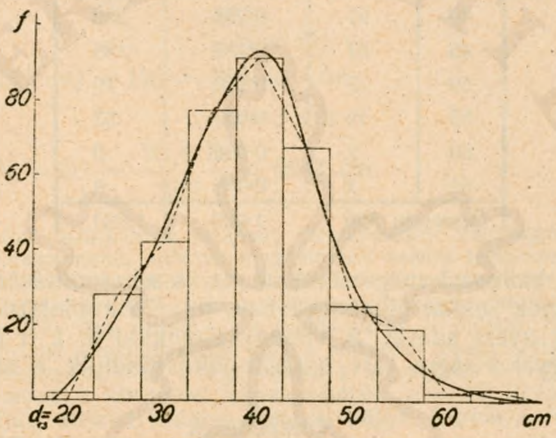
X cm	x cm	f db
17·5—22·5	20	2
22·5—27·5	25	28
27·5—32·5	30	42
32·5—37·5	35	77
37·5—42·5	40	91
42·5—47·5	45	67
47·5—52·5	50	25
52·5—57·5	55	19
57·5—62·5	60	2
62·5—67·5	65	3
	összesen :	356

[1] Változó alatt rendszerint csak az *x* tengely irányában fekvő változót értik.

[2] *Rónai György* felvétele.

Ennek a *H*-nak a képét a 85. ábra mutatja be. Ha a lépcsőzet fokainak felső határvonalát megfelezzük s ezeket a felezőpontokat összekötjük (az ábrán szakadozott vonallal) kapjuk a *gyakoriság* sokszögét, vagy a megoszlás *valószínűségi sokszögét* (szakadozott vonal). Ennek a töréseit aztán folytonos, töréstől mentes görbével a *valószínűségi haranggörbével* simíthatjuk ki.

Ha a halmozatnak számtalan tagja volna s a csoportközt (azaz a négyszögek szélességét) a végtelenig csökkentenők, lépcsőzetes szegélyvonal helyett folytonos görbét kapnánk. Végtelen sok adatunk azonban nincs s a gyakorlati célszerűség sem engedi meg, hogy a csoporthatárokat túlságosan szűkre szabjuk. Rendszerint



85. ábra Egy lúcfenyves törzsszámának megoszlása a mellm. átmérő szerint (f = frekvencia = törzsszám)

kisebb-nagyobb *kikerítéssel* dolgozunk. Ez a munkát egyszerűsíti, az átnézetet megkönnyíti és a valószínű megoszlás törvényszerűségének felderítését is előmozdítja, mert nagyobb csoportokon belül az *egyes* adatok ingadozásainak zavaró hatása inkább közömbösül, mint szűkebb határok közt.

A haranggörbe két végpontja mutatja a *H* szélsőségeit. A két pont metszékének (abszcisszájának) különbsége adja a *szélsőségek szórását.* A görbe és a fekvőtengely közötti terület *(a görbealja)* megfelel a *H* *terjedelmének.*

Kifejezhetjük a gyakoriságot viszonyszámok alakjában is. Ilyenkor a *H* egész terjedelmét tekintjük egységnek (vagy 100-nak, vagy 1000-nek). Az előbbi példában a törzsek száma 356 volt. Ehhezképest a gyakoriságok:

x	Nyers	Viszonylagos	Ezrelékes
	gyakoriság		
20	2	0·006	6
25	28	0·079	79
30	42	0·118	118
35	77	0·216	216
40	91	0·256	256
45	67	0·188	188
50	25	0·070	70
55	19	0·053	53
60	2	0·006	6
65	3	0·008	8
Összesen:	356	1·000	1 000

Több halmozat megoszlásának az összehasonlítására az ilyen viszonyszámok sokkal alkalmasabbak, mint a különböző nagyságú halmozatok nyers adatai. A viszonyszámokkal u. i. a *H* terjedelmének a gyakoriságra tett hatását kiküszöböljük a számításból.

Középértékek

Az összehasonlításban igen jó szolgálatot tehetnek a *H* középértékei (átlagai). A leggyakrabban használt középérték a *számtani* (aritmetikai) *átlag* vagy *középszám* (középarányos). Jele: M_{ar} vagy egyszerűen: M (l. a lábjegyzet a 285. lapon). Ezt a *H*-ra nézve a következőképpen fejezhetjük ki:

$$M = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + - - + x_n f_n}{f_1 + f_2 + - - + f_n} = \frac{\Sigma(x \cdot f)}{\Sigma(f)}$$

$x_1 \ldots x_n$ a nagyságrend, $f_1 \ldots f_n$ a gyakoriság.

A mi példánkban:

$$M = \frac{20 \times 2 + 25 \times 28 + \ldots + 65 \times 3}{356} = \mathbf{39{\cdot}2\ cm}$$

Ha azonban sok adatunk és sok osztályunk van, a számításnak ez a módja hosszadalmas. Célszerűbb az alábbi eljárás:

x	f	δ	$f.\delta$	
20	2	— 4	— 8	
25	28	— 3	— 84	— 253
30	42	— 2	— 84	
35	77	— 1	— 77	
40	91	0	0	
45	67	1	67	
50	25	2	50	+ 197
55	19	3	57	
60	2	4	8	
65	3	5	15	
	356			— 56

$$K = 40$$

$$\Sigma(f \cdot \delta) = 197 - 253 = -56$$

$$i = 5 \text{ cm}$$

$$M = 40 - \frac{56 \times 5}{360} = \mathbf{39{\cdot}2\ cm.}$$

Magyarázat. Kiindulunk valamely tetszésszerinti nagyságrendből (K). Célszerű azt választanunk, amelyik megítélésünk szerint legközelebb esik az átlaghoz (példánkban 40 cm). Azután meghatározzuk minden nagyságrendnek a kiindulás nagyságrendjétől való eltérését nagyságrend-fokokban, vagyis csoportközökben (δ). Egy részük +, a másik részük — előjelű. Ha mármost ezeket megszorozzuk a gyakorisággal (f) s a szorzatok mennyiségtani összegét —56) a csoportközzel ($i = 5$), s végül ennek a szorzatnak a $\Sigma(f)$-*fel* (356) képezett hányadosát a kiindulási nagyságrendből ($K = 40$) levonjuk vagy ahhoz hozzáadjuk, aszerint amint — vagy + előjelű, kapjuk a H számtani átlagát (39·2 cm).

A számtani átlag, analitikai értelmezés szerint, a görbealja súlypontjának a metszéke (abszcisszája).

Az erdőbecslés szempontjából nagyobb fontossága van a *négyzetes átlagnak*

$$M_{qu} = \sqrt{\frac{f_1 x_1^2 + f_2 x_2^2 + - + f_n x_n^2}{f_1 + f_2 + - + f_n}} = \sqrt{\frac{\Sigma(f \cdot x^2)}{\Sigma(f)}}.$$

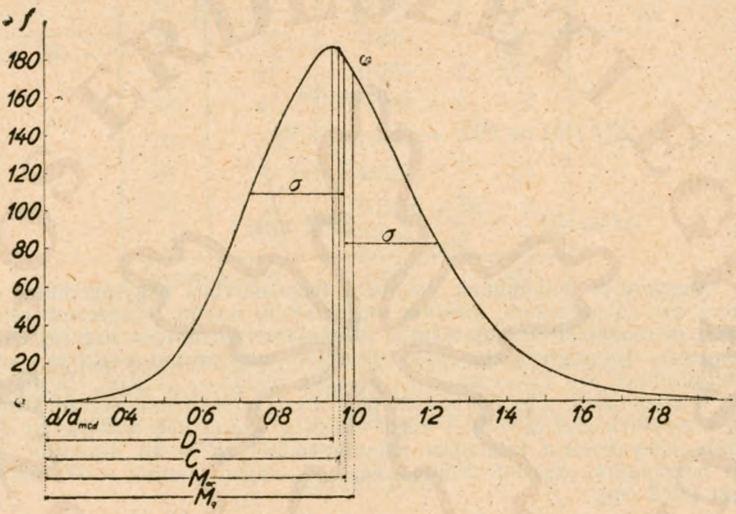
Ezt az átmérőre nézve rendszerint a körlapösszegek közvetítésével szoktuk meghatározni. A körlap tudvalevőleg egyenes arányban áll az átmérő négyzetével, tehát a faállomány átlagos körlapjának (g_{med}) az átmérője az összes átmérők négyzetes átlaga. Ezt a körlaptáblákból olvashatjuk ki. A körlapszorzási táblákkal pedig megtakarítjuk azt a nagy munkát, amelyre a fentebbi képlet közvetlen alkalmazása esetén volna szükségünk.

A harmonikus átlagot

$$\left(M_{ha} = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \ldots + \frac{1}{x_n}}\right)$$

erdőbecslési célokra nem használjuk. Hasonlóképpen nem talál alkalmazást a mértani átlag $\left(M_{ge} = \sqrt[n]{x_1 . x_2 . \ldots . x_n}\right)$ sem.

A legnagyobb gyakoriság (D = densitas, der dichteste Wert, das Dichtemittel) helyét a halmozatban a megoszlási haranggörbe delelési pontjának a metszéke fejezi ki.



86. ábra. A 15 cm átl. átmérőjű tölgyesek közepes megoszlási görbéje s a különféle jellemzékek egymáshoz való viszonya. *D:* a legnagyobb gyakoriság, *C:* a felezőérték, M_{ar}*:* a számtani átlag, M_{qu}*:* a négyzetes átlag metszéke, *σ:* a szórás (közepes eltérés)

A központi érték (C. Zentralwert) annak a rendszálnak a nagyságrendje, amelyik a halmazatot (a görbealját) két egyenlő nagyságú részre osztja. Újabban egyes szerzők az erdőbecslésben is alkalmazni kívánják. Más neve: felezőérték.

A felsorolt középértékek analitikai összefüggéseiről a 86. ábra ad felvilágosítást.[1] Ezen a nagyságrend nem centiméterekben, hanem viszonyszám alakjában van feltüntetve. Ha például a fa-

[1] A 15 cm átlagos átmérőjű, szabályos, elegyetlen tölgyesek megoszlási görbéje, hazai vizsgálatok szerint (f = frekvencia = gyakoriság).

állomány átlagos átmérője 20 cm, akkor a 10 cm-es törzsek nagyságrendje : $\frac{10}{20} = 0{,}5$, a 40 cm-eseké $\frac{40}{20} = 2{,}0$. Több halmozat összehasonlítását ez megkönnyíti, mert az átmérők számszerű eltéréseinek zavaró hatását kiküszöböli.

A szórás

Fontos jellemzéke a *H* egyéni természetének a *szórás*. Fentebb már megemlékeztünk a szélsőségek szórásáról. Ez azonban a *H* jellemzésére nem igen alkalmas, mert a széleken már kevés az adat s az ezzel járó véletlenségek a szórás mértékét bizonytalanná teszik. Azért ehelyett a közepes eltérést szokás a szórás kifejezésére használni. Ezt úgy határozhatjuk meg, hogy *H* adatainak a mennyiségtani átlagtól való eltéréseit négyzetre emeljük, nagyságrendenként szorozzuk a megfelelő gyakorisággal, összegezzük, az összeget elosztjuk az adatok számával s a kapott hányadosból négyzetgyököt vonunk. Más szóval : a szórás egyenlő az eltérések négyzetes átlagával. Azért a szórásnak ezt a faját ***négyzetes eltérésnek*** is nevezhetjük. Ez biztosabb és kifejezőbb elnevezés a fennebbieknél. Képletesen :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \Sigma (f \,.\, \delta^2)}$$

Határozzuk meg a szórást a 86. ábrán bemutatott *H*-ra vonatkozólag.

x[1]	f	δ	$f.\delta$		δ^2	$f\delta^2$
0·3	1	—6	— 6		36	36
0·4	5	—5	— 25		25	125
0·5	17	—4	— 68		16	272
0·6	46	—3	—138	568	9	414
0·7	95	—2	—190		4	380
0·8	141	—1	—141		1	141
0·9	179		0		0	0
1·0	173	1	173		1	173
1·1	133	2	266		4	532
1·2	90	3	270		9	810
1·3	56	4	224		16	896
1·4	31	5	155		25	775
1·5	17	6	102	1313	36	612
1·6	9	7	63		49	441
1·7	4	8	32		64	256
1·8	2	9	18		81	162
1·9	1	10	10		100	100
	1000					6125

[1]) $= \frac{d}{d_{med}}$

$$K = 0{,}9$$

$$\eta = \frac{1313 - 568}{1000} \cdot 0{,}1 = 0{\cdot}0745$$

$$M = 0{\cdot}9 + 0{\cdot}0745 = 0{\cdot}9745 \frac{d}{d_{med}} \text{ egység}$$

$$m^2 = \frac{6125}{1000} = 6{\cdot}125$$

$$\eta^2 = 0{\cdot}00555$$

$$\sigma^2 = m^2 - \eta^2 = 6{\cdot}125 - 0{\cdot}00555 = 6{\cdot}11945$$

$$\sigma = 2{\cdot}4737 \text{ osztályköz} = 0{\cdot}247 \frac{d}{d_{med}} \text{ egység.}$$

Magyarázat. K = a kiinduló osztály, amelytől a $\pm$ nagyságrend-eltéréseket (δ) számítjuk, η = az eltérés M és K közt. A kiindulási nagyságrendet ezzel kell emelnünk vagy csökkentenünk, hogy a számtani átlagot megkapjuk. Ha a $\pm$ eltérések összegének a különbségét a gyakoriságok összegével (itt 1000-rel) elosztjuk, kapjuk ezt az eltérést az osztályok számában kifejezve (itt pl. 0·745 osztály); ezt még meg kell szoroznunk az osztály szélességével (a csoportközzel), hogy a kiigazítást ugyanolyan egységekben kapjuk, amilyenekkel a nagyságrend van kifejezve (a mi példánkban tehát 0·1-del).

A többi a példából már megérthető. A képletek levezetését illetőleg utalunk az alább felsorolt forrásmunkákra.

A szórás analitikai szempontból annak a pontnak a távolsága a mennyiségtani átlag rendszálától, amelyikben a haranggörbe le- és felmenő ága áthajlik a domború szakaszból a homorúba (l. a 86. ábrát).

A változékonyság

A szórás egységekben adott (abszolút) érték s a különféle terjedelmű *H*-ok összehasonlítására nem feltétlenül alkalmas. Ezért erre a célra *Pearsan* százalékos viszonyszámot ajánlott.[1] *Ez a változékonysági együttható* (Variabilitätskoeffizient):

$$v = 100 \frac{\sigma}{M}$$

[1] Mathematical Contributions to the Theory of Evolution. Phil. Trans. Roy. Soc. 1896, 277. lap.

azaz : a szórás százszorosa, osztva a számtani átlaggal. A mi fennebbi példánkban :

$$v = 100 \frac{0{\cdot}247}{0{\cdot}9745} = \mathbf{25{\cdot}3}\,\%.$$

A részaránytalanság vagy torzulás (Asymmetrie. Schiefe).

Az ábrán észrevehető, hogy a haranggörbe nem egészen részarányos. A baloldali (felmenő) ága meredekebb mint a jobboldali (lemenő). Teljes részarányosság (symmetria) esetén a számtani átlag, a központi érték és a legnagyobb gyakoriság rendszála egybeesik (a négyzetes átlag azonban mindig nagyobb nagyságrendű).

A részaránytalanságot vagy torzulást Pearson nyomán a következő képlettel fejezhetjük ki :

$$t = \frac{M - D}{\sigma}.$$

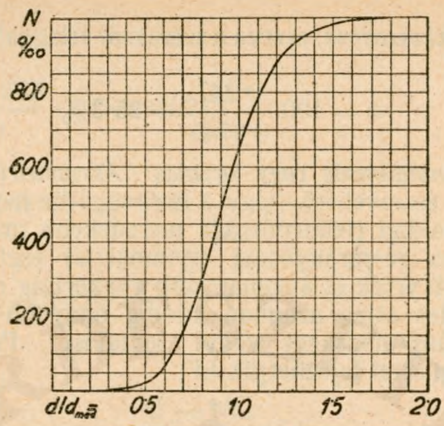
A torzulást tehát megkapjuk, ha a mennyiségtani átlag és a legnagyobb gyakoriság különbségét elosztjuk a szórással. Ha $M > D$, akkor a torzulás tevőleges (pozitív), ha $M < D$, akkor nemleges (negatív). Az előbbi esetben baloldali, az utóbbiban jobboldali torzulásról beszélünk.

Az összegező görbe

Ha a megoszlás haranggörbéjének egymásután következő rendszálait összeadjuk s ezeket a folytonosan növekedő összegeket a nagyságrend függvényeképpen ábrázoljuk, *S* alakú görbét kapunk. Ez az *összegező görbe.* Ennek is megvan a gyakorlati jelentősége, mert felvilágosít arról, hogy bármily nagyságrendig hány tagja van a halmozatnak s hány van az illető nagyságrenden felül. Ha előre megszabott nagyságrendek szerint kell valamely halmozatot részletezni, az összegező görbe (vagy számsor) ebben jó szolgálatot tehet.

A 86. ábrán bemutatott halmozati görbe, illetőleg a hozzátartozó számadatok alapján határoztuk meg az alábbi számsor tagjait és szerkesztettük a 87. ábrát. Ebből megállapíthatjuk, hogy pl. addig a vastagsági fokig (bezárólag), amelynek az átmérőviszonyszáma 1·0, 1000 törzsből 657 törzs van, ezenfelül 1000 — 657 = 343 törzs.[1]

[1] *Megjegyzés.* Az átlagtörzs viszonyszáma : 1·0. Erre a vastagsági fokra (A mi gyakorlati esetünkben : 15 cm) a 297. lapon lévő kimutatás szerint 173 törzs esik. Ennek fele valamivel vékonyabb, másik fele valamivel vastagabb az átlagos átmérőnél. Az utóbbi az osztály közepén áll, tehát a kikerekítés alsó határától számítva, a 87. helyen. Ezt hozzáadva az előző Σ (*f*)-hez, 484-hez (300 old.), az átlagtörzs számára az 571 ezrelékes (kereken az 57%-os) helyet kapjuk.



87. ábra. A törzsszám összegező (integráló) görbéje. d/d_{med}: átmérőviszonyszám (viszonylagos vastagsági fok)

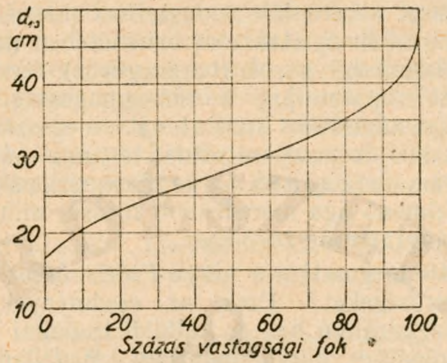
A törzsszámösszegező számsor:

$\frac{d}{d_{med}}$	‰
0·3	1
0·4	6
0·5	23
0·6	69
0·7	164
0·8	305
0·9	484
1·0	657
1·1	790
1·2	880
1·3	936
1·4	967
1·5	984
1·6	993
1·7	997
1·8	999
1·9	1000

Ilyen görbéket alkalmazott *Fekete Lajos* is az ő faállomány-szerkezeti tanulmányaihoz,[1] bár kissé más alakban (88. ábra). Ő azt kutatta, hogy a vékonyabb törzsektől a vastagabbak felé haladva, milyen százalékos helyre esnek a különböző átmérőjű törzsek. Vagy más szóval: milyen a mellmagassági átmérőjük a különböző százalékos helyen álló törzseknek?

[1] Tanulmány az egykorú lucfenyvesek vastagsági összetételéről stb. (Erdészeti kisérletek, 1902, 87. lap.)

A 88. ábrán látható «ogiva» tükörképét kapjuk, ha a 87. ábra. összegező görbéjét a tengelyrendszerrel együtt 90°-kal elforgatjuk. Nyilvánvaló tehát, hogy a kettő közt lényegi eltérés nincs.



88. ábra. Azt mutatja, hogy a vastagság szerint százalékosan egymásután sorozott törzseknek milyen mellmagassági átmérő felel meg (centilisek szerint szerkesztett vastagsági ogíva)

Irodalom

Itt csak egynéhány fontosabb munkát sorolunk fel:

Bozóky: A statisztika módszertana, Debrecen, 1927.
Buday: A statisztika elmélete és története, Budapest, 1922.
Jordán: Mathematikai Statisztika, Budapest, 1927.
Schweng Lóránd: Statisztika, Budapest, 1944.
Fechner: Kollektivmasslehre, Leipzig, 1897.
Rietz—Baur: Handbuch der Mathematischen Statistik, Leipzig u. Berlin. 1930.
Anderson: Einführung in die mathematische Statistik, Wien, 1935.
Czuber—Burkhardt: Die Statistischen Forschungsmethoden, Wien, 1938.
Hugershoff: Ausgleichsrechnung, Kollektivmasslehre und Korrelationsrechnung, Berlin-Grünewald 1940. (Sammlung Wichmann, Bank 10.)
Davis and Nelson: Elements of Statistics, Bloomingron, 1935.
Rhodes: Elementary Statistical Methods, London, 1935.
Lindquist: A First Course in Statistic, Boston, New-York, 1938.
Yule—Kendall: An Introduction to the Theory of Statistic, London, 1937.
Bernonville: Initiation à l'analyse statistique, Paris, 1939.
Julin: Précis de cours de statistique, Paris 1923.
Monsets: Initiation aux méthodes de la statistique, Paris 1941.

δ A faállomány halmozati összetétele

β alatt azt vizsgáltuk, milyen viszonyban állnak egymáshoz a faállomány szerkezeti tényezőinek átlagai, a *törzsszámhoz* való vonatkozásukkal azonban csak töredékesen foglalkoztunk. Az alábbiakban a szerkezeti tényezőknek a törzsszám szerinti csoportosulását tesszük tanulmányunk tárgyává, azt vizsgálva, hogyan oszlanak meg a szabályos, egykorú erdőben a különféle jellegű törzsek s milyen törvények szerint tevődik azokból össze a faállomány, mint magasabbrendű társulás.

Az állományt alkotó fák számszerinti megoszlása vastagság, magasság, köbtartalom és alakszám tekintetében nagyjából a részaránytalan valószínűségi görbe (haranggörbe) természetének felel meg.[1] Ugyanazt tapasztaljuk a tömegmagasság, a tömegkörlap és a tömeghenger törzsszám szerinti való megoszlását illetőleg is. A vastagság szerinti megoszlásra példát láttunk már a 297. lapon levő kimutatásban, illetőleg a 85. ábrán. Erre nézve általános jelenség, hogy a görbe felmenő ága meredekebb futású, mint a lemenő ág, azaz: a részaránytalanság tevőleges.

A törzsszám megoszlására nézve *Fekete Lajos* vezetett le igen szép törvényszerűségeket.[2] Ezek az eredmények alapvetőknek tekinthetők s nagyarányú bel- és külföldi irodalmi mozgalom megindulásának szolgáltak kiindulópontjául. Megállapította, hogy a lucfenyvesek vastagsági összetételében nagy állandóság uralkodik, s hogy a különböző átmérőjű törzsek számának az átlagos átmérőjű törzsek számához való viszonylagos (százalékos) mennyisége a faállomány korától és számszerű méretviszonyaitól többé-kevésbbé független. Ebből következik az, hogy az erre vonatkozó törvényszerűség ismerete lehetővé teszi valamely adott törzsszám és középátmérő alapján bármely más vastagsági fok törzsszámát is kiszámítani s így a faállomány képét ebből a két adatból megszerkeszteni.

Schiffel Albert Fekete adatai alapján a számítási viszonyszámokat (Reductionszahlen) még általánosabb formában állapította meg,[3] s a többi fatömegtényező törzsszámszerinti megoszlását is igyekezett számszerűen kimutatni. Viszonyszámait később *Rónai* György helyesbítette,[4] az elméletet fejlesztette és gyakorlati alkalmazását illetőleg is értékes javaslatokat tett.

Mind *Fekete*, mind *Schiffel* az elsődleges megoszlási görbe (lásd a 85. ábrát) összegező (integrációs) alakjából indul ki. Hogy ez így van, s hogy a levezetett törvényszerűségek az egyneműek csoportjában mindenütt fellelhető valószínűségi megoszlásnak felelnek meg, arra a szerző mutatott rá.[5]

[1] L. *Fekete Zoltán* tanulmányait az Erd. Kisérletek, 1917. évi 3. és 4. számában (41—69. és 201—209. lap). S *Rónai* György értekezéseit u. o. a 69—104, és 209—214. lapon, *Károlyi* és Rónai közleményeit az Erd. Lapok 1918. évi kötetében (47, 153. és 251. lap).

[2] Tanulmány az egykorú lúcfenyvesek vastagsági összetételéről stb.

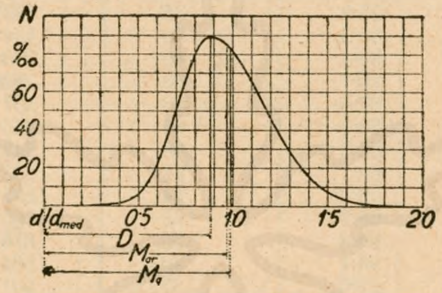
[3] Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1903, 189. lap.

[4] Erd. Kísérletek, 1917, 81. lap.

[5] Erd. Kísérletek, 1917, 41. lap.

Rónai megkísérelte a megoszlás elsődleges görbéjének futását az egykorú szabályos lucfenyő-állományra nézve mennyiségtani egyenlettel kifejezni. Az egyenletnek megfelelő görbét alább láthatjuk. Nem szabad azonban elfelednünk, hogy a bemutatott görbe csak *átlagos* törvényszerűséget fejezhet ki s csak az elméletileg teljesen szabályos faállományra érvényes.[1] A valóságban ilyen faállományok voltaképpen nincsenek, mert a szabályosság feltételei, úgymint a tökéletesen egyenlő sűrűség és talajminőség, s a faállomány teljes egykorúsága is csak igen ritkán található meg a természetben. Mennél kevésbbé egyöntetű a faállomány talaja és külső szerkezete tekintetében, annál nagyobbak az eltérések is az átlagos megoszlási alaktól.

Azokat az adatokat, melyek szerint a 89. ábra készült, a 304. oldalon látható (Rónaitól átvett) táblázat foglalja magában.



89. ábra A szabályos lúcfenyvesek törzsszámának megoszlása *Rónai* szerint

Ennek magyarázatául szolgáljanak a következők:

A 1. rovat azt jelenti, hogy a faállomány vastagsági fokainak átmérője hogy aránylik a faállomány átlagos átmérőjéhez (d_{med}). Ha pl. az átlagos átmérő 28 cm, akkor a 14 cm-es vastagsági fok törzseinek viszonyszáma: $\frac{14}{28} = 0.50$.

Ha bármely elméletileg szabályos lucos törzseit az 1. rovatban kimutatott átmérőviszonyszámok szerint foglalnók vastagsági csoportokba, akkor a 2. (illetőleg 3.) rovatból az egyes csoportokra eső törzsek számát közvetlenül határozhatnók meg, az összes törzsszám ezrelékeiben.

[1] Sőt arra is csak bizonyos körülmények között.

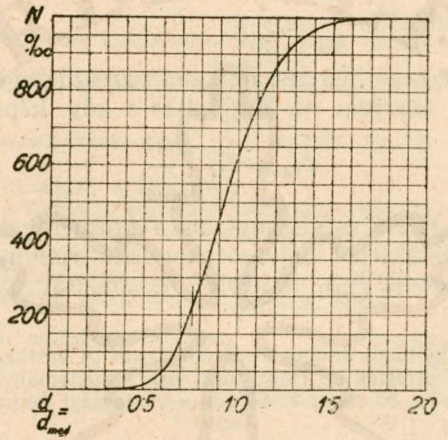
A szabályos lucfenyves törzsszámának megoszlása átmérő szerint

Átmérő-viszonyszám	1000 törzsből esik			Megjegyzés
	az egyes törzscsoportokra		az előző törzscsoportokra összesen*)	
	kiszámítva	kikerekítve		
$\frac{d}{d\ med}$	N		$\Sigma\ [N]$	
1	2	3	4	5
0·25	0·1	—	0·1	*) A második rovat adatai szerint
0·30	0·2	—	0·3	
0·35	0·6	1	0·9	
0·40	1·5	2	2·4	
0·45	3·4	3	5·8	
0·50	7·0	7	12·8	
0·55	13·1	13	25·9	
0·60	22·4	22	48·3	
0·65	35·2	35	83·5	
0·70	50·5	50	134·0	
0·75	66·3	66	200·3	
0·80	79·7	80	280·0	
0·85	87·6	88	367·6	
0·90	88·9	89	456·5	
0·95	86·3	86	542·8	
1·00	81·1	81	623·9	
1·05	73·9	74	697·8	
1·10	65·2	65	763·0	
1·15	55·8	56	818·8	
1·20	46·1	46	864·9	
1·25	37·0	37	901·9	
1·30	28·7	29	930·6	
1·35	21·7	22	952·3	
1·40	15·6	16	968·1	
1·45	11·1	11	979·2	
1·50	7·6	8	986·8	
1·55	5·1	5	991·9	
1·60	3·2	3	995·1	
1·65	2·0	2	997·1	
1·70	1·2	1	998·3	
1·75	0·7	1	999·0	
1·80	0·4	1	999·4	
1·85	0·3	—	999·7	
1·90	0·2	—	999·9	
1·95	0·1	—	1000·0	

Ennek a képletnek a segítségével módunkban áll olyan táblázatot szerkeszteni, amely minden átlagos átmérő ezrelékes megoszlását kimutatja A táblázat kivonata a 308. lapon látható.

Amint a táblázatból látjuk, a faállomány legvékonyabb és legvastagabb törzsenek átmérője szintén szoros vonatkozásban van az átlagos mellmagassági átmérővel. Hogy valamely átlagos átmérőnek milyen alsó és felső szélsőségi határok felelnek meg, az elméleti úton szintén meghatározható. A vizsgálatok azt mutatják, hogy ezek a határok a fafajok szerint változnak. Ugyancsak eltérések észlelhetők a különféle fafajokra nézve a törzsszám szerinti megoszlásban magában is.

Ha a 304. lapon levő táblázat 2 rovatában kimutatott törzsszámokat bizonyos vastagsági fokig összeadjuk, a 4. rovatban kimutatott összegeket kapjuk. Ha ezeket az átmérőviszonyszám szerint rendezve tüntetjük fel rajzábrás úton, a 87. ábrán láthatóhoz hasonló görbét kapunk (l. a 90. ábrát).



90. ábra. A szabályos lúcfenyvesek ezrelékes törzsszámösszegező görbéje a viszonylagos vastagsági fokok függvényeképpen, *Rónai* szerint

Ennek a törzsszámösszegező görbének a segítségével módunkban van bármely szabályos lucfenyves törzsszámát tetszésünk szerint választott vastagsági osztályok szerint részletezni. (Ez különösen az értéktáblázatok szempontjából fontos.)

A gyakorlat nem alkalmazza a csoportképzésnek ezt a módját, s a középátmérő előzetes ismerete nélkül ezt nem is tehetné, hanem mindig egy vagy több cm-es kikerekítéssel veszi számba az átmérőt, tehát a vastagsági fokokat nem viszonylagos, hanem *adott* határértékekhez köti. Ha azonban a kikerekítés egységét (i) és a faállomány átlagos átmérőjét (d_{med}), továbbá az összes törzsek számát (N) ismerjük, módunkban van a kimutatást az elméleti

* Intervallum.

törzsmegoszlás megállapítására felhasználni. A táblázatban foglalt viszonyszámok törzsszámai ugyanis teljesen összeesnek az 1 cm-es vastagsági fokok törzsszámával, *ha* a faállomány átlagos mellmagassági átmérője 20 cm. Az ilyen állományra tehát a táblázat adatait módosítás nélkül alkalmazhatjuk.

Úgyszintén érvényes a táblázat minden más faállományra is, ha a választott kikerekítési egység s az átlagos átmérő aránya az előbbivel ($\frac{1}{20}$) azonos. Így pl. a 40 cm átlagos átmérőjű faállomány törzsszámának ezrelékes megoszlása a 2 cm-es vastagsági fokokon belül ugyanaz, mint a 20 cm-esé 1 cm-es kikerekítés esetén (az említett viszonyszám itt is $\frac{2}{40} = \frac{1}{20}$).

Minden más esetben átszámításra van szükségünk, ha a táblázatot használni akarjuk. Az átszámítás a köv. képlettel. történik :

$$N_d = N_i \frac{20}{d_{med}}.$$

N_d : a keresett ezrelékes viszonyszám a d átmérővel bíró vastagsági fokra, N = *a* táblázatból kiolvasott ezrelékes viszonyszám, i = a kikerekítés egysége ($2\,\triangle_d$). A képlet használatát az alábbi példák világítják meg :

1. példa. Egy lúcos átlagos átmérője 40 cm. A vastagsági fokok 1 cm-es kikerekítéssel különíttettek el. Hány törzs esik a faállomány 1000 törzse közül a 20 cm-es, 30 cm-es, 40 cm-es és 60 cm-es vastagsági fokra (egész számra kikerekítve) ?

$$\frac{d}{d_{med}} = \frac{20}{40} = 0{\cdot}50, \qquad N_{20} = 7 \times 1 \times \frac{20}{40} = 4$$

$$〃 = \frac{30}{40} = 0{\cdot}75, \qquad N_{30} = 66 \times 1 \times \frac{20}{40} = 33$$

$$〃 = \frac{40}{40} = 1{\cdot}00, \qquad N_{40} = 81 \times 1 \times \frac{20}{40} = 40$$

$$〃 = \frac{60}{40} = 1{\cdot}50, \qquad N_{60} = 8 \times 1 \times \frac{20}{40} = 4.$$

2. példa. A szabályos lucos átlagos átmérője 10 cm, a kikerekítés 1 cm. Hány törzs esik a 10 cm-es vastagsági fokra ?

$$\frac{d}{d_{med}} = 1{\cdot}0,$$

$$N_{10} = N \times 1 \times \frac{20}{10};$$

$$N_{10} = 81 \times 1 \times 2 = 162 \text{ törzs},$$

3. példa. A kikerekítés 2 cm. Hány törzs esik 1000-ből az átlagos átmérőre *α.* 20 cm-es, *β.* 40 cm-es átlagos vastagság esetén?

$$\alpha.\ N_{20} = N_{81} \times 2 \times \frac{20}{20} = 162 \text{ törzs}$$

$$\beta.\ N_{40} = N_{81} \times 2 \times \frac{20}{40} = 81 \text{ «}$$

4. példa. A *Schwappach*-féle fatermési táblák szerint a 100 éves lucfenyves egy kat. holdra eső törzsszáma az I. termőhelyi osztályban 228, az állomány átlagos átmérője pedig 39,6 cm. Hogyan oszlik meg a törzsszám a következő három vastagsági osztályban?

Az	I.	vastagsági	osztály	terjed	..... 30 cm-ig,
a	II.	«	«	«	..... 31 cmtől 50 cm-ig,
a	III.	«	«	«	..... 51 cm-től felfelé.

Mindenekelőtt meg kall állapítani az egyes vastagsági osztályok határértékeinek az átmérőviszonyszámait $\left(\frac{d}{d_{med}}\right)$. Ez a 30 cm-es törzsre nézve $\frac{30}{39{\cdot}6} =$ $= 0{\cdot}76$, az 50 cm-esre nézve pedig $\frac{50}{39{\cdot}6} = 1{\cdot}26$. (A 90. ábrán ezeknek a rendszálaknak a metszései is láthatók.)

Leolvasva a törzsszámösszegező görbéről a megfelelő rendszálak értékét, azt találjuk, hogy a fentebbi viszonyszámoknak a következő törzsszámok felelnek meg (mint ezrelékek).[1]

0·76-nak megfelel : 220, 1·26-nak megfelel : 910. Eszerint az adott vastagsági osztályokra ezerből a következő törzsszám esik:

Az	I.	vastagsági	osztályra	.... 220 törzs,	
a	II.	«	«	.... 690 «	(910—220),
a	III.	«	«	.... 90 «	(1000—910).
		Összesen		.......1000 törzs.	

Az egy holdra eső 228 törzs megoszlása tehát:

Az	I.	vastagsági	osztályban	$228\ \frac{220}{1000}$	$= 50$ törzs
a	II.	«	«	$228\ \frac{690}{1000}$	$= 157$ «
a	III.	«	«	$228\ \frac{90}{1000}$	$= 21$ «
				Összesen:	228 törzs.

5. példa. Állapítsuk meg a törzsszámösszegező görbéről, hogy a szabályos lucfenyő-állományban az összes törzsek hány százaléka vékonyabb és hány százaléka vastagabb, mint az átlagtörzs?

Minthogy az átlagtörzs átmérőviszonyszáma: 1, az ennek megfelelő rendszálon végezzük a leolvasást. Azt találjuk, hogy a törzsszám összege 623·9, azaz kereken 62%.

[1] Ugyanezeket az adatokat olvashatnók ki a 304. lapon lévő táblázatból, ha az az átmérőviszonyszámokat jobban részletezné.

A szabályos lucfenyvesek törzsszámának elméleti megoszlása a mellmagassági átmérő szerint

Mell-magassági átmérő cm	A faállomány átlagos mellmagassági átmérője cm-ben								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	1000 törzsből esik az 1. rovatban megjelölt átmérőre								
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0·2	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0·4	—	—	—	—	—	—	—	—
4	3·0	0·1	—	—	—	—	—	—	—
5	14·0	0·7	0·1	—	—	—	—	—	—
6	44·8	2·1	0·2	—	—	—	—	—	—
7	101·0	5·9	0·6	0·1	—	—	—	—	—
8	159·4	14·1	1·5	0·3	0·1	—	—	—	—
9	177·8	29·9	3·4	0·7	0·1	—	—	—	—
10	162·2	53·3	7·0	1·2	0·3	0·1	—	—	—
11	130·4	80·7	13·1	2·4	0·7	0·2	0·1	—	—
12	92·2	106·4	22·4	4·4	1·0	0·3	0·2	—	—
13	57·4	117·8	35·2	7·3	1·8	0·6	0·3	0·1	—
14	31·6	116·7	50·5	11·9	3·0	0·9	0·3	0·1	0·1
15	15·2	108·9	66·3	17·9	4·7	1·5	0·6	0·2	0·1
16	6·4	94·7	79·7	26·0	7·2	2·3	0·8	0·3	0·2
17	2·4	79·1	87·6	35·4	10·7	3·4	1·2	0·5	0·2
18	0·8	61·5	88·9	46·6	15·0	4·9	1·5	0·7	0·3
19	0·4	45·8	86·3	56·7	20·3	6·9	2·5	1·0	0·5
20	0·2	31·9	81·1	63·8	26·9	9·4	3·5	1·5	0·6
21	—	21·1	73·9	69·3	33·7	12·8	5·0	2·0	0·9
22	—	13·1	65·2	71·2	40·7	16·8	6·6	2·6	1·2
23	—	7·9	55·8	70·4	46·7	21·1	8·8	3·6	1·6
24	—	4·3	46·1	68·4	53·1	26·3	11·2	4·7	2·2
25	—	2·3	37·0	64·9	56·9	31·3	14·2	6·2	2·8

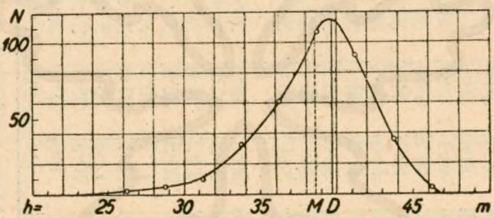
Mell-magassági átmérő cm	A faállomány átlagos mellmagassági átmérője cm-ben				
	30	35	40	45	50
	1000 törzsből esik az 1. rovatban megjelölt átmérőre				
51	0·8	6·2	16·4	26·3	31·0
52	0·6	4·9	14·4	24·2	30·3
53	0·3	3·9	12·5	22·5	28·8
54	0·3	3·1	10·9	20·5	27·4
55	0·2	2·5	9·2	18·8	26·1
56	0·1	1·8	7·9	17·0	24·6
57	0·1	1·4	6·7	15·3	20·1
58	0·1	1·2	5·6	13·6	21·6
59	—	0·8	4·6	12·6	20·0
60	—	0·6	3·8	10·6	18·4
61	—	0·4	3·1	9·2	17·0
62	—	0·3	2·6	8·0	15·5
63	—	0·2	2·1	7·0	14·1
64	—	0·2	1·6	6·1	12·8
65	—	0·1	1·3	5·0	11·5
66	—	0·1	1·0	4·5	10·3
67	—	—	0·8	3·3	9·1
68	—	—	0·6	3·1	8·1
69	—	—	0·5	2·6	7·2
70	—	—	0·4	2·2	6·3
71	—	—	0·3	1·8	5·5
72	—	—	0·2	1·4	4·8
73	—	—	0·2	1·2	4·2
74	—	—	0·2	0·9	3·6
75	—	—	0·1	0·6	3·0

26	—	1·3	28·7	60·1	59·1	36·5	17·6	8·0	3·7	76	—	—	0·1	0·7	2·6
27	—	0·3	21·7	54·8	59·3	41·4	21·4	10·0	4·7	77	—	—	0·1	0·5	2·1
28	—	0·1	15·8	49·2	58·5	45·5	25·3	12·3	5·9	78	—	—	—	0·4	1·9
29	—	—	11·1	42·9	56·6	48·7	28·1	14·9	7·3	79	—	—	—	0·3	1·6
30	—	—	7·6	36·9	54·1	50·2	33·2	17·8	9·0	80	—	—	—	0·2	1·3
31	—	—	5·1	31·0	51·0	50·8	36·8	20·9	10·9	81	—	—	—	0·2	1·1
32	—	—	3·2	25·6	47·2	50·6	39·9	24·0	13·0	82	—	—	—	0·2	0·9
33	—	—	2·0	20·5	43·5	49·7	42·4	26·5	15·2	83	—	—	—	0·1	0·7
34	—	—	1·2	16·1	39·8	48·2	43·8	30·5	17·7	84	—	—	—	0·1	0·6
35	—	—	0·7	12·7	34·9	46·3	44·4	33·3	20·2	85	—	—	—	—	0·5
36	—	—	0·4	9·6	30·8	44·0	44·5	35·4	22·7	86	—	—	—	—	0·4
37	—	—	0·3	7·1	26·7	41·3	44·1	37·4	25·2	87	—	—	—	—	0·3
38	—	—	0·2	5·2	22·9	38·5	43·2	38·6	27·8	88	—	—	—	—	0·2
39	—	—	0·1	3·8	19·2	36·9	42·0	39·3	29·9	89	—	—	—	—	0·2
40	—	—	—	2·6	15·9	32·6	40·0	39·6	31·9	90	—	—	—	—	0·2
41	—	—	—	1·7	12·9	29·5	38·8	39·4	33·6	91	—	—	—	—	0·2
42	—	—	—	1·2	10·5	26·3	37·0	39·0	34·6	92	—	—	—	—	0·1
43	—	—	—	0·8	8·3	23·2	34·8	38·1	35·2	93	—	—	—	—	0·1
44	—	—	—	0·5	6·6	20·5	32·6	37·1	35·6	94	—	—	—	—	0·1
45	—	—	—	0·3	5·1	17·7	30·3	36·1	35·6	95	—	—	—	—	0·1
46	—	—	—	0·2	4·0	15·1	27·9	34·5	35·3	96	—	—	—	—	—
47	—	—	—	0·2	3·0	12·8	25·4	33·5	34·9	97	—	—	—	—	—
48	—	—	—	0·1	2·1	10·8	23·1	31·8	34·2	98	—	—	—	—	—
49	—	—	—	—	1·6	9·0	20·3	29·8	33·3	99	—	—	—	—	—
50	—	—	—	—	1·1	7·4	18·5	78·1	32·4	100	—	—	—	—	—
Összesen:	1 000	1 000	1 000	1 000	Folytatás jobboldalt						1 000	1 000	1 000	1 000	1 000

Meg kell azonban gondolnunk, hogy az 1-es nagyságrend csoportjába a táblázat szerint (304. lap) 81 törzs tartozik. Ezek közül a középső, tehát a 41. áll pontosan az 1-es nagyságrend helyén. Az előző nagyságrendig (0·95-ig) van összesen 542·8 törzs, ehhez a 41-et hozzáadva, kapunk 583·8-at, vagy százalékokban kereken 58%-ot. Ennyi törzs vékonyabb s 42% vastagabb az átlagtörzsnél.

Már *Weise Vilmos* kimutatta az erdeifenyőre nézve,[1] hogy az átlagtörzs a vastagság szerint rendezett törzseknek mintegy a 60%-ára esik, *Fekete Lajos* pedig ezt a «százalékos helyet» a lucfenyőre nézve, mint 68 lucfenyőállományra közvetlenül kiszámított középszámot 58%-nak, rajzbeli módosítások után 59—60%-nak,[2] *Schiffel* 59%-nak, *Rónai* 57·8%-nak, *Wimmer* a bükkre nézve 60%-nak, a szerző a tölgyre nézve 57·2%-nak (főállomány), illetőleg 57·7%-nak (egész állomány) találta. *Lang* adatai: lucfenyő főállomány 59·3%, jegenyefenyő 59·3%, erdeifenyő 57·5%, bükk 62·1%, tölgy 62·7%.[3] Általában bármely fafajra nézve megközelítőleg 60%-ra tehetjük azt. Ennek az egyszerű tételnek a gyakorlati becslésekben néha jó hasznát vesszük.

Amint számokban kifejezhető törvényszerűség van a faállomány törzsszámának a mellmagassági átmérő szerint való



91. ábra. Lucfenyves törzsszámának megoszlása a magasság függvényeképpen. A torzulás jobboldali. (*M-D* negatív)

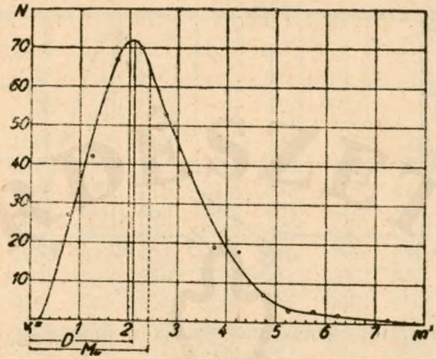
megoszlásában, éppenúgy hasonló, bár nem azonos törvényszerűség mutatható ki a *törzsszám* megoszlása és *minden más fatömegtényező* közt is. Messzire vezetne mindezekkel a törvényszerűségekkel különkülön is foglalkoznunk, csak két törzsszámmegoszlási görbét mutatunk még be a 91. és 92. ábrán. Az ábra szerkesztéséhez felhasznált adatokat a kísérleti fenyves szolgáltatta. Amint látjuk, a magasság szerinti megoszlás görbéjének (91. ábra) részaránytalansága az

[1] Ertragstafeln für die Kiefer, Berlin, 1880, 130. lap.

[2] Erdészeti kísérletek, 1902 évf. 87. lap.

[3] L. a szerző tanulmányát az Erd. Kísérletekben (1943—44, 383. lap.) *Lang* adatai magasaknak látszanak. Lehet, hogy a törzsszámot nem az 1-es nagyságrend közepéig számította, mint ahogy mi fentebb tettük, hanem annak felső kikerekítési határáig.

átmérő és a fatömeg szerinti megoszlásával ellentétes értelmű: a szórás a kisebb méretű fák irányában erősebb, mint a felső szélsőségek irányában. Ezt úgy fejezzük ki: a vastagság és a fatömeg szerinti megoszlás görbéjének a részaránytalansága baloldali, a magassági görbéé jobboldali.

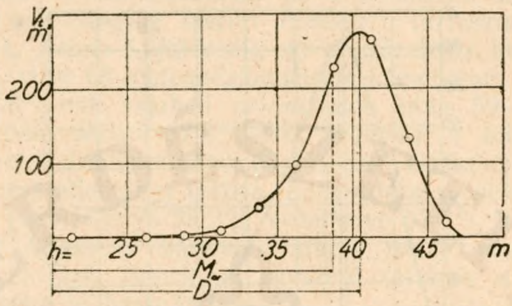


92. ábra **Lucos törzsszámának megoszlása a törzsfatömeg szerint**

A 91. ábrán látható szakadozott vonal a halmozat *számtani átlagának*, a teljesen kihúzott vonal pedig a *legnagyobb gyakoriság* rendszálának felel meg. Az előbbihez tartozó metszék (M) hossza 38,6, az utóbbié (D) 39,7. A részaránytalanság $= \frac{M-D}{\sigma}$. Minthogy pedig ebben az esetben $M < D$, azért itt *tagadó értelmű*, vagy *nemleges részaránytalanságról* (negatív aszimmetria) beszélhetünk, ellentétben a 89. és 92. ábrán látható görbék *tevőleges* (pozitív) részaránytalanságával. Az alakszám szerinti megoszlás itt csaknem részarányos.

Meg kell még említenünk azt is, hogy nemcsak a törzsszám, hanem bármely más fatömegtényező is a valószínűségi görbékhez hasonló futást mutat, ha a faállomány egyes törzscsoportjaiba tartozó adatok összegét ábrázoljuk egy másik tényező függvényeképpen. Minthogy ezekben az összegekben közvetve szintén a törzsszám jut kifejezésre, a szóbanforgó tétel helyessége az előbbiekből önként folyik. A sok elképzelhető függvénykép közül egyet mutat be a 93. ábra. Látjuk ezen, hogy a magasság függvényeképpen a fatömegek görbéje is jobboldali részaránytalanságot mutat.

A törzsmegoszlás szabályának ismerete, illetőleg ezzel kapcsolatban a szabályos faállomány összetételének számszerű megállapítása lehetővé teszi akár az egyes fatömegtényezőknek, akár a fatömegnek magának a gyakorlati célokhoz szabott osztályozását. A *fatömegnek* a mellmagassági átmérőviszonyszámmal vonatkozásba hozott összegező görbéje szerint pl. a legnagyobb könnyűséggel ki tudjuk mutatni, hogyan oszlik meg a fatömeg a tetszésünk szerint megszabott vastagsági osztályok között.[1]



93. ábra Lúcos törzsfatömegének megoszlása a magasság szerint (jobboldali torzulás)

Ha tehát a vastagsági osztályok elkülönítése a szabványos választékoknak megfelelően történt, akkor a fatömegeknek ezen az alapon végrehajtott megosztása a faállomány *értékének* helyes megállapítását is igen megkönnyíti. Különösen nagy jelentősége van ennek akkor, amikor nagyban alkalmazandó *átlagos* adatokra van szükségünk, így pl. amikor a fatermési táblákban kimutatott fatömegeket kívánjuk választékokra bontani az erdőrendezési és más gazdasági célokat szolgáló *értéktáblázatok* elkészítése céljából.

A hazai tölgyesek vastagfatömegének az átmérőviszonyszámok szerinti ezrelékes összegező adatait az alábbi táblázat mutatja ki.

Újabb vizsgálatok eredményeképpen bebizonyult, hogy a szabályos faállomány összetétele korántsem hódol olyan állandó törvényszerűségnek, amilyent pl. *Rónai* fentebb ismertetett görbéje fejez ki. Még azok a faállományok sem mutatnak teljes egyöntetűséget a törzsszám szerinti megoszlásban, amelyeknek fejlődését emberi beavatkozás nem zavarta.

Ennek okait csak úgy érthetjük meg, ha a faállomány fáinak egymáshoz való viszonyát közelebbről is szemügyre vesszük s a faállomány összetételét nemcsak a maga egészében vizsgáljuk, hanem az állásukban[2] rokontermészetű törzsek csoportjait külön külön is.

[1] Erd. Kísérletek, 1917, 97. lap.

[2] *Állás* alatt a fának a környezetéhez való viszonyát, elhelyezkedésének módját értjük.

A hazai tölgy- vastagfatömegösszegező számsorai

$\frac{d}{d_{med}}$	A faállomány átlagos átmérője (cm)										$\frac{d}{d_{med}}$
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
	1000 m³-ből mennyi van a $\frac{d}{d_{med}}$ vastagsági fokig ?										
0·2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·2
0·3	9	2	1	—	—	—	—	—	1	1	0·3
0·4	32	12	6	3	1	—	—	1	2	3	0·4
0·5	80	43	23	19	3	1	1	2	4	8	0·5
0·6	168	108	69	42	22	16	13	12	14	19	0·6
0·7	285	213	164	126	96	80	68	61	59	61	0·7
0·8	417	350	305	270	242	229	219	213	211	213	0·8
0·9	546	505	484	468	450	451	444	440	440	442	0·9
1·0	661	652	657	662	665	667	663	662	662	664	1·0
1·1	746	772	790	803	812	819	819	820	821	822	1·1
1·2	824	857	880	896	906	911	909	906	900	889	1·2
1·3	881	914	936	951	959	961	956	949	938	928	1·3
1·4	923	950	967	979	984	985	980	973	962	955	1·4
1·5	954	972	984	991	994	994	991	986	979	974	1·5
1·6	974	986	993	997	998	998	997	994	991	987	1·6
1·7	985	993	997	999	999	999	999	998	998	994	1·7
1·8	991	996	999	1 000	1 000	1 000	1 000	999	999	998	1·8
1·9	995	998	1 000	—	—	—	—	1 000	1 000	1 000	1·9
2·0	997	999	—	—	—	—	—	—	—	—	2·0
2·1	999	1 000	—	—	—	—	—	—	—	—	2·1
2·2	1 000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·2

Állásuk szerint a fákat különféleképpen osztályozhatjuk. Az osztályozás történhetik élettani vagy gazdasági alapon. Mi a következő törzsosztályokat különböztetjük meg.[1]

Felszinti állományrész { 1. szint : I. oszt. fák.
2. szint : II. oszt. fák.

Alszinti[2] állományrész { 3. szint : túlszárnyalt fák.
4. szint : alászorult fák.

Ezeket az osztályokat a következő állás jellemzi :

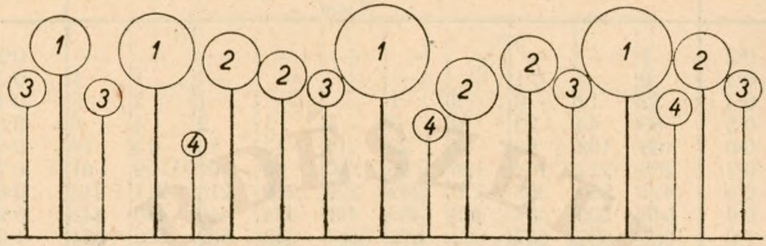
1. A korona felülről teljesen, oldalról legalább részben szabad.
2. A korona felülről teljesen szabad, oldalról már nyomás alatt áll.
3. Csak a csúcs szabad, oldalról a magasabb szomszédok erős nyomása alatt áll.

[1] Ez nagyjából megfelel a *Lönnroth*-féle osztályozásnak. A négy törzsosztály többé-kevésbbé összefügg a famagassági szintekkel, de a korona fejlettségi foka szerint az erőteljességnek is van része az osztályokba való sorozásban.
[2] *Visszaszorult* vagy *elmaradó*.

4. Csúcsa sem szabad. A szomszéd fák koronája alá szorult.

A négy osztály egymáshoz való viszonyát szemlélteti vázlatosan a 94. ábra.

Ha az állomány törzsszámát, mint a mellmagassági átmérő függvényét törzscsoportonként elkülönítve ábrázoljuk, mélyebb



94. ábra. **A fák osztályozása.** *1:* **I. osztályú fák,** *2:* **II. osztályú fák,** *3:* **túlszárnyalt,** *4:* **lemaradt fák**

betekintést nyerhetünk az állomány összetételébe, mint ha az egész faállományt egyetlen társulásnak tekintjük, ahogy azt az eddigiekben tettük.

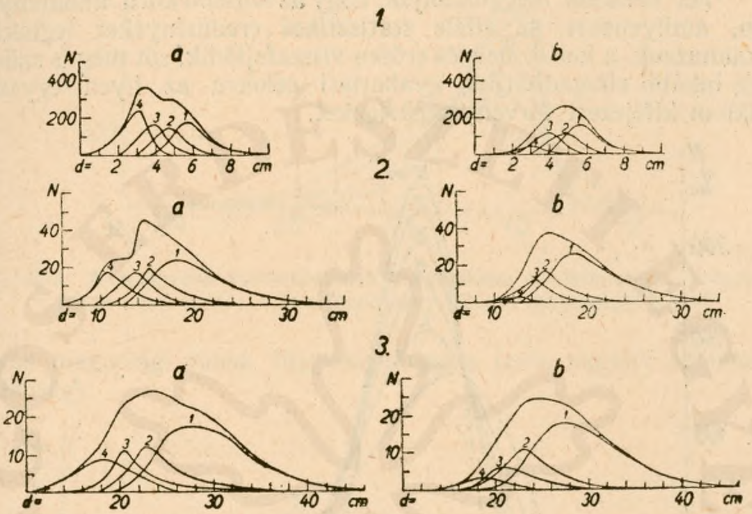
A 95. ábra három ábrapárja egy 15 éves, egy 52 éves és egy 105 éves tölgyes vastagsági összetételét ábrázolja. A baloldali ábrák a gyéritetlen, a jobboldaliak a gyérített faállomány törzsmegoszlását szemléltetik.

A törzsosztályok görbéi külön is fel vannak tüntetve s 1—4-gyel megjelölve (l. a fentebbi osztályozási tervezetet). Ha ezek rendszálait összegezzük, kapjuk az illető nagyságrend (2, 3, . . .9 cm) *összes* tagjának a számát. A karikák az eredeti helyszíni felvétel adataitak felelnek meg. Az összegezés eredményeképpen kapott pontokon át húztuk meg a megoszlás legfelső haranggörbéjét. Látjuk, hogy ezen az első, fődelelési szakaszon kívül (a 3 cm-es átmérő táján) még egy második dudorodást is mutat (5 cm fölött), bár kettős delelése azért nincs.

Az első, erős kicsúcsosodást főleg a 4. (alászorult) és részben a 3. (túlszárnyalt) törzsek nagy száma okozza. Ez a kettős delelésre való hajlam azonban a gyérítés után (jobb oldal, 1b. ábra), teljesen megszűnik, mert az előhasználat alkalmával főképpen a két elmaradó osztálynak a törzseit távolítják el. (A 4. törzsosztály halmozati görbéje teljesen összezsugorodott.)

A második ábrapár baloldalán látható halmozatban az elmaradó törzsosztályoknak már jóval kevesebb részük van s a fődelelésnek magasabb nagyságrendi hely jut mint az elsőnek, a gyérítés után pedig a kétpúpúság teljesen megszűnik.

A 105 éves faállományban a 3. és 4. törzsosztály a gyérítés előtt sem olyan számottevő, hogy a felmenő ág sima menetét erősebben megzavarhatná, a gyérítés után pedig a fő-haranggörbe még szabályosabb lesz, mert itt a gyérítés a felszinti állományrészbe is erősebben belenyúl s a baloldali ábrán észlelhető dudort megszünteti.



95. ábra. Egy 15 éves, egy 52 éves és egy 105 éves, tölgyes törzsszámának megoszlása a négy törzsosztályon belül és az egész faállományban. *a:* gyérítés előtt, *b:* gyérítés után

A fentebbiekből a következő tanulságokat szűrhetjük le.

1. A kor emelkedésével a kétdelelésre való hajlam csökken s a fődelelés helye viszonylag magasabb nagyságrend felé tolódik el.

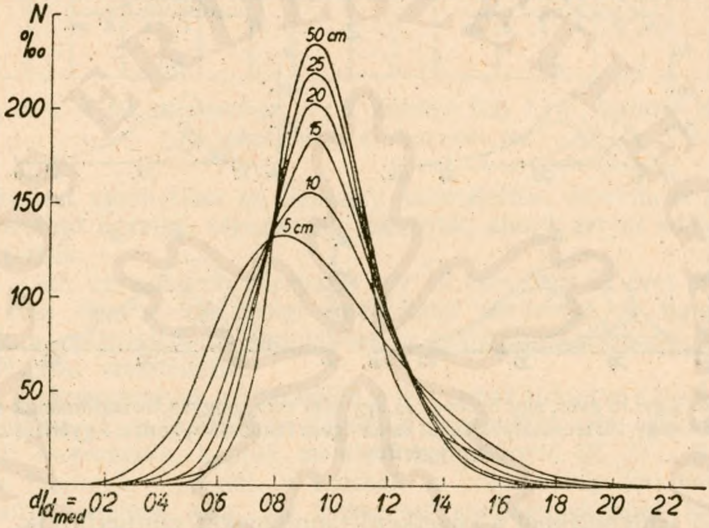
2. A gyérítés a kettős delelést megszünteti vagy legalább enyhíti, s a megoszlási görbe futását simábbá teszi.

3. A faállomány megoszlási görbéjének látszólagosan szeszélyes változásai a törzsosztályok egymáshoz való viszonyával vannak szoros vonatkozásban s akkor is jelentkezhetnek, ha a statisztikai anyag mind a terjedelem, mind a csoportosítás és kiegyenlítés szempontjából kifogástalan.

Kérdés mármost, szabad-e a gyakorlat céljaira olyan fokú kiegyenlítéseket alkalmazni, amelyek még a határozottan többdelelésű görbéket is sima futásúakká teszik?

Erre vonatkozólag *Kovács Ernő* fentebb idézett tanulmánya ad megnyugtató választ[1]. *Kovács* tárgyi alapon mutatja ki, hogy az ilyen kiegyenlítő halmozati görbéket is kielégítő pontossággal használhatjuk gyakorlati célokra. Hogy ez így van, annak magyarázatát abban találjuk, hogy a többdelelésű vonalnak egydelelésű vonallal való helyettesítése (kisimítása) a $\pm$ eltérések kiegyenlítődése folytán végeredményben egészen jó összértékeket szolgáltat.

Ha továbbá meggondoljuk, hogy az idősebb korú állományokban, amilyenekre az efféle statisztikai eredményeket leginkább alkalmazzuk, a kettős delelés erősen visszafejlődik, sőt meg is szűnik, még inkább elfogadhatjuk gyakorlati célokra az ilyen egyszerű alakban kifejezett törvényszerűségeket.



96. ábra. A tölgyesek törzsszámának megoszlása a viszonylagos vastagsági fokok szerint. 5, 10 . . . 50 a faállomány átlagos mellm. átmérőjét jelenti.

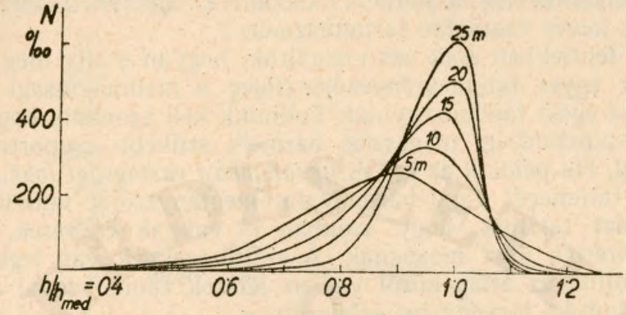
A faállomány halmozati megoszlása összefüggésben van a korral, a mellmagassági átmérővel, a faállomány átlagos magasságával és talán a termőhellyel is. Ezeknek a tényezőknek hatása többnyire együtt jelentkezik, s a megoszlás azok eredőjeképpen alakul.

A hazai tölgyesekben végzett vizsgálatok alapján mutatjuk be a 96. ábrán az 5, 10, 15, 20, 25 és 50 cm *átlagos átmérőjű*, egykorú faállományok törzsszámának megoszlását a viszonylagos vastagsági

[1] Az egykorú faállományok törzsszámának vastagság szerinti megoszlásában rejlő törvényszerűség és annak gyakorlati jelentősége, Sopron, 1934 (doktori értekezés). L. Erd. Kísérl. 1934.

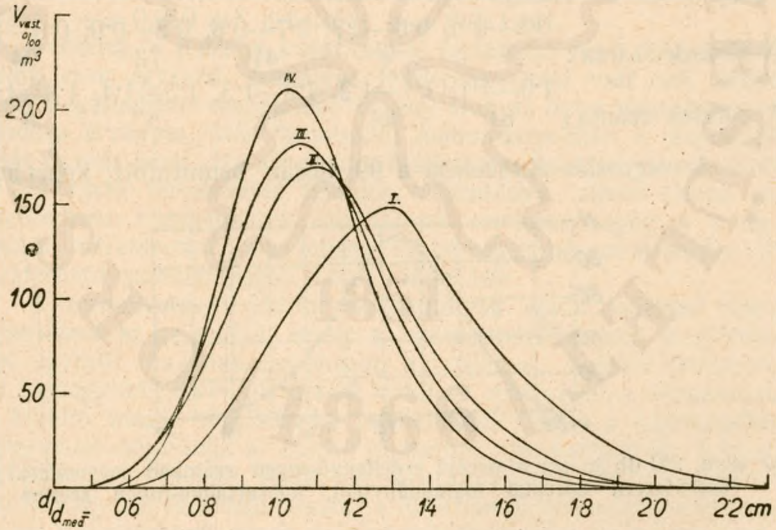
fokok közt. Ehhez hasonló természetű a korosztályok szerinti megoszlás is.

A 97. ábra az 5, 10, 15, 20 és 25 m *átlagos magasságú* faállományok megoszlását ábrázolja, de nem a vastagsági, hanem a viszony-



97. ábra. A tölgyesek törzsszámának megoszlása a viszonylagos magassági fokok közt. 5, 10 . . . 25 a faállomány átlagos magasságát jelenti

lagos magassági fokok függvényeképpen (erős negatív részaránytalanság).



98. ábra. A vastagfatömeg ezrelékes megoszlása a viszonylagos vastagság szerint (négy vastagsági csoportban)

A 98. ábra azt mutatja, milyen a *vastagfatömeg* ezrelékes megoszlása az eredeti becslések alapján elkülönített négy vastagsági osztályban (változó: a viszonylagos átmérő). Látjuk, hogy a vékonyabb faállományokban a görbék delelése magasabb nagyságrendre esik, mint a vastagabbakban. Különösen áll ez a legvékonyabb s egyszersmind legfiatalabb I. csoportra, amelynek törzsei még aránylag kevés vastagfát tartalmaznak.

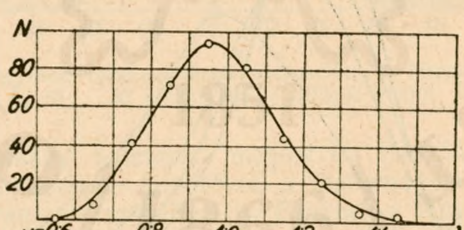
A fentiekben csak azt vizsgáltuk, hogyan oszlik meg a törzsszám az egyes fatömegtényezők, (főleg a mellmagassági átmérő) szerint az egész faállományban. Tudnunk kell azonban, hogy a már ismert valószínűségi megoszlás bármely szűkebb csoportra nézve is fennáll. Ha például az *egy és ugyanabba a vastagsági fokba* tartozó törzsek fatömegét vagy bármely fatömegtényezőjét vesszük szemügyre, azt találjuk, hogy azokban is vannak eltérések, melyek két határérték közt mozognak. A szélsőségeknek van legkevesebb képviselőjük, az átlag körül van az adatok zöme, szóval ebben is a valószínűségi törvény jut kifejezésre.

Károlyi példája szerint egy *vegyeskorú*, őserdőszerű vágásban talált 36 cm-es erdeifenyőtörzsek száma (371 db) köbtartalom szerint a következőképpen oszlott meg:

Köbtartalom-osztályok (m^3)

	0·5—0·6,	0·6—0·7,	0·7—0·8,	0·8—0·9,	0·9—1·0,
A törzsek száma:	1	9	41	72	94
	1·0—1·1,	1·1—1·2,	1·2—1·3,	1·3—1·4,	1·4—1·5,
A törzsek száma:	81	44	21	5	3

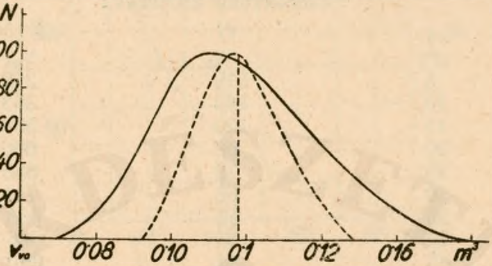
A megoszlás ábrázolása a 99. ábrán bemutatott képet adja.



99. ábra. 371 db 36 cm átmérőjű erdeifenyő-egyed számbeli megoszlása egy őserdőszerű boszniai faállományban, köbtartalom-fokok szerint

Hasonló, (de nem azonos) futású görbét kapunk, ha a törzsszámot bármely más fatömegtényező szerint mutatjuk ki.

Szűkebb határok közé szorulnak az ingadozások, ha a vizsgált tényezőt nem egyetlenegy, hanem két vagy több más fatömeg-tényezőtől tesszük függővé. A 100. ábrán pl. a folytonos vonalú görbe azt mutatja, milyen volt a kísérleti célokra megvizsgált 15 cm átmérőjű, különböző magasságú akácfák vastagfatömegének törzsszámszerinti megoszlása. A szakadozott görbe pedig az ugyancsak 15 cm vastag, de egyszersmind 15 m magas akácok fatömegének



100 ábra. Folytonos görbe: a 15 cm átmérőjű, különböző magasságú akáctörzsek számának százalékos megoszlása a vastagfa köbtartalma szerint. Szakadozott görbe: a 15 cm átmérőjű, de egyszersmind 15 m magas fák megoszlása. Az utóbbi esetben a szórás szűkebb határok közé szorul

megoszlását tünteti fel.[1] Látjuk, hogy az azonos magasságú fák *szórása* kisebb, mint a különböző magasságúaké. A külső görbe szórása: $\sigma = 0{,}019\ m^3$, a belsőé: $\sigma = 0{,}011\ m^3$.

Fentebb, a *Károlyi* kutatásaival foglalkozó részt megelőzően, mindig csak *egykorú,* szabályos faállományokról volt szó, tehát az ott megállapított megoszlási törvény csak az ilyen törzscsoportosulásokra érvényes. Más természetű faállományokban a megoszlás is más és más lehet. Ha azonban a faállomány összetétele hosszabb idő óta tartó természetes fejlődés folyománya, akkor ebben az összetételben mindenesetre találhatunk rendszerességet, s a faegyedek méretszerinti megoszlása többé-kevésbbé számszerűen is hozzáférhető szabályosságot juttat kifejezésre.

A természetes fejlődésű faállományok egyik jellemző képe az *őserdőnek* az az alakja, amely a legkülönbözőbb korú és méretű fákat egyesíti magában ugyanazon a területen. A felső korhatárt elért legnagyobb, elvénült törzsek kidőlnek s helyüket a szomszédos fák lehulló magja népesíti be csemetékkel. Ezek a legzsengébb törzsegyedek képviselik az őserdő törzseinek alsó korhatárát. E közt a két határ közt minden átmenetet megtalálhatunk, hacsak pusztító viharok vagy tűzvész nem okozott a múltban olyan nagyterjedelmű, hirtelen változásokat, amelyek egykorú faállományok keletkezéséhez vezettek.

[1] Az ábra a szerzőnek az akác-fatömegtáblák céljaira gyüjtött adatai alapján készült.

Fekete Lajos az ősbükkösök faállományának szerkezetét tanulmányozva,[1] azt tapasztalta, hogy a törzsszám vastagság szerinti megoszlása ezekben az erdőkben a 101. ábrán bemutatott törvényszerűséget mutatja.[2]

Számszerűen kifejezve:

$d_{1\cdot3}$ cm	N ‰	$\Sigma(N)$ ‰
5	219	219
10	164	383
15	125	508
20	98	606
25	79	685
30	66	751
35	52	803
40	43	846
45	34	880
50	28	908
55	24	932
60	19	951
65	15	966
70	12	978
75	9	987
80	7	994
85	6	1000

Amint látjuk, az őserdő összetétele egészen más természetű, mint az egykorú szálerdőé. Az ilyen görbéknek is megvan a maguk természete fafajok és termőhelyek szerint. Az átlagos számsorok meghatározásához azonban nagymennyiségű kísérleti anyagra volna szükség.[3]

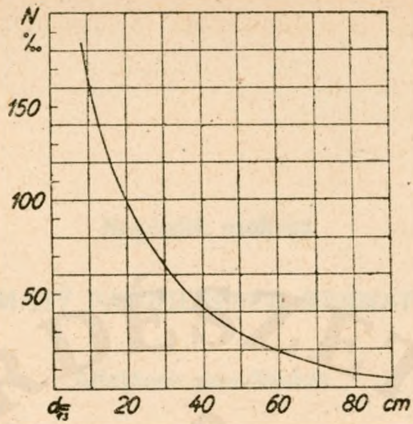
Jó hasznát lehet venni az így megállapított megoszlási szabálynak a *szálalóerdők* berendezése során, mert ezzel az erdőalakkal éppen a különböző korfokok keveredésének a természetes mintáját kívánjuk (természetesen észszerű módosításokkal) követni.

Végül megjegyezzük, hogy a «faállományszerkezettan», bár az erdőbecsléstannal a legszorosabb kapcsolatban van, már annyira megizmosodott külön ismeretággá fejlődött, hogy mint ilyennek, tulajdonképpen önálló helyet kellene adnunk az erdészeti tudományok közt. Különösen megokolt lesz az, ha a további vizsgálatok eredményei a szerkezettan tételeit minden irányban megszilárdítják

[1] Erdészeti Kísérletek, 1906. évf. 105. lap.

[2] Az ilyen egyoldalú megoszlás *Czuber—Burkhardt* szerint (Die statistischen Forschungsmethoden, 63. lap) a részaránytalanság szélsőséges esetét mutatja.

[3] Idevágó forrásmunkák: *Wanselow:* Einführung in die forstliche Zuwachs- und Ertragslehre, 100. lap.



101. ábra. Ősbükkösök törzsszámának vastagság szerinti megoszlása

s az ezidőszerint még ismeretlen kutatási tereket mind tágabb és tágabb körben feltárják.

Bár a faállományszerkezettan sok tekintetben elvont jellegű megállapításokkal foglalkozik, közvetve a gyakorlatnak is igen hasznos szolgálatokat tesz s hozzásegít annak a tárgynak a rendszeres megismeréséhez, amely az erdőgazdaság középpontja: bonctanát adja a *faállománynak*, amelynek létesítéséhez, felneveléséhez és hasznosításához az erdőgazdálkodás legfontosabb ténykedései fűződnek.

Hogy ez a jelentős ismeretág mai színvonalára emelkedett, abban a magyar erdészeti irodalomnak is kiváló érdemei vannak.

Negyedik szakasz

A FAÁLLOMÁNY FATÖMEGÉNEK MEGHATÁROZÁSA

Általános szemléletek

A III. szakaszban a faállomány szerkezetével foglalkoztunk. Szükséges volt, hogy ez a rész a faállománybecslési módok fejezetét megelőzze, mert az itt tárgyalandó eljárások nagyobbára összefüggésben vannak a faállományszerkezettan alaptételeivel, sőt némelyek egyenesen azokból indulnak ki. A III. szakaszban továbbá több olyan fogalommal ismerkedtünk meg (átlagos körlap, ill. átmérő, magasság, alakszám, fatömeg stb.) amelyekre ezen a helyen sűrűn lesz szükségünk, s amelyeknek lényegi ismertetésére itt már nem fogunk kiterjeszkedni, hanem egyszerűen utalunk a faállományszerkezettan megfelelő tételére.

A faállomány fatömegének meghatározása igen gyakori feladata az erdőbecslőnek. Egész erdőrészletek, sőt egy vagy több évi vágásterület összes faanyaga egyszerre kerülhet kitermelés alá; az üzemrendezési munkálatok során 10, sőt 20 évi vágásterület fatömegét egyszerre kell megbecsülnie az erdőrendezőnek, hogy a gazdálkodás tervét helyes alapokra fektethesse. Az ilyen becslési munkálatok nagy terjedelme már eleve lehetetlenné teszi, hogy a faállomány törzseit külön-külön vessük alá az I. v. II. részben ismertetett eljárások valamelyikének. A faállományt, mint önálló, magasabb egységet kell felfognunk, s fatömegét lehetőleg olyan jellemző tényezők alapján kell meghatároznunk, amelyekhez aránylag csekély fáradsággal, mérsékelt munka- és időfelhasználással juthatunk. S hogy valóban megtehetjük, hogy viszonylag kevés méret alapján az egész faállomány fatömegét megfelelő pontossággal tudjuk meghatározni, annak az oka éppen azokban a törvényszerűségekben rejlik, amelyek a faállomány különböző faegyedeit természetes, egymással szerves összefüggésben álló társulásokba egyesítik. Megjegyzendő, hogy az ismertebb becslési eljárások nagyobb részét már akkor is alkalmazta a gyakorlat, amikor még a faállomány szerkezetének alaptételei nem voltak felderítve. Ezekben a becslési módszerekben az illető szerzők a faállományszerkezet törvényeit gyakran csak helyes érzéküktől vezettetve, de voltaképpen öntudatlanul juttatták érvényre, s azok is, akik a tapasztalat útján igazolt tételekből indultak ki, az egymásra ható tényezők belső összefüggését — a becslési mód jogosultságának alapját — nem mindig ismerték fel világosan.

Faállományszerkezettani ismereteink mai fejlettsége folytán most már könnyebb bírálatot mondanunk az egyes becslési módokról és megállapítanunk, vajjon azok elméletileg helyes alapon állanak-e vagy sem.

A faállománybecslés célja igen különböző lehet. Néha csak tájékoztató adatokra van szükségünk, amikor kisebb pontossággal is megelégszünk. Az erdőrendezés céljait szolgáló becslésektől már nagyobbfokú megbízhatóságot kívánunk meg, de inkább csak a faállományok *összes* fatömegét illetőleg, a részletes eredmények pontosságára ellenben nem helyezünk olyan nagy súlyt, annál inkább megkivánjuk azonban ilyenkor, hogy a munka egyszerű és gyors legyen.

A tervkészítésekhez már gyakran a részletekbe menő pontosság is elengedhetetlen követelmény s méginkább az a részlettervi becslések esetében. Ezért ott a feltétlen megbízhatóság elvével szemben más szempont (pl. gyorsaság, olcsóság stb.) háttérbe szorul. A célok különbözősége egyik oka annak, hogy a becslési módok fejlesztése és újabb eljárások kieszelése igen sok szakembert foglalkoztatott s ma már az állománybecslési módoknak egész serege áll a gyakorlat rendelkezésére. Ennek a munkának a keretében valamennyi módszerrel nem foglalkozhatunk. Igyekszünk azonban mindazokra kiterjeszkedni, amelyeknek a gyakorlati alkalmazás, az elméleti súly, vagy a történelmi fejlődés szempontjából nagyobb a jelentőségük.

A becslési eljárásokat gyakorlatilag két főcsoportra oszthatjuk. Az elsőbe azok tartoznak, amelyek az állományt alkotó fák *mellmagassági átmérőjének közvetlen megmérését* kívánják meg, a másikba azok, amelyekhez ilyen méretezésre nincs szükség. A behatóbb részletezés a következő terv szerint fog történni:

A) A MELLMAGASSÁGI ÁTMÉRŐK MEGMÉRÉSÉT MEGKÍVÁNÓ BECSLÉSI MÓDOK

I. A TÖRZSENKÉNT VALÓ SZÁMBAVÉTEL (TELJESBECSLÉS)

1. A próbatörzsek döntésével egybekötött becslés

a) Faállomány-átlagtörzsekkel, vastagsági osztályok elkülönítése nélkül való becslés

b) különböző átmérőjü átlagtörzsekkel való becslés
c) gyakorlati becslési eljárások a faválasztékok meghatározására
2. A próbatörzsek döntését mellőző becslési módok.

II. PRÓBATERES BECSLÉSI MÓDOK

B) A MELLMAGASSÁGI ÁTMÉRŐK MEGMÉRÉSÉT MELLŐZŐ BECSLÉSI MÓDOK

I. A fatermési táblák használata.
II. Szemrebecslés.

C) A FAÁLLOMÁNYBECSLÉSI MÓD MEGVÁLASZTÁSA

Megjegyzendőnek tartjuk még azt is, hogy a gyakorlatban használt becslési módok túlnyomóan az *egykorú* erdő természetéhez alkalmazkodnak. Ha az erdő ettől az alaktól igen lényegesen eltér (középerdő, szálalóerdő), akkor megfelelő módosítások szükségesek, illetőleg egyes eljárások ezekre az erdőalakokra egyáltalában nem is alkalmazhatók. Mindezekről a C) alatt lesz szó.

A) MELLMAGASSÁGI ÁTMÉRŐK MEGMÉRÉSÉT MEGKÍVÁNÓ BECSLÉSI MÓDOK

I. A TÖRZSENKÉNT VALÓ FELVÉTEL (TELJESBECSLÉS)

1. A próbatörzsek döntésével egybekötött becslés

Általános szemléletek

Próbatörzs vagy általánosabban *próbafa*[1] alatt olyan faegyedeket értünk, amelyeket egyes törzscsoportok jellemző tulajdonságainak (u. m. alakjának, átmérőjének, magasságának, fatömegének) képviselőiül tekinthetünk, s amelyeknek fatömegtényezőiről az illető törzscsoport fatömegtényezőire következtethetünk. Amennyiben a próbatörzs a törzscsoport átlagos méreteivel bír, *átlagtörzsnek*, illetőleg *átlagfának* nevezzük. A próbatörzsek egy másik fajtájának az a célja, hogy a fatömegnek, vagy egyes tényezőinek megállapításában csak közvetítők, irányítók legyenek. Megkülönböztetésül az előbbiektől, az utóbbiakat *mintafának*, illetőleg (kisegítő) *mintatörzseknek* nevezhetjük. Ilyenek pl. azok a törzsek, amelyek alapján a faállomány magassági görbéjét szerkesztjük meg.

[1] A gyakorlatban inkább a próbatörzs kifejezést használjuk, még akkor is, ha nemcsak magáról a törzsről, hanem az egész fáról van szó. (pars pro toto)

A próbatörzsek száma a megbecsülendő faállomány összes törzsszámához képest mindig csekély (0·1%—1%). Ezért a fatömeg meghatározása úgyszolván mindig csak *becslés* jellegével bír: a kicsiről következtetünk a nagyra (indukció). Sőt egészen szigorúan véve még akkor sem mentesíthetjük magunkat tökéletesen a hibáktól, ha a faállomány összes törzsét megköbözzük és az így kapott köbtartalmakat összegezzük, mert hiszen a testmértani köbözés maga sem egyébb *becslésnél*, mint azt az I. fejezetből tudjuk. Ha azonban a próbatörzseket helyesen választjuk meg és a köbözéskor betartjuk a szükséges pontosságot, mindenkor módunkban áll a hibákat a gyakorlati cél megszabta határok közé szorítani.

a) Faállomány-átlagtörzsekkel, vastagsági osztályok elkülönítése nélkül való becslés

Fentebb kifejtettük, hogy azok a törzsek, amelyeknek az átmérője a faállomány összes törzseinek négyzetes átlagával egyenlő, képviselik nagy általánosságban az egész faállomány fatömegét is. Ez a tétel a kezünkbe adja az átlagtörzsek megválasztásának a kulcsát s egyszersmind megszabja az összes fatömeg kiszámításának a módját is.

Mindenekelőtt megmérjük átlalóval a faállomány valamennyi törzsének mellmagassági átmérőjét, a körlapszorzási táblából kiolvassuk a megfelelő körlapösszegeket, azok összegezése útján meghatározzuk az egész faállomány körlapösszegét (G). Ezt elosztva a törzsek számával (N), kapjuk az átlagos körlapot (g). Azaz: $g = \frac{G}{N}$. Hogy ennek milyen mellmagassági átmérő felel meg, azt a mennyiségtani műveletek elkerülésével, a körlaptáblából állapítjuk meg. Ez a *faállomány átlagos átmérője.* Ezután az átlalóval olyan törzset keresünk fel, melynek átmérője a fentebbi módon megállapított átmérővel egyenlő. Ezt ledöntetjük, pontosan megköbözzük s így kapjuk az *átlagos* köbtartalmat (v). Ennek szorzata a törzsek számával (N) adja a faállomány egész fatömegét (V). Azaz:

$$V = N \cdot v.$$

Minthogy azonban az alakszám ugyanazon mellmagassági átmérő, sőt ugyanazon magasság esetén is különböző lehet, *egyetlen* átlagfától pontos eredményt sohasem várhatunk. Ezért mindig *több* átlagfát keresünk fel és döntetünk le és köbtartalmuk számtani közepesét tekintjük a faállomány átlagos köbtartalmának.

Az alábbiakban részletesen leírjuk a mellmagassági átmérők felvételét, az átlagos körlap és átmérő kiszámítását, az átlagtörzs felkeresését, döntését és köbözését. Minthogy a becslési eljárások jelentékeny része mindezek tekintetében sok egészen azonos vagy legalább rokontermészetű művelettel kapcsolatos, az alábbiaknak többé-kevésbbé általános jelentőségük van. A későbbiekben tehát — az ismétlések elkerülése végett — az illető becslési módnak csak azokra a jellemző sajátságaira fogunk kiterjeszkedni, amelyek az itt leírandó eljárástól eltérnek.

a) A mellmagassági átmérők számbavétele

Ehhez a munkához a becslőnek becslési jegyzőkönyvvel kell magát felszerelnie. A jegyzőkönyvet úgy rendezhetjük be, mint azt a 332—334. lapokon látható példa mutatja. Ebben a példában feltételeztük, hogy a faállomány két fafajnak: a lucfenyőnek és bükknek az elegyéből van összetéve, ehhezképest a jegyzőkönyv baloldali részében a két nevezett fafaj adatait külön-külön rovatoszlopba jegyeztük be.

A munka megkezdése előtt, minden oszlop első rovatában előjegyezzük a faállományban előforduló, illetve felvenni kívánt mellmagassági átmérőket *(vastagsági fokokat)*. A 10 cm-nél vékonyabb anyagra pl. csak ritkán szoktunk kiterjeszkedni. A faállományszerkezettan megtanított arra, hogy a törzsek száma az átlagos mellmagassági átmérő táján a legnagyobb,[1] a szélsőséges méretek közelében a legkisebb. Ezért a közepes méretű törzsek bejegyzésének kell a legtöbb helyet hagyni, a legvékonyabb és legvastagabb fák, de különösen az utóbbiak számára pedig elég egy-egy vízszintes sort fenntartani. Mennél nagyobb az erdőrészlet, mennél sűrűbb a faállomány, annál több a törzsek száma s így annál több sort kell egy-egy vastagsági foknak szánni. Nagy erdőrészletekben a törzsszámbejegyzések több oldalra is kiterjedhetnek. Nyilvánvaló tehát, hogy a becslőnek a munka megkezdése előtt már tájékozva kell lennie a faállomány terjedelme és vastagsági viszonyai felől. Ehhez a tájékozódáshoz, amennyiben a becslő a faállományt még nem ismeri, többnyire elegendő támaszpontot adnak a gazdasági üzemterv adatai, vagy esetleg a helyi ismeretekkel bíró személyzet bemondásai; aránylag ritkán szükséges az erdőrészlet *előzetes bejárása* s akkor is többnyire elég a futólagos áttekintés. Mindenesetre jó, ha könyvünkben a hellyel nem takarékoskodunk túlságosan, hogy a bejegyzendő adatok elférjenek s utólagos fogásokra, zavaró át-

[1] A legnagyobb gyakoriság nagyságrendje azonban az egykorú faállományban az átlagos átmérő nagyságrendjét valamivel mindig megelőzi.

vitelekre munkaközben ne legyen szükségünk. Ha a faállomány igen nagy s ezért a bejegyzés a sok oldalra terjedő jegyzőkönyvben a folytonos lapozás miatt nehézkessé válnék, célszerű az erdőrészletet a benne található természetes és mesterséges vonalak (éles hegygerincek, patakok, utak stb.) segítségével alrészletekre tagolni s a felvételt minden ilyen alrészletre nézve önállóan végrehajtani, majd a részletes eredményeket összevonni.

Az átmérőket az *átlalós munkások* mérik. Ezek minden egyes fa mellmagassági átmérőjét bekiáltják a becslőnek, aki az adatok bekiáltásakor egy-egy vonást jegyez be a jegyzőkönyve megfelelő helyére. A vonások összeszámlálása útján állapítható azután meg, hogy az egyes vastagsági fokokra hány törzs esik. Ennek a törzsszámnak a bejegyzésére a jegyzőkönyv külön rovata szolgál (l. a mintát). Ha a rovatban foglalt adatokat összegezzük, kapjuk a faállomány törzsszámösszegét (N), fafajonként elkülönítve. Az itt röviden vázolt eljárás részleteire nézve a következőket jegyezhetjük meg:

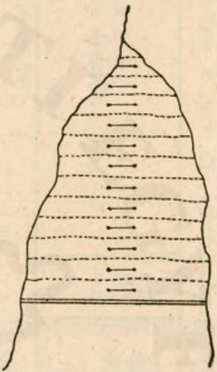
Az átlalós munkások számát illetőleg a tapasztalat azt mutatja, hogy nagy általánosságban legjobb két munkást alkalmazni. *Egy* munkással lassan halad a felvétel és az az idő, amely alatt az átlalós egyik fától a másikhoz megy, a jegyzőkönyvet író becslőre nézve kárbavész. *Három* munkás ellenben már rendszerint sok, mert a bekiáltások olyan gyorsan követik egymást, hogy a becslő figyelmét a jegyzőkönyv túlságosan leköti s nem marad ideje arra, hogy az átlalást magát is figyelemmel kísérje s annak szabályszerű menetére felügyeljen. Különösen így van ez, ha sűrű faállományban dolgozunk. Néha azonban, pl. a ritkább, jól áttekinthető, de nehezen járható, meredek fekvésű erdőrészletekben három átlalós is célszerűen alkalmazható. A becslő feladata, hogy a munkások nyomában járva, őket állandóan irányítsa, vigyázzon arra, hogy egyes törzsek ki ne maradjanak vagy kétszer ne mondassanak be, sőt a törzsre vetett futólagos pillantással arra is vigyázzon, hogy téves bemondás miatt durva hibák ne forduljanak elő.

Az elegyes faállományokban az átlalósok az átmérőn kívü a fafajt is bekiáltják. Megkülönböztetés nélkül össze lehet azonban foglalni azokat a fafajokat, amelyek a gyakorlati érték tekintetében nem nagyon különböznek egymástól. Így pl. a bükköt a gyertyánnal és csertölggyel, az erdeifenyőt a feketefenyővel, néha a lucot a jegenyefenyővel stb.

Annak kikerülése végett, hogy egyes adatok bejegyzése ne maradjon ki, és hogy téves adatok ne kerüljenek a jegyzőkönyvbe, ajánlatos, ha a becslő minden bemondott adatot visszakiált s azt az illető munkás ellenőrzi. Újabb adat bemondása előtt az átlalósnak a becslő visszakiáltását mindig meg kell várnia.

A bejegyzés legcélszerűbben vonásokkal történhetik. Négy egymás mellett lévő vonást az ötödikkel áthúzunk (lásd a mintát) s így könnyen áttekinthető és összeszámítható ötös csoportokat kapunk, különösen, ha a jegyzőkönyv négyzetes hálózata a rendszeres beírást megkönnyíti. Nagy terjedelmű erdőrészletekben azonban alkalmazhatjuk helykímélés végett a vonásokból és pontokból összetett tizes csoportokat is, e szerint a minta szerint : |×|

Az átmérők mérésével pásztásan haladunk tovább, váltakozó irányban, mint a 102. ábrán látható. A pászták irányát úgy választjuk, hogy a tájékozódás könnyű s a járás is lehetőleg kényelmes legyen. Meredek hegyoldalakon pl. nem a lejtőn fel és le, hanem, amennyire a terepviszonyok engedik, vízszintesen, a rétegvonalak irányában járunk. A pászták szélessége a faállomány minősége szerint változó : a sűrű erdőrészletekben keskenyebb, a jól áttekinthető, ritka, idősebb erdőrészletekben szélesebb. Általában olyan széles legyen, hogy a munkásokat szemmel tarthassuk, de a túlságosan széles pásztáktól — különösen, a meredek hegyoldalakon — tartózkodjunk, mert a fel s alá való járás a munkást kifárasztja. Széleiket megjelölni nem kell.



102. ábra. A mellm. átmérők számbavétele során csíkonként haladunk a méréssel

Hogy a megátlalt törzsek világosan felismerhetők legyenek, minden megmért fát jól láthatóan meg kell jelölni. Ez többféleképpen történhetik. A fejszével való *megcsapás (hajkolás)* módszerét azelőtt széltében alkalmazták. Ez úgy történik, hogy vagy az átlalós maga, vagy a külön erre a célra kirendelt munkás könnyed, lapos fejszecsapással leüti a fa kérgét, úgy azonban, hogy a fejsze emellett ne hatoljon a fa elevenébe. Ez az eljárás mégsem ajánlható, mert könnyen okozhat olyan sérülést, amely azután élősdi gombák behatolásának nyit utat s így a fa minőségét rontja. Különösen a fenyvesekben és akkor veszedelmes ez, ha a becsült faállomány csak hosszabb idő mulva kerül kihasználás alá s így a gombabetegségnek ideje van kifejlődni. Legfeljebb olyan erdőrészletekben engedhető meg, amelyeket közvetlenül a becslés után használnak ki, továbbá akkor, ha a faállományt vastag, durvakérgű fafajok alkotják s az élő farészek megsértésétől nem kell tartani. Ilyenek pl. a tölgyfélék idősebb korukban.

Különben célszerűbb a *fajelzőt (fakarcolót)* használni erre a célra. Ez az eszköz (103. ábra) csak a kéreg felületét sérti meg s komolyabb sebet nem okozhat. Alakja célszerű, súlya csekély

HEGYESI ERDŐGAZDASÁG, B. gazd. osztály, 12. tag, b. erdőrészlet

Mellmagas. átmérő cm	Lucfenyő törzsek száma											Körlap-összeg m²
10	𝍸	𝍸	𝍷𝍷								12	0·094
12	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷						22	0·249
14	𝍸𝍷	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷						21	0·323
16	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷		43	0·865
18	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷			38	0·967
20	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸		
	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷							67	2·105
22	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸		
	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷𝍷							69	2·623
24	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸		
	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸			90	4·072
26	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸		
	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸		
	𝍷𝍷𝍷										103	5·468
28	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸		
	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸		
	𝍸	𝍸	𝍸								115	7·080

Mellmagas. átmérő cm	Bükk törzsek száma											Körlap-összeg m²
10	𝍸										5	0·039
12	𝍸	𝍷									6	0·068
14	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷𝍷								14	0·215
16	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷𝍷								14	0·281
18	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷						23	0·585
20	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸						25	0·785
22	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷		43	1·634
24	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷			37	1·674
26	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷		43	2·283
28	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷			36	2·216
30	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷			38	2·686
32	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷					27	2·171
34	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷					28	2·542
36	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷							16	1·629
38	𝍸	𝍸	𝍸	𝍷𝍷𝍷							18	2·041
40	𝍸	𝍸	𝍸								15	1·885
42	𝍸	𝍷									6	0·831

30	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌		
	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌		
	卌	|||									118	7·633
32	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌		
	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌		
	卌										105	8·444
34	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌		
	卌	卌	卌	卌	卌	|					76	6·900
36	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌		
	卌	卌	卌	卌	卌						75	7·634
38	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌		
	卌										55	6·237
40	卌	卌	卌	卌	卌	卌	卌	|||			38	4·775
42	卌	卌	卌	卌	卌	卌					30	4·156
44	卌	卌	卌	卌	||||						24	3·649
46	卌	卌	卌	|||							18	2·991
48	卌	卌	||								12	2·171
50	||||										4	0·785
52	|||											3	0·637
54	|										1	0·229
56	|										1	0·246
58											—	—
										Összesen :	1130	80·333

44	卌	|||									8	1·216
46	||										2	0·332
48											—	—
50	|||										3	0·589
52											—	—
54	|										1	0·229
56											—	—
58											—	—
										Összesen :	408	25·931

Az átlagos körlapok $\left(\frac{G}{N}\right)$:

1. Lucfenyő : .... $\frac{80·333}{1130} = 0·07103\ m^2$

2. Bükk : .... $\frac{25·931}{408} = 00·6356\ m^2$

Az átlagos átmérők :

1. Lucfenyő .... 30·1 cm
2. Bükk .... 28·4 cm

A becslés módja: törzsenkénti számbavétel. A becslés ideje: 1919 VIII. 23. Becslő: N. N.

Az átlagtörzsek hossza m	Az átlagtörzsek köbtartalma m³
Lucfenyő	
28	0·965
26	0·921
28	0·987
25	0·862
26	0·901
26	0·876
29	1·021
27	0·887
28	0·912
29	1·030
26	0·899
Össz.:	10·261
Bükk	
25	0·751
26	0·802
25	0·716
24	0·704
Össz.:	2·973

A fatömeg kiszámítása

Egész terület: 4·7 k. hold
Kor: 105 év

Átlagos vastagfaköbtartalom:

1. Lucfenyő: $\frac{10{\cdot}261}{11} = 0{\cdot}933$ m³

2. Bükk: $\frac{2{\cdot}973}{4} = 0{\cdot}743$ m³

A) Összes fatömeg:

I. *Lucfenyő*:

a) vastagfa: $0{\cdot}933 \times 1\,130 = 1\,054$ m³
b) vékonyfa: $1\,054 \times 0{\cdot}14 = 148$ m³

Összesen: 1 202 m³

II. *Bükk*:

a) vastagfa: $0{\cdot}743 \times 408 = 303$ m³
b) vékonyfa: $303 \times 0{\cdot}14 = 42$ m³

Összesen: 345 m³

Összes fatömeg: $1\,202 + 345 = 1547$ m³

B) Fatömeg 1 holdon:

I. *Lucfenyő*:

a) vastagfa: $\frac{1\,054}{4{\cdot}7}$ = ... 224 m³
b) vékonyfa: $\frac{148}{4{\cdot}7}$ = ... 32 m³

Összesen: 256 m³

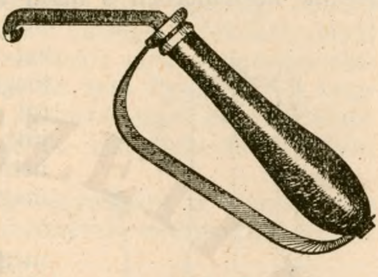
II. *Bükk*:

a) vastagfa: $\frac{303}{4{\cdot}7}$ = ... 64 m³
b) vékonyfa: $\frac{42}{4{\cdot}7}$ = ... 9 m³

Összesen: 73 m³

Összes fatömeg 1 holdon: $256 + 73$ 329 m³ s így maga az átlalós kezelheti, a külön fejszések alkalmazása tehát megtakarítható.

Sűrűn használják a fák *meszelését* is. Ez mindenesetre biztos módja a sérülések kikerülésének és azért is jó, mert a durvakérgű törzseken is messzire látható, néha tehát megokolt lehet az alkalmazása. De gazdaságosnak éppen nem mondható, mert ha fennakadás nélkül kívánunk dolgozni, minden átlalós mellé egy-egy meszelős munkást kell állítanunk, aki átlalós társát a jelzéssel állandóan nyomon követi. Ezenkívül, különösen, ha nincs víz a közelben, gyakran okoz fennakadást a meszesedény kiürülése is s ez aztán a munkát hátráltatja.



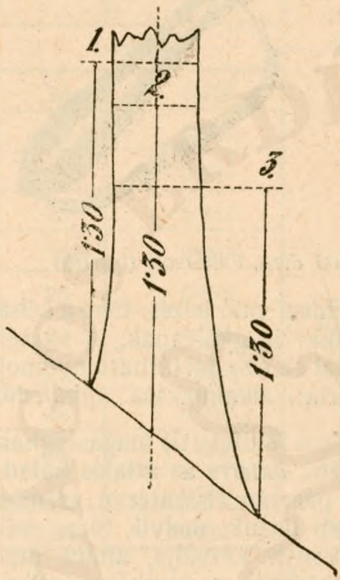
103. ábra. Fakarcoló (fajelző)

A legtöbb esetben jól beválik a *krétával* való jelzés. Erre a célra különleges (vastag és puha) krétafajtákat is gyártanak. A krétát maga az átlalós kezelheti, kis helyet foglal el, elég jól látható nyomot hagy a durvakérgű fán is, ezért gyakorlati alkalmazása *ajánlható*.

A jelzést lehetőleg egyenletes (150 cm földfeletti) magasságban s a fának azon az oldalán kell alkalmazni, *amerre* az átlalós halad. Akkor ugyanis a következő szomszédos pásztán visszatérve, szembe találjuk az előbbi pászta jeleit s azonnal látjuk, melyik törzs volt már átlalva s melyik nem. A jegyzőkönyv kezelője, amint már mondtuk, egyszersmind a munka vezetője és a munkások ellenőrzője is. Ő szabja meg a pászták irányát és szélességét és ő ellenőrzi a mérések szabatosságát, ő jelöli ki a döntendő próbatörzseket s végezteti azok méretezését. A munka gondos végrehajtása nagy hatással van az eredmények pontosságára, azért a becslőnek a kivitel módozatait s az alkalmazandó fogásokat feltétlenül ismernie kell.

Mindenekelőtt igen fontos a szabályszerű mérőmagasság állandó betartása és az átlaló helyes kezelése. Az utóbbiról már az átlalókra vonatkozó részben emlékeztünk meg s így egyszerűen az ott mondottakra utalunk. Tudjuk, hogy az átlaló vonójának mérés közben mindig egyközűnek kell lennie a megmérendő átmérővel, mert a ferde tartás tevőleges hibát eredményez, tudjuk, hogy a szárak túlságos odaszorítása az ellenkező hibával jár, s hogy a fa kérgének rendellenességei (göcsök, horpadások) a mérés pontatlanságát okozhatják, hogy a vastagabb moha, zuzmó a mérés előtt ledörzsölendő stb. De magát az átlalót is meg kell vizsgálni a munka előtt s az esetleges hibát a mozgószár szabályozócsavarával ki kell igazítani.

A mellmagasság helyes megítéléséhez és betartásához a munkást többszöri utánméréssel és figyelmeztetéssel kell hozzászoktatni. Ezért jó, ha a kezdő átlalósok begyakorlására 130 cm-es vesszőt tartunk készenlétben s azzal a helyes mérőmagasságot többször megmutatjuk. De még célszerűbb, ha azt magán a munkáson mérjük le s a megfelelő pontot a mellén láthatóan (pl. feltűzött vászondarabbal) megjelöljük. Így a kellő gyakorlat hamar elérhető s az időnkénti ismételt próbákkal megszilárdítható.



104. ábra. Lejtős helyen a mellmagasságot a hegyfelől mérjük (*1*)

Vízszintes helyen a mérőmagasság megállapítása nem lehet kétséges, hegyoldalakon azonban a «mellmagasság» többféleképpen értelmezhető. Ha a hegy felől állunk a fa mellé, a mérőpont magasabbra esik (104. ábra 1), mintha alulról mérjük a törzset (104. ábra 3.). Elméletileg a 130 cm-t a fa *hossztengelyének* a talajjal közös döféspontjától fölfelé kellene lemérnünk (104. ábra 2.), azaz gyakorlatilag úgy kellene a dolgot megoldanunk, hogy a munkás mindig a tengely síkjába eső rétegvonalon állva mérje a fát. Ez azonban nemcsak kényelmetlen, hanem a vastagabb törzsekre nézve körülményes is, mert azoknak a talpa a meredek hegyoldalakon részaránytalanul terjeszkedik ki s így a tulajdonképpeni hossztengely helyzetének megállapítása némi latolgatást kíván. Ezért a német kísérleti állomások szövetsége arra az álláspontra helyezkedett, hogy zavarok elkerülése végett a mellmagassági átmérőt mindig a fa tövének *felső* pontjától 130 cm-nyire kell mérni (104. ábra 1.). Ezt a szabályt az egyöntetűség céljából a gyakorlatban is kívánatos lenne betartani.

A vastagsági fokok egysége általában a cm. A faállomány becslésének gyakorlatában azonban igen gyakran eltérünk ettől és többnyire *nagyobb* egységet alkalmazunk. Ezt majd mindig megtehetjük anélkül, hogy az eredmények pontosságát veszélyeztetnők. Az 100. lapon bemutatott hibatáblázat pl. meggyőz arról, hogy, ha az átmérő kikerekítése 2 cm, tehát ha csak páros cm-eket kiáltanak be a munkások, a körlaphiba csak a 10 cm-es törzsek táján érheti el a 0,3%-ot, a 30 cm-es törzseken ellenben már egyáltalában nem érezhető. Tehát csak a legritkábban lehet szükség arra, hogy *1 cm*-es vastagsági fokokat használjunk, a legtöbb esetben feltétlenül megfelelnek a *2 cm*-esek, sőt az idősebb faállományokban a 4 vagy 5 centiméteres vastagsági fokok is bátran alkalmazhatók. Mennél jobban részletezzük a faállományt mellmagassági átmérő szerint, azaz mennél szűkebbre szabjuk a vastagsági fokokat, annál több munkát ad az eredmények kiszámítása s annál terjedelmesebb lesz a becslési jegyzőkönyv maga is. Ez arra figyelmeztet, hogy mindig csak a becslés céljához mért részletességgel csoportosítsuk az adatokat, hogy felesleges munkától lehetőleg megkíméljük magunkat.

A vastagsági fokok elkülönítése egyébiránt a legszorosabb összefüggésben van a kikerekítés elméletével, miértis utalunk az illető részben mondottakra. (96. lap.)

Annak bizonyítására, hogy az átlagos átmérőre az erősebb kikerekítés nincs nagyobb hatással, használjuk fel a 330. lapon közölt gyakorlati példának a lucfenyőre vonatkozó részét. Ha a vastagsági fokokat 4—4 cm-es különbségekkel tüntetnők fel, a törzsszámmegoszlás körülbelül a következő képet mutatná:

Mellmagassági átmérő cm	Törzsszám	Körlapösszeg m^2
8	6	0·030
12	38	0·430
16	73	1·468
20	121	3·802
24	175	7·917
28	221	13·607
32	197	15·843
36	141	14·352
40	80	10·053
44	48	7·298
48	23	4·162
52	6	1·274
56	1	0·246
Összesen:	1130	80·482

Az átlagos körlap $= \frac{80 \cdot 482}{1130} = 0 \cdot 0712$ m^2. Az átlagos átmérő $=$ 30 cm, mint előbb.

Megjegyzés. A törzsszámot — a valószínűségnek megfelelően — úgy határoztuk meg, hogy a 4 cm-es vastagsági fokok határára eső törzseket felerészben az alacsonyabb, felerészben a magasabb fokba soroztuk.

Az átlaló beosztása rendszerint 1 cm-es szokott lenni. Ha tehát a kikerekítés egysége ennél nagyobb, a munkásnak magának kell a kikerekítést végrehajtania s ez mindenesetre a kellő értelmi fokot feltételezi. A kikerekítés páros centiméterekre aránylag könnyű és nem kíván nagyobb gyakorlatot, ha azonban a kikerekítési egység ennél nagyobb, akkor már könnyen fordulhatnak elő tévedések és a gyakori fontolgatás időveszteséggel jár. Ilyenkor tehát célszerű a kikerekítő átlalót használni.[1]

Ennek egyik alakját a 34. ábra mutatja. Ezt akkor alkalmazhatnók, ha az átmérőket 2 cm-es vastagsági fokok szerint csoportosítanók. A kikerekítő átlaló használata közben mindig azt a számot kiáltja be a munkás, amelyik a mozgószár belső éle által metszett mezőben áll. Így a kívánt kikerekítés magától történik s a munkás tévedéseiből származó hibák kikerülhetők. Ha a mozgószár pontosan egy választóvonalra vág, akkor felváltva hol a nagyobb, hol a kisebb adatot kell bemondani, hogy így a különböző értelmű eltérések közömbösítsék egymást.

Ujabb kérdést vet föl az, hogy a fa keresztszelvénye többékevésbbé eltér a kör alakjától s ezért egyetlen átmérőből nem tudjuk a metszet területét megbízhatóan meghatározni. Ezért, mint erről már szó volt (a 87. lapon), szükség esetén két, keresztirányban mért átmérő átlagából számítjuk ki a körlapot, s így a hibát lényegesen leszállítjuk. Ezt a kétoldali átlalást valóban alkalmazza is a gyakorlat, de csak ott, ahol igen pontos adatokra van szükség, így pl. kísérleti célokra szolgáló becslések során, amikor egyébként is milliméteres pontossággal mérik az átmérőt. Az általános gyakorlatban azonban többnyire megelégszünk *egy* átmérő megmérésével, mert a sok mérés átlagában a $\pm$ hibák ellensúlyozzák egymást. Csak a szemmelláthatóan szabálytalan fákat szoktuk két irányban megátlalni, amikoris legjobb, ha az átlagos adatot maga a becslő számítja ki s nem bízza azt a munkásra. Ha azonban minden törzset keresztirányban mérünk, akkor célszerű mindkét bekiáltott méretet úgy beírni a becslési jegyzőkönyvbe, mintha két külön fáról volna szó, az átlagok kiszámítása azután utólagosan történhetik.

Kísérleti úton, mint gyakori jelenséget figyelték meg a faállomány fáinak azt a tulajdonságát, hogy jelentékeny részüknek legnagyobb átmérője *egy irányban* fekszik. Ennek az okát főképpen a széljárás sejtélettani hatásában kell keresnünk.[2] Nálunk Magyarországon, ahol általában az északnyugati szél a leggyakoribb, ebben

[1] A kikerekítő átlaló más átlalóktól csak a vonóléc beosztásában különbözik, ez azonban a szerkezet lényegét egyáltalában nem érinti, ezért bármilyen átlaló használható kikerekítő átlalónak, ha a vonólécét megfelelően osztjuk be

[2] *Grundner:* Untersuchungen über die Querflächenermittelung der Holzbestände, Berlin 1882.

az irányban várhatunk nagyobb átmérőt. Ez a szabály azonban az erősebb lejtésű hegyoldalakon, melyeken a fák a hegy felől védelemben részesülnek s így inkább az oldalszelektől való hajlításnak vannak gyakrabban kitéve, oda módosul, hogy az átmérők általában a rétegvonalak irányában nagyobbak valamivel, mint a hegylejtő irányában.[1] A gyakori kihajlással szemben ugyanis a fatörzs erősebb fejlődést mutat s amelyik irányban többször hajlítgatja a szél, abban a visszaható élettani folyamatok révén nagyobb szilárdságú tartóvá fejlődik. Az ilyen természetű keresztszelvénytorzulásokat tehát átlalás közben módunkban lenne számbavenni s a legnagyobb átmérőt rendszeresen az uralkodó szél, illetőleg a rétegvonalak irányában, a legkisebbet erre merőlegesen mérhetnők. Minthogy azonban az átlalósok a fák mérésekor ide-oda mozogva minden képzelhető irányból végzik a mérést s a törzsek tömeges számbavételekor a valószínűségi kiegyenlítődés úgyis megtörténik: a gyakorlat a keresztbemérést — mint említettük — ritkán használja. A kísérleti becslésekhez az egyik átmérőt a rétegvonallal egyközűen, a másikat erre merőlegesen (a lejtőirány függőleges síkjában) szokták mérni. Síkvidéken megokolt az uralkodó szélirányhoz alkalmazkodni. Ilyenkor hasznát vehetjük az átlaló szilárd szárára szerelt kis iránytűnek is.

Hogy mennyi az órai, illetőleg napi teljesítmény, az a számbavétel módján és a munkások gyakorlottságán kívül elsősorban a terepviszonyoktól és a faállomány sűrűségétől függ. Az ingadozások igen nagyok lehetnek. A szerzőnek régebbi kísérleti mégfigyelései szerint,[2] amelyeket magaskorú faállományokban, túlnyomóan nehéz terepviszonyok közt hajtott végre, az 1 órai átlagos teljesítmény 461 törzs, illetőleg 1·34 k. hold megátlalása. Ez — 8 órai munkaidőt számítva — 3680 törzsnek és 10·7 k. holdnak (mintegy 6 hektár) felel meg naponta. Ezekhez a munkálatokhoz 2 átlalós munkást alkalmaztak. Kedvező viszonyok közt azonban sokkal jobb eredmények érhetők el. *Baur* napi átlagul 5000—6000 törzset említ.[3]

Jelentékeny idő- és költségmegtakarítással járhat az önjelző átlalók okszerű alkalmazása,[4] ha ugyan a viszonyok az ilyenek használatát egyáltalában megengedik. Minthogy a becslési jegyzőkönyv ebben az esetben nélkülözhető, a munka vezetője egyszerre több munkást foglalkoztathat mint különben, sőt ha az átlalósok

[1] *Rónai:* A likavai erdőlési kísérletek eddigi eredményei, Selmecbánya 1914, 86. és köv. lap.

[2] Erdészeti Kísérletek 1914, 1. és 291. lap.

[3] Holzmesskunde, 4. kiadás, 387. lap.

[4] *Müller:* Holzmesskunde, 3. kiadás, 265. lap.

feltétlenül megbízhatók, a felügyelet el is maradhat s a műszaki közeg alkalmazásának magasabb költségei is megtakaríthatók. Erről azonban csak kivételes esetekben lehet szó.

β) *Az átlagos átmérő (d_{med}) kiszámítása*

A mellmagassági átmérők számbavétele után a becslési jegyzőkönyvbe bejegyzett vonások összeszámlálása következik. Az eredményeket vastagsági fokonként a törzsek számának összevonására fenntartott külön rovatba írjuk be (l. a mintát a 330. lapon) s az így kapott adatokat összegezzük (N). Azután a körlapszorzási tábla segítségével kitöltjük a *körlapösszeg* rovatát. A vastagsági fokonként kimutatott adatok összeadása útján kapjuk a faállomány, illetőleg az egyes fafajok egész körlapösszegét (G). Ez azt mutatja, hogy a mellmagassági keresztszelvények területe együttesen hány m²-re rúg. Ezt elosztva a törzsek számával (N), kapjuk az átlagos körlapot (g_{med}), majd a körlaptáblából (függelék B) kiolvassuk a legközelebb álló átmérőt. Mindenesetre kívánatos olyan körlaptáblát használni, amelyik az átmérőt milliméter-pontossággal engedi kiolvasni.

Alárendeltebb pontosságú becslésekhez a körlapösszeg segítsége nélkül is meghatározhatjuk az átlagos átmérőt, annak a faállományszerkezettanból ismert tételnek az alapján, hogy az átlagtörzs körülbelül a 60 százalékos helyet foglalja el.

A 330. lapon adott példában a lucfenyő törzsszáma 1130, ennek 60%-a 678. Ha a törzsszámokat elülről összeadjuk, kiderül, hogy a 678 törzs a 30 cm-es vastagsági fokba esik, bár nem pontosan az abban kimutatott törzsszám közepére, hanem inkább a végére, ezért az átlagos átmérőt — a kikerekítés elméletének szemmeltartásával — tulajdonképpen 31 cm-nek kellene vennünk. Ilyen eltérésekkel számolnunk kell, ha ezt az egyszerű számítási módot választjuk. Ezért ettől csak megközelítő eredményt várhatunk. Természetes, hogy ha valamely fafajra nézve az átlagos átmérő százalékos helyét pontosabban ismerjük, akkor a 60% helyett a pontosabb adattal számolunk.

Újabban gyakorta hangoztatják, hogy az átlagos körlap $\frac{G}{N}$ alapján meghatározott átlagos faállomány-átmérő d_{med} valamivel kisebb a kelleténél. S ha ilyen fák fatömegének a segítségével számítjuk ki a fatömeget, tagadó értelmű hibát követünk el. *Tischendorf* az ő többször idézett erdőbecsléstanában ezzel a kérdéssel is foglalkozik (118—120. lap.) s emlékeztet *Kunze* javaslatára is, amely szerint az átlagos körlapot a $\gamma = \sqrt{\frac{[n \cdot g^2]}{N}}$ egyenlet szerint kellene meghatározni, hogy a fatömeg szerinti átlagtörzs körlapját jobban megközelítsük ($\gamma =$ az átlagos körlap, n a vastagsági fokok törzsszáma, g azok körlapösszege, N az összes törzsek száma). Ezenkívül még más javaslatok is voltak.

Tischendorf a következő eljárást ajánlja: [1]

Először meghatározzuk a fatömeget a fatömegtáblák szerint (387. lapot). Ha ezt elosztjuk a faállomány törzsszámával, megkapjuk az átlagos fatömeget. Az ennek megfelelő átmérőt közbesítéssel határozzuk meg, a hozzátartozó magasságot pedig a magasságok görbéjéről olvassuk le. Ilyen törzseket kell döntenünk, köböznünk és azok köbtartalmáról következtetnünk a faállomány fatömegére.

A szerző a szabályos tölgyesekre nézve kimutatta,[2] hogy a körlapátlagtörzzsel elkövetett százalékos hiba a fatömegátlagtörzszsel szemben annál kisebb, mennél nagyobb az átlagos átmérő. Íme néhány adat:

Átlagos átmérő cm	A fatömeg eltérése %
10	—1·76
20	—0·68
30	—0·26
40	—0·14

Az idősebb faállományokra nézve ezek a csekély eltérések gyakorlatilag nem számottevők és nyugodtan elhanyagolhatók.

Más szerzők sem találtak tetemesebb eltéréseket, *Speide* 2—5 mm-ről emlékezik meg (l. *Tischendorf*, 119. lap). Tehát csak különleges esetekben lehet megokolt a *Tischendorf*, illetőleg *Neubauer* téle eljárás alkalmazása.

γ *Az állományátlagtörzsek felkeresése és köbözése*

Ha az állományátlagtörzs átmérőjét a β. alatt leírt módon már meghatároztuk, az átlalóval próbálgatással felkeresünk a faállományban több olyan törzset, melynek mellmagassági vastagsága a kiszámított méretnek lehetőleg megfelel. Ha módunkban lenne megítélni, hogy ezek közül melyek azok, amelyek a magasság és az

[1] Ehhez igen hasonló *Neubauer* javaslata (l. *Tischendorfban*).

[2] Az átlagtörzs helye a faállományban (Erd. Kísérletek 1943—44, 383. lap.).

alakszám tekintetében is az összes törzsek valódi átlagát képviselik, elegendő volna egyetlen fát kijelölnünk s köbtartalmából a törzsszámmal való szorzás útján közvetlenül meghatározhatnók az egész faállomány (illetőleg az egyes fafajok) fatömegét. Többször említettük azonban, hogy a magasság és az alakszám, illetőleg a köbtartalom azonos mellmagassági átmérő esetén is lényeges ingadozásokat mutathat s ezért a minden tekintetben megfelelő átlagtörzs helyes megválasztása egészen különleges ítélőképességet követelne a becslőtől. Ezzel azonban kevesen dicsekedhetnek. *Rónainak* lucfenyvesben végzett kísérlete szerint, ha az átlagtörzs megválasztásában csupán az átmérőből indult volna ki és *egy* átlagtörzszsel is beérte volna, 15%-nál nagyobb hibát is elkövethetett volna a faállomány fatömegének a kiszámításában[1] Pedig az illető faállomány terjedelme csekély és növekvése igen szabályos, egyöntetű volt. Jóval nagyobb eltéréseket talált *Károlyi* egy jugoszláviai őserdőszerű, vegyeskorú erdeifenyővágásban ; ennek 36 cm-es törzsei (371 db) köbtartalom tekintetében a 0·5 m³ és 1·5 m³ közt váltakoztak[2] (lásd 318. lapon közölt adatokat).

A faállomány fatömegének a megbecslésében az átlagtörzs helytelen megválasztása okozta hibát elkerülhetjük, ha *több* (átlagos átmérővel bíró) törzset döntetünk s azok átlagából számítjuk ki a fatömeget. Ekkor, hacsak nem követünk el az átlagfák kiválasztásában mindig egyoldalú hibát, számíthatunk arra, hogy a különböző értelmű eltérések ellensúlyozzák egymást és a kiszámított átlag a valóságos átlaghoz legalábbis közel fog állni.

Az elmélet szerint mennél több az adat, annál helyesebb az átlag. Gyakorlatilag azonban ezzel sem mehetünk túlzásba, mert ez fölösleges munka- és időveszteséggel jár, az adatszám szaporítása pedig nem is áll egyenes arányban a hiba csökkenésével. Hogy mennyit döntsünk, az elsősorban a becslés céljától és ezzel kapcsolatban az elérni kívánt pontosságtól függ. Ezenkívül a faállomány termőhely-, kor és záródásbeli egyöntetűségnek is része van a döntendő átlagtörzsek számának előzetes megállapításában.

Ha a faállomány a fenntebbi tekintetében egyenletes, kevesebb átlagtörzszsel is beérhetjük, különben többre van szükségünk, hogy helyes átlagot kapjunk. Általában csak ritkán szabad az ösz-

[1] Erdészeti Kísérletek, 1915, 7. lap.

[2] Erdészeti Lapok, 1918, 18. lap. Ugyanitt (83. lap) közli *Károlyi* a 44 cm-es jugoszláviai bükkre vonatkozó kivonatát, mely szerint a köbtartalom ingadozása 0·78 m³-től 3·52 m³-ig terjed. Ezek az adatok azonban a nagy területen különböző termőhelyi viszonyok közt előforduló köbtartalmak szélsőségeire vonatkoznak. Az egy és ugyanazon termőhelyen nőtt, egykorú faállományon belül az eltérések sokkal szűkebb határok közt mozognak.

szes törzsszám 0·1%-ánál kevesebbet és csak ritkán szükséges 1%-ánál többet döntenünk.

Vigyázzunk arra, hogy az átlagtörzsek magassága az állomány átlagos magasságától ne térjen el túlságosan. Ezért lehetőleg sem az alszinti, sem a legmagasabb törzsek közül ne válasszunk próbatörzset. Az átlagos magasságú törzs a jobb termőhelyeken nagyobbára az I. és II. osztályú fák (313. lap) közös határán keresendő, a rosszabb termőhelyeken pedig a II. osztályú fák között foglal helyet.

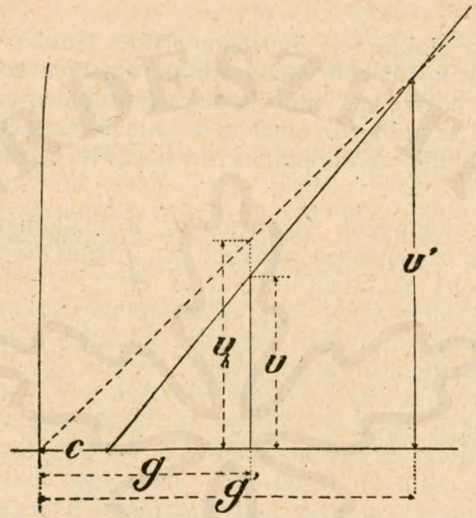
A korona alakjára is figyelemmel kell lenni s lehetőleg azok közül a törzsek közül kell választanunk, amelyek koronahosszának az egész törzs hosszához való viszonya (koronahányad) nem tér el feltűnően attól az aránytól, amelyet az átlagos termetű fák nagyobb részén tapasztalunk. A koronahányad ugyanis összefüggésben van az alakszámmal.

Minderre könnyebb vigyázni, ha a faállomány egyenletes. Az erősen változó erdőben azonban az átlagos képet megalkotni igen nehéz, azért az átlagtörzseket az *egész* területen szétszórtan úgy válasszuk meg, hogy bennük a faállomány különböző részei lehetőleg a helyes arányban legyenek elosztva. A nagyobb kiterjedésű hegyoldalak alsó részén például a fák növekvése általában jobb, mint a felső, sekélyebb talajú részeken. Itt tehát az egyenlő átmérőjű fák magasságában is tetemesebb különbségek fordulnak elő. Terjesszük ki tehát az egyenletesen szétszórt átlagtörzsek kijelölését a legalsó részektől a legfelsőkig, mert így valószínűleg jobb eredményt érünk el, mintha a kiválasztással a hegyoldal közbülső részére szorítkozunk, ahol a fák magassága csak *egyéni nézetünk szerint* mutatja a helyes átlagot.

Magától értetődik, hogy a különleges növésű (villás, hárfás, összenőtt stb.) és a gombabetegségektől elváltozott, odvas, rákos, beteges fák, valamint a szél- és a hótörés folytán megcsonkult faegyedek próbatörzsnek nem alkalmasak.

A kijelölt átlagtörzseket a favágómunkásokkal ledöntetjük és pontosan megköbözzük. Mivel az egész fatömegszámítást ezeknek a köbtartalmára alapítjuk és az esetleges hibák a végeredményben a törzsszám arányában jelentkeznek, nagy gondot kell fordítanunk a köbözés szabatos végrehajtására és magának a köbözési eljárásnak a megbízhatóságára. Ezért a kevésbbé pontos *Huber*-féle eljárást csak olyan kivételes esetekben alkalmazzuk, ha hozzávetőleges adatokkal is beérjük (pl. a gyérítési fatömeg előzetes megbecslésekor), máskülönben csaknem mindig a *szakaszos köbözés* módszeréhez folyamodunk. Néha a *Schiffel*-féle eljárás is megokolt lehet. Az átlagtörzsek köbözésére vonatkozó részletes adatokat magába a becslési jegyzőkönyvbe írjuk be (a 332. lapon bemutatott mintából ezeket az adatokat helykimélés kedvéért kihagytuk).

Előfordul, hogy a kiszemelt törzs az átlagos magasság és termet dolgában megfelelne ugyan az átlagtörzshöz fűzött követelményeknek, átmérője azonban nem egyezik teljesen a kiszámítottal. Ilyenkor, ha szükség van, ezeket a törzseket is felhasználhatjuk az átlagos köbtartalom kiszámítására, a köbözés eredményét azonban



105. ábra. A fatömegnek a körlap arányában történő átszámítása némi hibáva jár. (A tömegegyenes nem fut ki a tengelyrendszer középpontjába)

módosítanunk kell. Tudjuk, hogy a köbtartalom a keresztszelvény területével *megközelítőleg* egyenes arányban váltakozik: a köbtartalom módosításához is ezt a tételt használhatjuk fel. Ha az eltérő vastagságú fa körlapját g-vel, köbtartalmát v-vel jelöljük, áll ez az arány:

$$g_{med} : v_{med} = g : v$$

s ebből

$$v_{med} = v \frac{g_{med}}{g}$$

Példa. A mi példánkban az átlagos átmérőt (331. lap) a lucfenyőre nézve 30·1 cm-nek számítottuk ki ($g_{med} = 0{\cdot}07103$ m²) és egy különben megfelelő fa átmérőjét az átlalóval történt próbálgatással *31 cm-nek* találtuk volna. A szakaszos köbözés szerint a köbtartalom 0·998 m³. Ennek a következő helyesbített köbtartalom felelne meg:

$$V_{med} = 0.998 \times \frac{0.07109}{0.07548} = 0.940 \text{ m}^3$$

Ha a köbtartalomnak ezt az átszámítását faállományszerkezettani szempontból vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy a módszer kiinduló tétele elméletileg *hibás*. A $g_{med} : v_{med} = g : v$ aránylat ugyanis csak akkor volna érvényes, ha a keresztszelvény területe a köbtartalommal *tökéletesen* arányos volna, ez azonban nincs így, mert mint a 288. lapon mondottakból tudjuk, ha a tömegegyenest lefelé meghosszabbítjuk, akkor az a fekvőtengelyt a tengelyrendszer 0 pontjából jobbra metszi (lásd a 105. ábrát is). Márpedig egyenes arány csak akkor állna fenn, ha a tömegegyenes éppen a kezdőponton haladna keresztül.

A gyakorlat szempontjából fontos tudnunk, hogy az átszámítás fentebb leírt módja milyen hatással van a becslés eredményére, és milyen határok közt alkalmazhatjuk a pontossághoz fűzött kívánalmak nagyobb sérelme nélkül. A 105. ábrán látható tömegegyenes (teljesen kihúzott vonal) a fekvőtengelyt a kezdőponttól c távolságban metszi. Tegyük fel, hogy a v fatömeget — ennek g mellmagassági körlap felel meg — egy más, vastagabb próbatörzs alapján akarnók meghatározni, ennek köbtartalmát szakaszos köbözéssel v'-nek találtuk volna. A gyakorlatban szokásos hibás megoldás szerint $g : g' = v_h : v'$ s ebből a keresett köbtartalom (ezt mint hibásat v_h-val jelöljük):

$$v_h = v' \frac{g}{g'} \tag{1}$$

A helyes megoldás ez volna:

$$(g - c) : (g' - c) = v : v'$$

s ebből a helyes köbtartalom:

$$v = v' \frac{g - c}{g' - c} \tag{2}$$

A helytelen számítás hibája az 1. és 2. alatti köbtartalmak különbsége:

$$\Delta_v = v_h - v = v' \frac{g}{g'} - v' \frac{g - c}{g' - c}$$

$$\Delta_v = v' \left(\frac{g}{g'} - \frac{g - c}{g' - c} \right)$$

$$\Delta_v = \frac{c}{g'} \cdot \frac{g' - g}{g' - c}. \tag{3}$$

Ezt a hibát százalékokban is kifejezhetjük:

$$p = \frac{100\,\Delta_v}{v}\,100\,\frac{v' \dfrac{c\,(g' - g)}{g'\,(g' - c)}}{v' \dfrac{g - c}{g' - c}}$$

$$p = 100\,\frac{c}{g'} \cdot \frac{g' - g}{g - c}. \tag{4}$$

A 4. képletből az olvasható ki, hogy a köbtartalom százalékos hibája egyenes arányban áll a c értékével, valamint a kisegítő és a tényleges próbatörzs körlapjának a különbségével. Tehát mennél inkább eltér a valódi átlagtörzs helyett választott más átmérőjű törzs vastagsága a kiszámított átlagos átmérőtől, annál nagyobb hibát okoz az átszámítás az eredményben.

Rónai tangenstörzstömegtáblái szerint a c értéke a fafaj, kor és termőhelyhez képest 0·0036 és 0·0120 közt ingadozik. Módunkban van tehát bármely adott átmérőeltérésre nézve a hibahatárokat is megállapítani. Ez a 4. képlet alapján $\pm$ 0·34% és $\pm$ 1·30% közt mozog, ha a törzs vastagsága 30 cm és a választott próbatörzs ennél 1 cm-rel vastagabb vagy vékonyabb.

Számítás:

$d = 30$ cm, $d' = 31$ cm, $g = 0{\cdot}07069$ m², $g' = 0{\cdot}07548$ m², $g' - g = 0{\cdot}00479$ m², $c_{min} = 0{\cdot}0036$ m², $c_{max} = 0{\cdot}0120$ m²

$$p_{min} = 100\,\frac{0{\cdot}0036}{0{\cdot}07548} \times \frac{0{\cdot}00479}{0{\cdot}07069 - 0{\cdot}0036} = \mathbf{0{\cdot}34\%}$$

$$p_{max} = 100\,\frac{0{\cdot}012}{0{\cdot}07548} \times \frac{0{\cdot}00479}{0{\cdot}07069 - 0{\cdot}012} = \mathbf{1{\cdot}30\%}$$

Az előzőkből kitűnik, hogy bár a hiba általában nem túlságosan nagy, azért mégis elég számottevő lehet, tehát óvakodnunk kell attól, hogy a kiszámított átlagtól tetemesen (pl. 4—5 cm-rel) eltérő törzsek alapján, átszámítás útján határozzuk meg az átlagos köbtartalmat. Általában itt is áll az, hogy mennél nagyobb az átlagos átmérő, annál kisebb hatása van ugyanannak az átmérőeltérésnek az eredmény viszonylagos pontosságára.

Meg kell azonban jegyeznünk, hogy ilyen átszámításra a gyakorlatban csak ritkán lehet szükségünk, mert az átlagos átmérőjű fákból általában sok van s így nem valószínű, hogy más átmérőjű kisegítő törzsekre legyen szükségünk.

Az átlagtörzsek köbözésekor az egyes választékok külön kiszámítására is kiterjeszkedhetünk ugyan, a behatóbb részletezés azonban az *állományátlagtörzsekkel* történő becslés esetében nem ad jó eredményt, mert ha az átlagfák az összes köbtartalomban a helyes átlagot képviselik is, a *választékarányban* ezt már nem mondhatjuk el róluk. Ezért a mintául szolgáló példában is csak a *vastagfára* terjeszkedtünk ki, a vékonyfa köbtartalmát pedig tapasztalati táblázatokból határoztuk meg.

δ A fatömeg kiszámítása

Ha a törzsszámra és az átlagfák köbtartalmára vonatkozó adatok a kezünkben vannak, az összes fatömeg kiszámítása már gépies munka. Mindenekelőtt fafajonkint összegezzük az átlagtörzsek köbtartalmát s az így kapott összeget elosztjuk a döntött átlagtörzsek számával. Ezzel olyan képzeletbeli törzs fatömegét kapjuk, mely minden tekintetben mentes az egyéni ítélőképesség fogyasztékosságaitól és ezért helyes átlagot ad. A *valódi átlagnak* ugyan ez is csak akkor felelhet meg, ha a törzsek kiválasztásában elkövetett ± hibák teljesen kiegyenlítik egymást, s ez ritka dolog. A valószínűség szerint azonban az így meghatározott adat a legtöbb esetben a számításnak mégis biztosabb alapjául szolgálhat, mintha — bármilyen óvatosan is — csak egyetlen törzset választottuk volna ki és köböztünk volna meg. A 332. lapon közölt példa alapján az átlagos köbtartalom a lucfenyőre nézve : 0·933 m³, a bükkre nézve : 0·743 m³ volt. Az így kiszámított köbtartalommal szorozva az illető fafajra eső törzsek számát, kapjuk a faállomány egész fatömegét fafajonkint részletezve. A példában feltételeztük, hogy az átlagtörzsek köbözése csak a *vastagfára* (a 7 cm-nél vastagabb törzs- és ágrészekre) terjed ki, a fentemlített szorzat tehát szintén csak a faállomány vastagfatömegét adhatta. A vékonyfa (a 7 cm-es és vékonyabb részek) köbtartalmát úgy határoztuk meg, hogy a fatömegtáblából[1] kiolvastuk a vékonyfaszázalékot (a lucé 14%, a bükké 14%) s annak századrészével megszoroztuk a vastagfatömeget. A nevezett táblákról és használatuk módjáról előzőleg már bővebben volt szó. Hogy ezeket a táblázatokat alkalmazhassuk, a mellmagassági átmérőn kívül szükséges még tudnunk a magasságot (hosszat) is. Ezért a döntött átlagtörzseknek a teljes hosszát is meg kell mérnünk s azok mennyiségtani átlagát kiszámítanunk. Általában mindig jó a döntött átlagtörzsek hosszát (és korát) feljegyezni, mert ezen az úton számos tapasztalati adat birtokába

[1] **Táblák, állófák és faállományok fatömegének meghatározására, 104. lap, illetve 18. lap.**

jutunk s a becslési jegyzőkönyveinkben felhalmozott anyagot idővel különböző gyakorlati célokra (főképpen helyi tapasztalati táblázatok készítésére) használhatjuk fel.[1]

Bár nem minden esetben szükséges, általában szokásos és megokolt a területegységre (újabban 1 ha-ra) eső fatömeg kiszámítása is. Az erdőgazdasági tervekben a területegységre eső fatömegek szintén mindig ki vannak mutatva, s mint tájékoztató és összehasonlító adatokat csakis ezeket használhatjuk fel előnyösen. Ha szemre becsülünk, akkor is mindig az 1 hektárra eső fatömeget becsüljük először s abból számítjuk ki az egész erdőrészlet fatömegét. Tehát ítélőképességünk fejlesztése szempontjából is jó, ha a ha-ra eső fatömeget minden megbecsült erdőrészletre nézve kiszámítjuk, még akkor is, ha arra közvetlen szükségünk nincs. A kiszámítás módját, mely egyébként magyarázatra nem szorul, a 332. lapon levő minta is bemutatja.

ε) *A faállományátlagtörzsekkel való becslési mód méltatása*

A faállomány szerkezetével foglalkozó részben rámutattunk arra, hogy az átlagos átmérőjű törzs *általában* az átlagos köbtartalom képviselője is. A fenntebb tárgyalt becslési mód tehát az elmélet szempontjából helyes alapon áll. Mint azonban előbb kifejtettük, csak akkor számíthatunk jó eredményre, ha nem érjük be *egy* vagy akár *néhány*, kevésszámú próbatörzzsel, hanem annyit döntetünk belőlük, hogy a kiegyenlítődés lehetősége biztosítva legyen. Hogyha azonban *sok* próbatörzset döntetünk, akkor módunkban van azokat — vastagsági osztályok alakításával — úgy elosztani a különböző átmérőjű törzsekre, hogy köbtartalmuk a *választékarányra nézve is* megbízható felvilágosítást adjon, amint az az alábbi tárgyalandó eljárások ismertetése során fog kitűnni. Ebben az esetben tehát nem okszerű a faállományátlagtörzsekkel való becslés alkalmazása, mert más eljárások csekély munka- és időkülönbséggel a részletekre nézve is jó eredményekhez juttathatnak, holott a most leírt becslési mód csak az összes fatömegre (esetleg a törzs- vagy a vastagfára) nézve szolgáltat megbízható adatokat. Ezért ennek a módszernek a teljesbecsléssel kapcsolatos használata csak ritkán lehet okszerű, mert a *törzsenkint* való felvételt magát is rendszerint akkor használjuk, ha a részletekben is pontos eredményekre törekszünk. Helyénvaló lehet azonban akkor, ha a választékok *elkülönített* kimutatását nem kívánjuk. Tehát különösen a kevésbbé értékes, de szabályos erdőkben, s inkább csak a próbateres becslési eljárásokkal kapcsolatosan alkalmazzuk, ha egyszerű és gyors munkát akarunk végezni.

[1] Lásd pl. az Erdészeti Kísérletek 1901. (37. lap), 1902. (1. lap), 1906. (195. és 119. lap), 1907. (1. lap), 1914. (291. lap) évi évfolyamait.

b) különböző átmérőjü átlagtörzsekkel való becslés

α) Az idetartozó eljárások lényege és célja

Amint az átlagtörzsnek a faállomány többi törzséhez való viszonyáról a faállományszerkezettan keretében mondottunk, az a törzseknek szűkebb csoportjaira nézve is érvényes. Ha a faállományt képzeletünkben részekre tagoljuk s azokat a törzseket, amelyek egymáshoz vastagság tekintetében közelebb állanak, külön-külön *vastagsági osztályokba* sorozzuk, minden ilyen vastagsági osztályon belül éppen úgy kell kiszámítanunk az átlagtörzsek méreteit, ahogy azt az *a)* alatt az egész faállományra nézve kifejtettük. Ugyanabba a vastagsági *osztályba* mindig több egymásután következő vastagsági *fokot* foglalunk össze.

Ha az egyes vastagsági osztályok körlapösszegét G_1, G_2 .... G_x, törzsszámát N_1, N_2, ... N_x jelöli, akkor az átlagos körlapok az egyes osztályokban a következők lesznek:

$$G_{med_1} = \frac{G_1}{N_1}$$

$$G_{med_2} = \frac{G_2}{N_2}$$

$$G_{med_x} = \frac{G_x}{N_x}.$$

A megfelelő átlagos átmérők: d_{med_1}, d_{med_2}, ... d_{med_x}, az átlagos köbtartalmak pedig: v_{med_1}, v_{med_2}, ... v_{med_x}. Az egyes vastagsági osztályok fatömege: $V_1 = N_1 \cdot v_{med_1}$, $V_2 = N_2\, v_{med_2}$, ... $V_x = N_x \cdot v_{med_x}$. Az összes fatömeg pedig: $V = V_1 + V_2 + \ldots + V_x$

Ebben a vastagsági osztályokkal való fatömegbecslés lényege adva van, bár az alapelv az egyes módszerekben különböző alakban jut kifejezésre. Nem szorul bővebb magyarázatra, hogy e közt az eljárás közt és az *a)* alatt tárgyalt becslési mód közt csak alaki különbség van, mert azokat a műveleteket, amelyeket ott az egész faállományra mint egységre nézve hajtottunk végre, itt az egyes *vastagsági osztályokon belül*, ugyanazok szerint a szabályok szerint végezzük.

A vastagsági osztályok alakításának a célja: a nagyobb pontosság elérése és a választékarány helyesebb megállapítása. Az állományátlagtörzsekkel való becsléstől az egész fatömeget illetőleg is csak akkor várhatunk jó eredményt, ha a faállomány *szabályos*, azaz, ha olyan természetes egység, amelyben a szerkezeti tényezők zavartalanul juthatnak érvényre. Ha azonban a faállomány ennek a feltételnek nem felel meg, s ha a korösszetétel, a talaj és terepviszonyok, a különböző átmérőjű fák környezeti helyzetében stb. tekintetében nagyobb szabálytalanságok fordulnak elő benne, akkor a faállományátlagtörzsek az összes fatömeg megítélésére is kevésbbé alkalmasak. A valószínűség amellett szól, hogy szabálytalan megoszlású erdőrészletekben pontosabb eredményeket érhetünk el, ha azokat a törzseket, melyek vastagságuk tekintetében közel állanak egymáshoz s így legalább ebben az egy irányban több-kevesebb fejlődési egyöntetűséget mutatnak, szűkebb csoportokba foglaljuk s külön-külön becsüljük meg, mintha a becslést minden részletezés nélkül hajtjuk végre. Minthogy pedig eszményien szabályos faállomány a valóságban alig fordulhat elő, nyilvánvaló, hogy az egységesnek látszó erdőrészletekben is jobb eredményeket várhatunk a vastagsági osztályok alakításával, mint a faállományátlagtörzsekkel. A részletezéssel jobban hozzásimulhatunk a faállomány rendellenességeihez, mintha azt egészben becsüljük.

De méginkább kidomborítja a vastagsági osztályok alakításának előnyét az a fentebb már említett tapasztalati jelenség, hogy a faállományátlagtörzsek a gyakorlati célok szerint megszabott választékok fatömege tekintetében nem képviselik a helyes átlagot s azért ebben az irányban csakis azok az eljárások szolgáltathatnak kifogástalan becslési eredményeket, amelyek a becslést a részletekre is közvetlenül terjesztik ki.

A *b)* cím alá tartozó eljárások egyik csoportját az jellemzi, hogy azok a vastagsági osztályokat még az átlagtörzsek felkeresése *előtt*, megszabott szabályok szerint különítik el egymástól s az átlagos átmérő kiszámítása után *valóságos átlagtörzsek* döntését feltételezik.

A másik csoportba tartozó eljárások alkalmazása esetén vastagsági osztályokat előre nem alakítunk, hanem tetszésünk szerint választott próbatörzsek köbözése alapján, rendszerint szerkesztés közvetítésével határozzuk meg azoknak az *eszményi* átlagtörzseknek a fatömegét, amelyekről aztán a vastagsági fokok (vagy esetleg *utólag* alakított osztályok) köbtartalmára következtethetünk. Az alábbiakban nem fogunk az irodalmi ismertetések történeti sorrendjéhez alkalmazkodni, hanem a célszerűségi szempontok alapján fogjuk az eljárások egymásutánját megszabni.

β) Hartig Róbert módszere[1]

Hartig azt a javaslatot tette, hogy a vastagsági osztályokat az *egyenlő körlapösszegek* elve alapján alakítsák s azután minden vastagsági osztályból egyenlő számú átlagtörzset döntsenek. Ezt úgy érjük el, hogy a faállomány egész körlapösszegét osztjuk az alakítandó vastagsági osztályok számával s a legalsó vastagsági fokból kiindulva, minden osztályba annyi törzset sorozunk be, amennyinek a körlapösszege a fentebbi módon kiszámított csoportkörlapösszeggel egyenlő. A vastagsági osztályokon belül aztán éppenúgy számítjuk ki az átlagtörzs átmérőjét, amint azt az állományátlagtörzsek alkalmazása esetén az egész faállományra vonatkozólag tesszük. Az átlagos körlapok tehát:

$$g_{med1} = \frac{G_1}{N_1},\ g_{med2} = \frac{G_2}{N_2}, \ldots\ g_{med_x} = \frac{G_x}{N_x}.$$

Miután minden egyes vastagsági osztály átlagtörzsét (ill. átlagtörzseit) ledöntöttük és pontosan megköböztük, megszorozzuk a köbtartalmát (ill. köbtartalmuk átlagát) az illető vastagsági osztály törzsszámával s az így kapott köbtartalmak összege adja a faállomány egész fatömegét. Képletesen ezt így fejezhetjük ki:

$$V = N_1\ v_{med\,1} + N_2\ v_{med\,2} + \ldots + N_x\ v_{med\,x}.$$

Ha a fatömeget a választékok szerint is részletezni kívánjuk, az átlagtörzsek köbözésekor az egyes választékokra eső részeket külön-külön vesszük számba s ezeknek köbtartalmát egyenkint szorozzuk meg a vastagsági osztályok törzsszámával. Az így kapott eredményeket választékosztályonkint összegezve, kapjuk a faállomány összes fatömegének az illető választékokra eső részét.

Mindezt megvilágítja a 350. lapon levő példa, melyhez a már többször említett kisérleti fenyves adatait használtuk fel, az eljárás szemléltető bemutatásához alkalmazott módosításokkal.

A példa magyarázatául szolgáljanak a következők: A faállomány egész körlapösszege: 44 649 m² volt. Minthogy négy vastagsági osztály alakítását határoztuk el, ezt a körlapösszeget 4-gyel osztottuk. Az eredmény: 11 162 m². Minden vastagsági osztályba annyi törzset soroztunk be, hogy körlapösszegük megközelítse az így kiszámított értéket. Pontosan elérni azonban ezt nem kívántuk, mert a törzsek törtrészeivel számolni nem volna okszerű. Próbál-

[1] Die Rentabilität der Fichtennutzholz- und Buchenbrennholz-wirtschaft im Harze und im Wesergebirge. Stuttgart, 1868, 16. lap. és *Sóltz—Fekete:* Erdőbecsléstan, 2. kiad. 200. lap.

Példa Hartig módszeréhez

Eredeti felvétel

Mellmagas. átmérő cm	Luc- és jegenyefenyő törzsek száma		Körlap-összeg m²
22	||	2	0·076
24	卌 卌 |||	13	0·588
26	卌 卌 ||	12	0·637
28	卌 卌 |||	13	0·800
30	卌 卌 卌 ||	17	1·202
32	卌 卌 卌 卌 |	21	1·689
34	卌 卌 卌 卌 卌 卌 |||	33	2·996
36	卌 卌 卌 卌 卌 |||	28	2·850
38	卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 卌 |	46	5·217
40	卌 卌 卌 卌 卌 卌 ||	32	4·021
42	卌 卌 卌 卌 卌 卌	30	4·156
44	卌 卌 卌 卌 卌 卌 ||	32	4·866
46	卌 卌 卌 卌 卌	25	4·155
48	卌 卌 |||	13	2·352
50	卌 |	6	1·178
52	卌 卌 |||	13	2·761
54	卌 |||	8	1·832
56	卌 |	6	1·478
58	|	1	0·264
60	||	2	0·565
62	|	1	0·302
64	|	1	0·322
66	|	1	0·342
	Össz.:	356	44.649

Csoportosítás Hartig szerint

Mell.-mag. átmérő cm	Törzsek száma	Körlap-összeg m²	Az átlagtörzsek köbtartalma: szerfa m³	vastag tűzifa m³	egész hossza m
1. vastagsági osztály :					
22	2	0·076			
24	13	0·588			
26	12	0·637			
28	13	0·800	1·236	0·137	37
30	17	1·202	1·245	0·156	37
32	21	1·689	átlag	átlag	átlag
34	33	2·996	1·241	0·146	37
36	28	2·850			
38	3	0·340			
Össz.:	142	11,178			
2. vastagsági osztály :					
38	43	4·877	1·844	0·205	40
40	32	4·021	2·022	0·238	40
42	16	2·217	átlag	átlag	átlag
Össz.:	91	11·115	1·933	0·222	40
3. vastagsági osztály :					
42	14	1·939	2·566	0·274	41
44	32	4·866	2·435	0·269	42
46	25	4·155	átlag	átlag	átlag
48	1	0·181	2·501	0·371	41·5
Össz.:	72	11,141			
4. vastagsági osztály :					
48	12	2·171			
50	6	1·178			
52	13	2·761			
54	8	1·832	3·429	0·857	44
56	6	1·478	3·712	0·471	41
58	1	0·264	Átlag	Átlag	Átlag
60	2	0·565	3·570	0·664	42·5
62	1	0·302			
64	1	0·322			
66	1	0·342			
Össz.:	51	11·215			

A számítások végrehajtása [1]

Átlagos körlapok

$G_{med_1} = 11\cdot178 : 142 = 0\cdot0787$ m²
$G_{med_2} = 11\cdot115 : 91 = 0\cdot1221$ «
$G_{med_3} = 11\cdot141 : 72 = 0\cdot1547$ «
$G_{med_4} = 11\cdot215 : 51 = 0\cdot2199$ «

Átlagos átmérők

$d_{med_1} = 31\cdot7$ cm $d_{med_3} = 44\cdot4$ cm
$d_{med_2} = 39\cdot4$ « $d_{med_4} = 52\cdot9$ «

1. Összes fatömeg

a. Szerfa

I. vastagsági osztály	....	1·241 × 142	= 176·2 m³
II. « «	....	1·933 × 91	= 175·9 «
III. « «	....	2·501 × 72	= 180·1 «
IV. « «	....	3·570 × 51	= 182·1 «
		Összesen :	= 714·3 m³

b. Vastag tűzifa (7 cm-en felül)

I. vastagsági osztály	....	0·146 × 142	= 20·7 m³
II. « «	....	0·222 × 91	= 20·2 «
III. « «	....	0·271 × 72	= 19·5 «
IV. « «	....	0·664 × 51	= 33·9 «
		Összesen :	= 94·3 m³

c. Vékony tűzifa (7 cm-ig, a tűlevelekkel együtt) [2]

I. vastagsági osztály	....	196·9 × 0·09	= 17·7 m³
II. « «	....	196·1 × 0·10	= 19·6 «
III. « «	....	199·6 × 0·11	= 22·0 «
IV. « «	....	216·0 × 0·12	= 25·9 «
		Összesen:	= 85·2 m³

A faállomány összes fatömege : 714,3 + 94,3 + 85,2 = 894 m³.

2. Fatömeg 1 holdon

a) Szerfa	....	714·3 : 1·39	= 514 m³
b) Vastag tűzifa	....	94·3 : 1·39	= 68 «
c) Vékony tűzifa	....	85·2 : 1·39	= 61 «
		Összesen :	= 643 m³

[1] Egész terület : 1,39 k. hold, kor : 98 év.
[2] *Grundner—Schwappach* fatömegtáblái szerint.

gatással megállapítottuk, hogy ha a körlapösszegeket a 36 cm-es vastagsági fokig összegezzük, kevesebbet (10 838 m^2-et), ha pedig a 38 cm-es törzsek körlapösszegét is hozzászámítjuk, többet (16 055 m^2-et) kapunk a fenti összegnél. Tehát a 38 cm-es törzseknek csak egy részét sorozzuk az I. vastagsági osztályba, a többi a II. vastagsági osztályba kerül. A 22—36 cm-es vastagsági fokok körlapösszegének 11 162 m^2-re való kiegészítéséhez szükséges még 0·324 m^2 (11 162—10 838 = 0·324). Ha a körlapszorzási táblában a 38 cm-es átmérőnek megfelelő rovaton végignézünk, azt találjuk, hogy az ehhez legközelebb álló körlap 0·340. Ennek 3 törzs felel meg (a hossz vagy szám rovata szerint). Ennyit fogunk tehát a 46 darab 38 cm-es törzsből besorozni az I. vastagsági osztályba, a többi 43-at pedig a II.-ba. Így történik a besorozás a többi vastagsági osztályba is.

Az átlagtörzsek átmérőinek kiszámításáról s a többi számítási művelet végrehajtásáról maga a példa ad felvilágosítást. Az átlalóval felkeresett és aztán ledöntött átlagtörzsek köbözésekor a becslő csak a 7 cm-nél vastagabb törzsrészekre terjeszkedett ki, s azokat két választékra osztotta, külön köbözve a szerfára alkalmas részeket s külön a tűzifát. Ezeknek az összege adja a vastagfát, amelyre a Grundner—Schwappach-féle fatömegtáblák rőzsefaszázalékait vonatkoztattuk.

A rőzseanyagot ezekkel a táblázatokkal számítottuk ki, éppenúgy, mint a törzskiszámlálási példában (330. lap). Az I. vastagsági osztály szerfaköbtartalma pl.: 176·2 m^3, a vastagfatűzifáé: 20·7 m^3, együtt: 196·9 m^3, a 32 cm vastag és 37 cm magas fa rőzseszázaléka a táblázat szerint kereken 9%, ezekből az adatokból:

$$196{\cdot}9 \cdot \frac{9}{100} = 17{\cdot}7 \ m^3$$

Hartig eljárása, mint minden átlagtörzsekkel dolgozó becslésmód, az összes fatömeg megítélése tekintetében elméletileg egészen helyes alapon áll. A faállományszerkezettanból tudjuk, hogy a fatömeg a körlap függvényeképpen egyenes vonalat ad s a vastagsági osztályok átlagos körlapjával bíró törzset joggal tehetjük az átlagos köbtartalom képviselőjének is. Ha az átlagtörzsek helyesen vannak megválasztva, a kiszámított eredményeknek is közel kell állaniok a valósághoz. Ami a választékarány helyes megbecslését illeti, erre nézve — bár jóval szűkebb határok közt — ugyanaz érvényes, amit az állományátlagtörzsekről mondottunk. Az átlagtörzs az illető törzscsoportot sem képviselheti tökéletesen. Az egyes vastagsági osztályokon belül azonban az elkövetett hiba jelentékenyen kisebb, mintha *állományátlagtörzsekkel* becsülünk.

Mennél több vastagsági osztályt alakítunk, annál jobban csökkentjük az említett eltéréseket, annál szűkebbek lesznek azok a határok, melyek közt a hiba mozoghat. Ez egyébiránt nemcsak *Hartig* eljárásáról áll, hanem minden más becslési módról is, amely vastagsági osztályok alakításával jár.

A vastagsági osztályok számát a célbavett pontossághoz mérjük, túlságosan részletezni a dolgot azonban nem helyes, mert az ezzel járó időveszteség ilyenkor már nem áll arányban a pontosság emelésében rejlő haszonnal. A közönséges gyakorlat többnyire megelégszik 2—3 vastagsági osztállyal s a kísérleti becslésekhez is ritkán alkalmaznak 5-nél többet. A döntendő átlagtörzsek számára vonatkozólag utalunk a 340. lapon mondottakra. Természetes, hogy a próbafák itt különböző fejlettségű fákból kerülnek ki s mind a felszinti, mind az alszinti törzsekre kiterjeszkednek. Itt is vigyázni kell azonban arra, hogy a választott törzsekben az illető vastagsági osztály átlaga ne csak az átmérő, hanem a magasság és alak tekintetében is kifejezésre jusson.

Hartig eljárásának gyakran hangoztatott előnye, hogy — az átlagtörzsek megközelítően egyenlő fatömegű csoportok képviselői lévén — megvan a valószínűsége annak, hogy a próbafák helytelen megválasztásából eredő $\pm$ hibák a végösszegben kiegyenlítik egymást. Megjegyzendő azonban, hogy ez az elgondolás nem állja meg a helyét teljes mértékben. Mert a vastagsági osztályok fatömegei nem egyenlők, még ha a körlapösszegnek ennek a kívánalomnak valóban megfelelnek is. Az erősebb törzsek ugyanis magasabbak s ezért csoportjaik is nagyobb fatömegűek, mint a hasonló körlapösszegű vékonyabb törzsek csoportjai. Tudjuk, hogy a magasság az átmérővel általában emelkedik, márpedig a testmértan azt tanítja, hogy a kúpok térfogata csak *azonos* magasság esetén változik arányosan a keresztszelvénnyel. Azonos keresztszelvény esetén a magasabb kúp köbtartalmának nagyobbnak kell lennie. Ezt a hatást azonban, legalább a törzsfára nézve, némiképpen ellensúlyozza az alakszám ellenkező értelmű változása. *Rónai* adataiból[1] kiszámítható, hogy a szabályos lucfenyvesek fatömegéből a Hartig szerinti négy vastagsági osztályra a *törzsfának* következő százalékai jutnak:

I. vast. oszt.: 23·7%, II. v. oszt.: 24·9%, III. v. oszt.: 25·5%, IV. v. oszt.: 25·9%.

Amint látjuk, az eltérések nem olyan nagyok, hogy a hibakiegyenlítődés szempontjából lényegesebb súlyuk volna. Másképpen áll azonban a dolog a *vastagfával*, melynek alakszáma a vékonyabb törzsek táján eleinte igen gyorsan emelkedik, ennek hatása pedig a köbtartalomra a magasság emelkedésének hatásával egyirányú s

[1] Erd. Kísérletek, 1917, 91. lap.

ezért az egyes vastagsági osztályok fatömegében már igen érezhető változást okozhat. Ha ezt a tételt megfordítjuk, a fentebbieket így is kifejezhetjük: ha a vastagsági osztályok fatömege egymásközt valóban egyenlő, a vékonyabb fák csoportjaira az egész körlapösszegnek nagyobb százaléka esik, mint a magasabb vastagsági osztályokra. Erre tapasztalati adatokat szolgáltatnak a szerző szélaknai kísérleteinek[1] törzskiszámlálási eredményei. Ezek szerint az egyenlő fatömegű három vastagsági osztály között a körlapösszegek így oszlottak meg:

Fafaj	Körlapösszeg az					
	I.	II.	III.	I.	II.	III.
	vastagsági osztályban					
	m^2			%		
Tölgy	1 772	1 521	1 353	38	33	29
Bükk	2 543	1 881	1 620	42	31	27
Jegenyefenyő .	595	446	416	41	31	28
Átlag	4 910	3 848	3 389	40	32	28

De mindezektől függetlenül sem lesz teljesen egyenlő súlyuk a $\pm$ eltéréseknek *Hartig* eljárásának alkalmazása esetén, mert a vastagsági osztályok átlagértékei körlap szerint nem feküsznek egyenlő távolságban (lásd Urich eljárásának méltatását).

Hátránya *Hartig* módszerének, hogy a vastagsági osztályok körlapszerinti elkülönítése körülményes. Példánkban a csoportképzést a világos áttekinthetőség kedvéért külön rovatoszlopban hajtottuk végre, rendszerint azonban az eredeti felvétel rovataiban szokták ezt végezni (az illető vastagsági fokot vízszintesen kettéosztó választóvonalakkal) ez pedig a bejegyzések tisztaságának és világosságának mindig kárára van. A gyakorlatban ezt az eljárást ritkán alkalmazzák.

γ) *Draudt módszere*[2]

Az itt következő eljárás eszméjét *Löwis* vetette fel,[3] anélkül,

[1] Erd. Kísérletek, 1914.

[2] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1857, 121. lap., 1860, 306. és 465. lap, 1892, 350.lap, 1894, 15. lap, 1895, 143. lap. Tharandter Forstliches Jahrbuch, 1886, 1. tap, ezenkívül *Draudt:* Die Ermittelung der Holzmassen, Giessen, 1860. *Ed. Heyer:* Zur Holzmassenermittelung, Bonitierung und Kritik der Taxationsmethoden, Giessen 1861.

[3] *Löwis:* Anleitung zur Forstwirtschaft für Livland, Riga und Dorpat, 1814, 201. lap. (Allg. Forst- und Jagdzeitung 1894, 305. lap és *Sóltz—Fekete:* Erdőbecsléstan, 2. kid. 202. lap.

hogy annakidején nagyobb figyelemben részesült volna. Csak több mint 40 év múlva lett általánosan ismertté *Draudt* önálló irodalmi közlései alapján s rövidesen a gyakorlatban is alkalmazták. Eredeti alakja később többféle változáson ment keresztül; ezekben a formailag jelentékenyen eltérő módosulatokban sok ideig alkalmazást talált.

Lényege abban van, hogy a próbatörzsek a *törzsszám arányában* oszlanak szét a vastagsági fokok közt.[1] Minden vastagsági fokból annyi próbatörzs döntendő, amennyi az illető vastagsági fok törzsszámszerinti népességének az előre megszabott arány szerint megfelel.

Ezt az arányszámot úgy határozzuk meg, hogy miután az átlagtörzsek *összes számában* megállapodtunk (az elérni kívánt pontosság kívánalmai szerint) elosztjuk azt a faállomány egész törzsszámával (a viszonyszámot természetesen %-okban is kifejezhetjük). Ezzel a viszonyszámmal kell azután minden egyes vastagsági fok törzsszámát megszoroznunk, hogy megtudjuk, hány átlagtörzset kell az illető vastagsági fokból döntetnünk. Képletesen ezt így fejezhetnők ki. Az említett viszonyszám $\frac{n}{N}$, ahol n a döntendő átlagtörzsek összes számát, N pedig a faállomány egész törzsszámát jelenti. Föltéve, hogy x vastagsági fok van és az egyes vastagsági fokokra eső próbatörzsek száma

$$n_1, n_2, \ldots n_x, \text{ akkor } n_1 = N_1 \frac{n}{N}, = N_2 \frac{n}{N} \ldots . n_x = N_x \frac{n}{N} \quad (1)$$

Az így kapott eredmények többnyire nem adnak kerekszámot s ezért kikerekítésre van szükség (pl. 2,8 helyett 3 átlagtörzset számítunk). Az átlagtörzseket felkeressük, ledöntetjük, megköbözzük, köbtartalmukat *összegezzük* s megszorozzuk a faállomány egész körlapösszegének és az átlagtörzsek *körlapösszegének* a viszonyszámával. Így kapjuk a faállomány egész fatömegét. Képletesen:

$$V = \Sigma(v) \frac{G}{\Sigma(g)}. \quad (2)$$

Ebben $\Sigma(v)$ és $\Sigma(g)$ a próbatörzsek köbtartalmának és körlapjának az összegét jelenti, tehát

$$\Sigma(v) = \Sigma(v_1) + \Sigma(v_2) + \ldots + \Sigma(v_n) \text{ és}$$
$$\Sigma(g) = \Sigma(g_1) + \Sigma(g_2) + \ldots \Sigma(g_n)$$

[1] Vastagsági *osztályokat* közönséges értelemben *Draudt* nem különít el, lényegileg azonban úgy kell felfognunk a dolgot, mintha minden vastagsági fok önmagában lenne egy-egy osztály.

A (2) alatti képlet ebből az aránylatból indul ki:

$$V : G = \Sigma_{(v)} : \Sigma_{(g)} \tag{3}$$

A *választékok* fatömegét hasonló módon számítjuk ki, ugyanis külön-külön összeadjuk az átlagtörzseknek az illető *választékra eső* részletköbtartalmát s szorozzuk azok összegét a $\frac{G}{\Sigma(g)}$ viszonyszámmal. Ha az egyes választékok jelzésére az (s_1), (s_2).......(s_x) jegyet használjuk, a fennebbieket így foglalhatjuk képletbe:

$$V(s_1)^1 = [v_1(s_1) + v_2(s) + \ldots\ldots + .v_x(s_1)]\frac{G}{\Sigma(g)} = \Sigma[v(s_1)]\frac{G}{\Sigma(g)}$$

$$V(s_2) = [v_1(s_2) = v_2(s_2) + \ldots\ldots \quad \ldots\ldots v_x(s_2)]\frac{G}{\Sigma(g)} = \Sigma[v(s_2)\frac{G}{\Sigma(g)}$$

$$\vdots$$

$$V(s_z) = [v_1(s_z) + v_2(s_z) + \ldots\ldots\ldots\ldots \; v_x(s_z)]\frac{G}{\Sigma(g)} = \Sigma[v(s_z)\frac{G}{\Sigma(g)}$$

Az eljárás elméleti helyességét a következő módon bizonyíthatjuk be: A faállomány egész fatömege az egyes választékok fatömegének összege; azaz: $V = V(s_1) + V(s_2) + \ldots\ldots . V(s_z)$, illetőleg a fennebb kapott értékeket behelyettesítve és $\frac{G}{\Sigma(g)}$-t kiemelve:

$$V = \left\{\Sigma[v(s_1)] + \Sigma[v(s_2)] + \ldots\ldots\ldots + \Sigma[v(s_z)]\right\}\frac{G}{\Sigma(g)} \tag{4}$$

Az egyes vastagsági fokokon belül a döntött átlagtörzsek és a vastagsági fok összes törzseinek a köbtartalma között fennálló viszony közvetlen függvénye az átlagtörzsek számának:

$$\begin{array}{l} V_1 : \Sigma(v_1) = N_1 : n_1 \\ V_2 : \Sigma(v_2) = N_2 : n_2 \\ \vdots \\ V_x : \Sigma(v_x) = N_x : n_x \end{array}$$

[1] (V(s): nem szorzat. Az s_1, s_2 2.....s_n csak azt mutatja, hogy a V ill. v melyik választéknak fatömege. Ha pl. s_1 az első osztályú, s_2 a másodosztályú szerfát és s_x a tűzifát jelenti, akkor a v_1 (s_1), v_1 (s_2), v_1 (s_x) az 1. vastagsági fokból döntött átlagtörzseknek a fentnevezett választékokra eső köbtartalma. A V (s_1) a V (s_2) dtb. pedig azt jelenti, hogy a faállomány fatömegéből mennyi jut összesen az illető választékokra.

Elméletileg feltételezhető ugyanis, hogy *azonos átmérő* esetén a köbtartalmak egyenes arányban állanak a törzsek számával. (Ez a feltevés azonban csak akkor állja meg a helyét, ha a próbatörzsek más tekintetben is helyesen képviselik az illető vastagsági fok törzseit). A fennebbi aránylatokból;

$$V_1 = \Sigma(v_1)\frac{N_1}{n_1}$$

$$V_2 = \Sigma(v_2)\frac{N_2}{n_2},$$

$$V_x = \Sigma(v_x)\frac{N_x}{n_x}.$$

De az átlagtörzsek köbtartalma az egyes választékok köbtartalmából tevődik össze, másrészt pedig az 1. alatti egyenletekből következik, hogy:

$$\begin{aligned} \frac{N_1}{n_1} &= \frac{N}{n} \\ \frac{N_2}{n_2} &= \frac{N}{n} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (5) \\ &\vdots \\ \frac{N_x}{n_2} &= \frac{N}{n} \end{aligned}$$

ennélfogva:

$$V_1 = \{\Sigma[v_1(s_1)] + \Sigma[v_1(s_2)] + \ldots\ldots\ldots + \Sigma[v_1(s_2)]\}\frac{N}{n}$$

$$V_2 = \{\Sigma[v_2(s_2)] + \Sigma[v_2(s_2) + \ldots\ldots\ldots + \Sigma[v_2(s_2)]\}\frac{N}{n}$$

$$\vdots$$

$$V_x = \{\Sigma[v_x(s_1)] + \Sigma[v_x(s_2)] + \ldots\ldots\ldots + \Sigma[v_x(s_x)]\}\frac{N}{n}$$

A faállomány egész fatömege egyenlő az egyes vastagsági fokok fatömegének az összegével, azaz: $V = V_1 + V_2 + \ldots\ldots V_x$, illetőleg az előbb kifejtett értékek behelyettesítésével és a zárójelben levő tagok változott csoportositásával:

$$V = \Big(\{ \Sigma [\nu_1 (s_1)] + \Sigma [\nu_2 (s_1)] + \ldots\ldots + \Sigma [\nu_x (s_1)] \} + \{ \Sigma [\nu_1 (s_2)] + \Sigma [\nu_2 (s_2)] + \ldots\ldots + \Sigma [\nu_x (s_2)] \} + \ldots\ldots + \{ \Sigma [\nu_1 (s_z)] + \Sigma [\nu_2 (s_z)] + \ldots\ldots + \Sigma [\nu_x (s_z)] \} \Big) \frac{N}{n}$$

, vagy a 4. képlet mintáíára összevont alakban:

$$V = \{ \Sigma [\nu (s_1)] + \Sigma [\nu (s_2)] + \ldots\ldots + \Sigma [\nu (s_z)] \} \frac{N}{n} \tag{6}$$

A (6) egyenlet zárójelben levő része azonos a (4) egyenlet megfelelő részével, tehát következik hogy: $\frac{G}{\Sigma (g)} = \frac{N}{n}$

Ha ez az egyenlőség valóban fennáll, a *Draut*-féle eljárás elméleti helyessége is be van bizonyítva.

Az egyes vastagsági fokok körlapösszege úgy aránylik az átlagtörzsek körlapjainak összegéhez, mint a törzsek számá az átlagtörzsek számához. Ezt még több joggal állíthatjuk, mint ahogy a vastagsági fokok és az illető átlagtörzsek *fatömegének* viszonyáról mondottuk volt, mert a körlapra és körlapösszegre magára sem a magasságnak, sem az alakszámnak nincsen hatása.

Ezért:

$$G_1 = \Sigma (g_1) = N_1 : n_1 ; \quad G_2 : \Sigma (g_2) = N_2 : n_2 ; \quad \ldots\ldots G_x : \Sigma (g_x) = N_x : n_x$$

A jobboldali arányszámok helyébe az 5) alatt kifejtett értékeket téve:

$$G_1 = \Sigma (g_1) \frac{N}{n} ; G_2 = \Sigma (g_2) \frac{N}{n} \ldots\ldots\ldots G_x = \Sigma (g_x) \frac{N}{n}$$

s mint-hogy: $G_1 + G_2 + \ldots\ldots + G_x = G$ és $\Sigma (g_1)\ \Sigma (g_2) + \ldots\ldots + \Sigma (g_x) = \Sigma (g)$

annálfogva:

$$G = \Sigma (g) \frac{N}{n}$$

és végül:

$$\frac{G}{\Sigma (g)} = \frac{N}{n}$$

Ez volt bebizonyítandó.

Draudt módszerének gyakorlati alkalmazását a 360. lapon levő példa mutatja be. A példa magyarázatául szolgáljanak a következők: A törzsek átmérő szerinti jegyzőkönyvbefoglalása éppen úgy történik, mint *a)* alatt láttuk. A törzseket jelentő vonások a példában a hely kímélése céljából kimaradtak s csak a törzsszám összege (N_1, N_2 .....N_x) van vastagsági fokonként feltüntetve (2. rovat). A 3. rovatot (G_1, G_2 ....G_x) a körlapszorzási táblák alapján töltjük ki. A 4. rovat adatait úgy kaptuk, hogy a törzsszámot (2. rovat) minden vastagsági fokban megszoroztuk a döntendő átlagtörzsek és az összes törzsszám viszonyszámával $\left(\frac{n}{N} = \frac{12}{356} = 0{\cdot}0337\right)$. Az így kapott értékeket az 5. rovatban egész számokká kerekítettük ki. A 6. rovatban előjegyeztük a döntendő törzsek mellmagassági átmérőjét (a 38 cm-esből az 5. rovat értelmében kettő van). A megfelelő körlapösszegeket a körlaptáblából írtuk ki a 7. rovatba. (Ezeknek az összege: $\Sigma(g) = 1.396$.) A 8. rovat a szakaszos köbözés eredményeit foglalja magában, de csak a szerfára nézve. A tűzifára eső, 7 cm-nél vastagabb törzs- és ágrészleteket egyhelyre hordattuk, 1 m-es tűzifába vágattuk és űrméterbe rakattuk. *Űrköbtartalmukat* együttesen 5,5 űrm³-nek találtuk. A vékonytűzifára ebben a példában nem terjeszkedtünk ki, hogy a felesleges ismétléseket elkerüljük.

Az összes fatömegeket választékonként úgy számítottuk ki, hogy az átlagfáknak az egyes választékokra eső összegét megszoroztuk a körlapviszonyszámmal:

$$V_{szerfa} = \Sigma(v_{szerfa}) \frac{G}{\Sigma g} = 21{\cdot}362 \times \frac{44{\cdot}649}{1{\cdot}396} = \mathbf{683\ m^3.}$$

$$V_{tűzifa} = \Sigma(v_{tűzifa}) \frac{G}{\Sigma(g)} = 5{\cdot}5 \times \frac{44{\cdot}649}{1{\cdot}396} = \mathbf{176\ ürm^3.}$$

Az elméleti rész megértése érdekében igen kívánatos a számítás menetét a képletes fejtegetésekkel lépésről-lépésre összehasonlítani.

Draudt eljárásának előnye, hogy az egyes választékok köbtartalma *egyetlen* szorzási művelettel számítható ki; nem kell ezt a munkát vastagsági osztályonként külön-külön végrehajtani, mint pl. *Hartig* módszerénél. Egy másik előnye, hogy lehetővé teszi a rakásolt vagy a súly szerint mért választékok mennyiségét mindjárt abban a mértékegységben lehet kifejezni, amelyik szerint azok értékesítése történik. Igaz, hogy ezt tulajdonképpen a *Hartig* eljárása (és más eljárás) is megengedi, mert pl. az átlagtörzsekből kikerülő tűzifát minden vastagsági osztályra nézve kitermeltethetnők és annak egy törzsre eső átlagával éppen úgy számíthatnánk, mintha az tömörköbméterekben volna kifejezve, de ez az eljárás többé-kevésbbé tökéletlen volna, mert nem engedné meg, hogy az *összes* átlagfa tűzifaanyaga *egy rakatba* kerüljön s úgy vétessék számba, márpedig ez az utóbbi megoldás az űrtartalom pontos megítélését nagyban elősegíti, mert a nem teljes (tizedestörtben kifejezendő) űrméterek számát lényegesen csökkenti. Különösen akkor megy ez egyszerűsítésszámba és emeli a részletek pontosságát, ha a tűzifát alválasztékokra (hasáb, dorong, rőzse stb.) tagoljuk s minden ilyen választék űrtartalmát külön akarjuk meghatározni. Igaz másrészt, hogy a tűzifa összehordása egy helyre, különösen, ha az erdőrészlet nagy és az átlagtörzsek szétszórtan feküsznek, sok munka- és időveszteséggel jár, maga a feldolgozás pedig hosszabb időt igényel s nem engedi meg, hogy a becslő a munkát egy és ugyanabban az erdőrészletben egyfolytában végezhesse. Még akkor is, ha a *Draudt* eljárásával rokontermészetű, de egyszerűbb becslési módot alkalmazunk (lásd alább), rendszerint nem termeltetjük ki valóban a tűzifát és nem hordatjuk egy rakásba, hanem a tömörtartalmat határozzuk meg az átlagtörzseken s az űrtartalmat aztán tapasztalati táblázatok segítségével számítjuk ki.

Példa Draudt módszeréhez

Terület: 1·39 k. hold

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Mellmagassági átmérő	Lucfenyő és jegenyefenyő törzsek		A döntendő átlagtörzsek száma		A döntött átlagtörzsek			
	száma	körlap-összege	a számítás szerint	kereken	átmérője	körlap-összege	szerfa köbtartalma	vastag tűzifa köbtartalma
cm		m²			cm	m²	m³	űrm³
22	2	0·076	0·1	—	28	0·062	0·726	—
24	13	0·588	0·4	—	30	0·071	0·993	—
26	12	0·637	0·4	—	32	0·080	1·404	—
28	13	0·800	0·5	1	34	0·091	1·240	—
30	17	1·202	0·6	1	36	0·102	1·460	—
32	21	1·689	0·7	1	38	0·113	1·510	—
34	33	2·996	1·1	1	38	0·113	1·602	5·5
36	28	2·850	0·9	1	40	0·126	1·816	—
38	46	5·217	1·6	2	42	0·139	2·182	–
40	32	4·021	1·1	1	44	0·152	2·610	–
42	30	4·156	1·0	1	46	0·166	2·871	–
44	32	4·866	1·1	1	48	0·181	2·948	—
46	25	4·155	0·9	1				
48	13	2·352	0·4	1	Össz.:	1,396	21,362	5,5
50	6	1.178	0·2	—				
52	13	2·761	0·4	—				
54	8	1·832	0·3	—				
56	6	1·478	0·2	—				
58	1	0·264	0·0	—				
60	2	0·565	0·1	—				
62	1	0·302	0·0	—				
64	1	0·322	0·0	—				
66	1	0·342	0·0	—				
Összesen:	356	44·649	12·0	12				

A fatömeg kiszámítása:

Összes fatömeg:

a) Szerfa: 21·362 × 31·983 = 683 m³
b) Vast. tűzifa: 5·5 × 31·983 = 176 űrm³

Fatömeg 1 k. holdon:

a) Szerfa .... 683:1·39 = 491 m³
b) Vast. tűzifa ... 176:1·39 = 127 m³

Összesen 618 m³

Bár az eljárás alapelve helyes és a szakkörökben általános elismerésre talált, nem kedvelt *Draudt* módszere többek közt azért sem, mert az egyes vastagsági fokokból döntendő átlagtörzsek számának a kiszámítása nehézkes s egyszersmind tökéletlen is, hiszen az egészszámra való kikerekítéssel tulajdonképpen az eljárás alapelve ellen vétünk. Példánkból is megállapítható, hogy az átlagtörzsek száma a vastagsági fokok közt nem oszlik meg olyan arányban, mint azt az elméleti szabatosság megkívánná. Az ebből származó hibákat azonban ellensúlyozza a $V = \frac{\Sigma\,(v)\,G}{\Sigma\,(g)}$ egyenlet alkalmazása, mert $\Sigma\,(v)$ és $\Sigma\,(g)$ egymással csaknem egyenes arányban áll.

Úgyszintén csekély hatású az a hiba, amelyet akkor követünk el, ha vastagabb és vékonyabb fát döntetünk, mint amilyent kellene. Ha *a* $\Sigma\,(g)$ nagyobb a kelleténél, megközelítőleg a $\Sigma\,(v)$ is arányosan nagyobb lesz, s így, minthogy az egyik mint szorzó, a másik mint osztó hat, a hiba kiküszöbölődik. Ilyenkor azonban az átlagtörzsek körlapjai közé is mindig a hibás átmérőnek megfelelő *valódi* körlapot kell belevennünk, mert különben a kiegyenlítés fogyatékos. Hogy egyébként ez a kiegyenlítés elméletileg amúgy sem egészen tökéletes, azt már tudjuk.

Gyakran találkozunk azzal a felfogással, hogy *Draudt* eljárása és az ezzel rokon eljárások a választékarányt szabatosabban adják, mint a *Hartig* módszere. Ez a nézet elméletileg megokolatlan, mert ha az átlagtörzset helyesen választják, akkor az utóbbi módszer minden tekintetben éppen olyan pontos eredményt ad, mint a *Draudt* elvén alapuló eljárások.

Gyakorlati *előnyük* azonban mindenesetre van az utóbbiaknak s ez az, hogy a választékok *együttes* feldolgozását s köbtartalmuk *együttes* kiszámítását teszik lehetővé ; ez pedig mind a pontosság, mind a kényelem szempontjából előnyös.

Draudt módszerét eredeti alakjában ma már nem használják. Módosulatait azonban, különösen Németországban, még nemrégen sűrűn használták. Az idetartozó eljárásokra az alábbiakban sorban rátérünk.

δ) Urich módszere[1]

Urich a most leírandó eljáráson kívül más becslési módok alkalmazását is javasolta, ezekkel azonban, mint kevésbbé jelentő-

[1] Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1860, 381. lap, 1862, 77. lap, 1865, 325. lap, továbbá Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1881, 397. lap, 1884, 16. lap.

sekkel itt nem foglalkozunk s egyszerűen utalunk az idevágó irodalmi forrásokra.[1]

Az *Urich*-féle csoportalakítás lényege az, hogy az egyes vastagsági osztályokba egyenlő számú törzset foglalunk össze. Az eredeti javaslat szerint annyi vastagsági osztályt alakítunk, ahány átlagtörzset kívánunk dönteni, tehát minden vastagsági osztályra csak *egy* átlagtörzs esik. Kényelmesebb azonban a módszer alkalmazásának az az alakja, amely szerint kevesebb vastagsági osztályt különítünk el s azután mindegyikből több, de mindig egyenlő számú átlagfát döntetünk. Ez az eljárás lényegén nem változtat, de a számítást egyszerűsíti s így gyakorlatiasabb.

A fatömeg kiszámítása azután teljesen úgy történik, amint azt *Draudt* eljárásánál láttuk, tehát itt is módunkban van az egyes választékok köbtartalmát az egész faállományra nézve egyetlen szorzási művelettel kiszámítani a $\frac{G}{\Sigma(g)}$ tényező segítségével. Mindkettőről felvilágosít a 363. lapon levő példa és magyarázat.

Abból, hogy a választékarány kiszámítása a *Draudt* és az *Urich*-féle eljárással egészen azonos módon történik, nyilvánvaló, hogy a két módszernek lényegileg egyeznie kell. Draudt szerint a vastagsági fokokon belül döntendő átlagtörzsek száma úgy aránylik az illető vastagsági fok összes törzsszámához, mint az átlagtörzsek összes száma a faállomány összes törzsszámához $\left(\frac{n}{N}\right)$.

Urich szerint pedig a törzsszám és átlagtörzsek száma minden vastagsági osztályban egyenlő, azaz:

$$n_1 = n_2 = \ldots\ldots n_x \text{ és } N_1 = N_2 = \ldots\ldots N_x$$

ennélfogva:

$$\frac{n_1}{N_1} = \frac{n_2}{N_2} = \ldots = \frac{n_x}{N_x}$$

és minthogy

$$n_1 + n_2 + \ldots + n_x = n \text{ és } N_1 + N_2 + \ldots + N_x = N,$$

áll az is, hogy

$$\frac{n_1 + n_2 + \ldots + n_x}{N_1 + N_2 + \ldots + N_x} = \frac{n}{N}$$

vagyis: az átlagtörzsek és a vastagsági osztályok törzsszáma közt

[2] Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1881, 401. lap, Forstwissenschaftliches Zentralblatt, 1896, 188. lap, 1900, 78. lap, 1901, 529. lap, Zentralblatt für das gesamte Forstwesen, 1897, 109. lap., Erd. Kísérletek, 1915, 18. lap. *Müller:* Lehrbuch der Holzmesskunde, 3. kiadás 297—301. lap, *Sóltz—Fekete:* Erdőbecsléstan, 2. kiad. 207. lap.

Példa Urich módszeréhez

1.	2.	3	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Vastagsági osztály	Mellmagassági átmérő	Luc- és jegenyefenyő törzsek: száma	Luc- és jegenyefenyő törzsek: körlap-összege	A döntendő átlagtörzsek: száma	A döntendő átlagtörzsek: mell-magassági átmérője	A döntött átlagtörzsek: mell-magassági átmérője	A döntött átlagtörzsek: körlap-összege	A döntött átlagtörzsek: szerfa (köbtartalma)	A döntött átlagtörzsek: vastag-tűzifa (köbtartalma)
	cm		m²		cm	cm	m²	m³	űrm³
	22	2	0·076						
	24	13	0·588						
	26	12	0·637			29·5	0·0683	0·890	
I.	28	13	0·800	2	29·3	29·0	0·0661	1·051	
	30	17	1·202						
	32	21	1·689						
	34	11	0·999						
Össz.:		89	5·991						
	34	22	1·997			36·4	0·1041	1·644	
II.	36	28	2·850	2	36·4	36·0	0·1018	1·606	
	38	39	4·423						
Össz.:		89	9·270						
	38	7	0·794						3,75
III.	40	32	4·021	2		41·8	0·1372	2·078	
	42	30	4·156		41·5	41·3	0·1340	2·410	
	44	20	3·041						
Össz.:		89	12·012						
	44	12	1·825						
	46	25	4·155						
	48	13	2·352						
	50	6	1·178						
	52	13	2·761			49·9	0·1956	3·118	
IV.	54	8	1·832	2	49·9	50·2	0·1979	3·094	
	56	6	1·478						
	58	1	0·264						
	60	2	0·565						
	62	1	0·302						
	64	1	0·322						
	66	1	0·342						
Össz.:		89	17·376						
Főösszeg:		356	44·649	8			1·0050	15·891	3·75

11. A fatömeg kiszámítása

$$\frac{G}{\Sigma(g)} = \frac{44{\cdot}649}{1{\cdot}0050} = 44{\cdot}427$$

Összes fatömeg: *a)* szerfa .... = 15·891 × 44·427 = 706 m³

b) vastag tűzifa . = 3·75 × 44·427 = 167 m³

1 holdra eső fatömeg: *a)* szerfa .... = 706 : 1·39 = 508 m³

b) vastag tűzifa .. = 167 : 1·39 = 120 m³

$\left.\begin{array}{l}508\ m^3\\120\ m^3\end{array}\right\}$ 628 m³

Urich és *Draudt* eljárása esetén ugyanaz a viszony áll fenn. Ezzel a választékok olyatén kiszámításának a lehetősége — mint azt a *Draudt* eljárásával kapcsolatban kifejtettük — igazolva van.

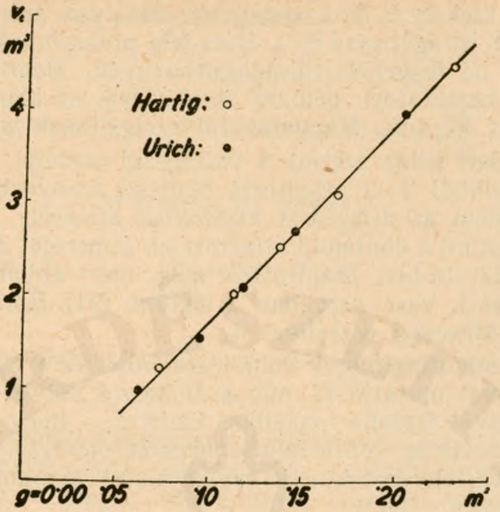
Magyarázat a példához: Az eredeti számbavétel eredménye azonosak a 360. lapon közölt adatokkal, azért azokat innen kihagytuk, illetőleg az 1—4. rovatot mindjárt az *Urich* eljárásának megfelelő csoportosítással töltöttük ki. Négy vastagsági osztályt alakítottunk egyenként $\frac{356}{4} = 89$ törzsszámmal s mindegyikből 2 átlagtörzset döntöttünk. Az átlagtörzsek átmérőjét (6. rovat) milliméteres pontossággal olvastuk ki a függelékben található körlaptáblából s a felkeresett próbatörzsek átmérőjét is ugyanilyen pontossággal határoztuk meg az átlalóval mért legnagyobb és legkisebb átmérőből. Azért tanácsos ez, mert arra a kiegyenlítődésre, amely a $V = [v] \frac{G}{[g]}$ képlet alkalmazásából folyik, csak úgy számíthatunk, ha az átlagtörzsek megválasztásával elkövetett kisebb-nagyobb átmérőhibák hatása a $[g]$ értékében valóban megfelelően kifejezésre is juthat. Ha pl. minden átlagtörzs valamivel vastagabb volna a kelleténél és mi a (g)-t mégis csak a *kiszámított* átlagos körlapok összegével vennők egyenlőnek, akkor a $[v]$ hibája nem egyenlítődnék ki s így az ebben rejlő előnytől elesnénk. Ez a hiba könnyebben megeshetik, ha az átmérőket egész cm-ekre egészítjük ki ahelyett, hogy milliméteres pontossággal dolgoznánk. Munkánk az utóbbi esetben is alig több, ha megfelelő körlaptáblánk van.

A 9—11. rovatok kitöltése teljesen a *Draudt* eljárásánál ismertetett módon történt (359. lap).

Urich eljárása Draudt módszerének minden előnyét egyesíti magában, és azonfelül gyakorlatilag tökéletesebb is, ezért a kettő közül mindenesetre észszerűbb ezt választani. A választékarány helyes megítélése tekintetében itt is érvényes az az általános szabály, hogy a becslés biztonsága valószínű összefüggésben van a vastagsági osztályok számával, az utóbbit azonban észszerű határon túl emelni nem megokolt.

Végezetül hasonlítsuk össze a vastagsági osztályok fatömegátlagainak elhelyezkedését a fatömegegyenesen, *Urich* és *Hartig* osztályalakítása esetére. Erre vonatkozólag a 106. ábra ad felvilágosítást.

Mind a két eljárással 5—5 csoportot alakítottunk s azokon belül az átlagos köbtartalmat a lehető legnagyobb megbízhatósággal határoztuk meg (*valamennyi* próbatörzs szakaszos köbözéssel kapott köbtartalmából).



106. ábra. Az átlagtörzsek köbtartalmának elhelyezkedése a tömegegyenesben. *Hartig* és *Urich* eljárása az eltérések kiegyenlítése szempontjából azonos lehetőségeket biztosít

Amint látjuk, a hiba-kiegyenlítődés valószínűsége nagyjából mind a két eljárásra nézve azonos és így ebből a szempontból azok egyenlő értékűek. *Hartig* azonban a vastagabb (értékesebb) törzseknek több próbatörzset juttat, mint *Urich.*

ε) *Baur módosítása*

Urich módszerének az alkalmazási módjára s az eredeti alak kisebb-nagyobb módosítására nézve többen tettek javaslatot.

Baur Ferenc azt ajánlotta, hogy minden vastagsági osztályban egyszerűen a *legnagyobb törzsszámú* vastagsági fokból válasszuk a döntendő próbatörzset (illetve törzseket). Ha a rendes úton kiválasztott átlagos átmérő más is, mégsem lesz hamis az eredmény, mert a $\frac{G}{\Sigma(g)}$ tényező használatával a hibát kiküszöböljük. Ezzel a fogással elkerüljük az átlagos körlapok és átmérők kiszámításának szükségét s ezáltal időt és munkát takarítunk meg. Ámde tudjuk, hogy a fatömeg a körlappal nincs teljesen egyenes arányban, s ezért Baur eljárása néha, különösen, ha a *c* állandó értéke nagyobb, már észrevehető hibákat okozhat. Ezért *Baur* módosítása, bár mint egyszerűsítés, mindenesetre gyakorlati előnnyel jár, csak akkor ajánlható, ha a *c* értéke csekély és ha a vastagsági osztályok száma elég ahhoz, hogy a valódi átlagátmérő és a *Baur*-féle próbatörzsátmérő közötti különbségek ne legyenek túlságosan nagyok. *Baur* módszerét a 363. lapon bemutatott példára alkalmazva, az alant összefoglalt eredményeket kaptuk. Magyarázatul szolgáljanak a következők:

Az eredeti példa szerint 4 vastagsági osztályt különítettünk el s mindegyikből 2—2 átlagtörzs döntését irányoztuk elő. Az I. vast. osztályban az átlagtörzs *kiszámított* átmérője 29·3 cm volt. Ezzel szemben mi a döntendő átlagtörzsek átmérőjét *Baur* javaslata értelmében 32 cm-ben állapítottuk meg, mert ebből a vastagsági fokból van az I. vast. oszt.-ban a legtöbb (21). Éppenígy jártunk el a többi vastagsági osztállyal is.

A döntött átlagtörzsek valódi átmérőjét és a valódi körlapját a 3. és 4. rovat mutatja ki, míg a szakaszos köbözés eredményeit az 5. és 6. rovat foglalja magában. Ezúttal — hogy erre is legyen példánk — a tűzifa köbtartalmát *tömörköbméterekben* fejeztük ki. Az átszámítási tényezőt a helyi tapasztalatok alapján 0·6-ban állapítottuk meg.

Példa Baur módszeréhez

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Vastagsági osztály	A döntendő	A döntött			
	átlagtörzsek				
	átmérője		körlapja	szerfa	vastag tűzifa
				köbtartalma	
	cm		m²	m³	
I.	32	31·9	0·0799	1·164	0·159
	32	32·3	0·0819	1·375	0·188
II.	38	38·1	0·1140	1·903	0·259
	38	37·6	0·1110	1·733	0·236
III.	40	40·0	0·1257	2·005	0·273
	40	39·8	0·1244	1·953	0·266
IV.	46	46·2	0·1676	2·811	0·383
	46	45·6	0·1633	2·478	0·338
		Összesen:	0·9678	15·422	2·102

A fatömegek kiszámítása:

$$\frac{G}{\Sigma\,(g)} = \frac{44{\cdot}649}{0{\cdot}9678} = 46{\cdot}134$$

Összes fatömeg:

a) szerfa .... $15{\cdot}422 \times 46{\cdot}134 = 711\ m^3$

b) vastag tűzifa .... $2{\cdot}102 \times 46{\cdot}134 = 97\ m^3 = \frac{97}{0{\cdot}6} = \mathbf{162}$ **űrm³**

Az 1 holdra eső fatömeg:

a) szerfa .... $\frac{711}{1{\cdot}39} = 512\ m^3$

b) vastag tűzifa .... $\frac{97}{1{\cdot}39} = 70\ m^3 = \frac{70}{0{\cdot}6} = 117$ űrm³

Ha a döntendő átlagtörzsek átmérőjének a megállapításakor azt találjuk, hogy *Baur* eljárásával szembetűnően eltérnénk az egyéni ítélet alapján valószínűnek tartott helyes átlagtól, akkor semmi akadálya sincs annak, hogy a legnagyobb törzsszámmal képviselt vastagsági fok helyett a helyesebbnek ítélt átlagos vastagságból ne válasszuk az átlagtörzset. Így pl. nyilvánvaló, hogy mintánk szerint a II. vast. oszt.-ban az átlagos átmérőnek a 36 cm-hez kell közel állnia, a III. vastagsági oszt.-ban pedig a 40—42 cm közé kell esnie. Tulajdonképpen tehát helyesebb lett volna, ha *Baur* rendszerét módosítva, 36, illetőleg 41 cm-nek tettük volna a nevezett vastagsági osztályok próbatörzsátmérőjét, 38 és 40 cm helyett.

Végül megjegyezzük még, hogy ha az egyes vastagsági osztályokra nézve a pontosság iránt nagyobb követelményeket támasztunk, azokból nagyobb számú próbatörzset döntethetünk, mint a többiből,[1] ebben az esetben azonban minden vastagsági osztályban külön kell kiszámítani a döntött próbatörzsek körlapjának és köbtartalmának mennyiségtani átlagát s ezekkel úgy kell a számítást elvégezni, mintha minden vastagsági osztályból csak egyetlen átlagtörzsünk volna.

A faállomány szerkezeti tényezőinek vastagsági osztályok közötti viszonylagos megoszlásáról felvilágosítást ad az Erdészeti Kísérletek 1917. évi 1—2. füzete (91. lap).

[1] *Baur* pl. azt ajánlotta (Die Holzmesskunde, 4. kiad. 326. lap), hogy tekintettel a magasabb vastagsági osztályok nagyobb fatömegére, 5 vastagsági osztály esetén, ha nagyobbszámú átlagtörzs döntése akadályokba ütközik, legalább a legerősebb fák csoportjából 2 átlagtörzs döntessék (a többiből 1—1). Megjegyzendő, hogy éppen ezekből a fákból van a legkevesebb s így ennek a kívánságnak a gyakorlati keresztülvitele gyakran nehézségekbe ütközik.

ζ) *Block módszere* [1]

Tulajdonképpen ez is az *Urich* eljárásának módosított alakja. *Block* azt ajánlotta, hogy egy-egy vastagsági osztályban mindig határozott, előre megszabott, állandó számú törzs foglaltassék össze. Javaslata szerint a területegységre átszámított törzsszámból a *vastagabb törzsektől a vékonyabbak felé haladva* rendszerint 50—50 törzset magukba foglaló vastagsági osztályokat képezünk, mindegyiknek a rendes módon kiszámítjuk az átlagos átmérőjét s csoportonként legalább egy átlagtörzs döntése és köbözése után

$V = \Sigma(v) \dfrac{G}{\Sigma(g)}$ képlet szerint számítjuk ki a fatömeget. Tehát eltérés e között és az eredeti eljárás között csakis a csoportok terjedelmének számszerű megszabásában van. *Block* eljárása kétségtelenül önkényes s ezért jogosultsága is korlátozott.

Előnyéül tudható be, hogy olyan esetekben, amikor a becslést valamely faállományban időnként (pl. 5—5 évenként) ismételjük, az egyenlő törzsszámú csoportok változásaiba betekintést kaphatunk. *Block* módszere különösen a kísérleti faállományok fejlődésének megfigyelésében tehet szolgálatot. Hátránya, hogy a törzsszám csak ritkán osztható maradék nélkül 50-nel s így a legvékonyabb fáknak az utolsó 50-es csoporton felül maradó részéből *csonka* csoportot kell alkotnunk, vagy ha csak néhány törzsről van szó, azokat az utolsó 50-es csoporthoz kell csapnunk. Ha csonka csoport maradt, akkor abból az elméletnek megfelelően lehetőleg annyi próbatörzset kell döntenünk, amennyi annak a törzsszám arányában megfelel, mert különben vétünk a Draudt-féle alapelv ellen. Igaz, hogy az ebből származó hiba aránylag nem lehet nagy, mert ezeknek a legvékonyabb fáknak az átlagtörzse az összeredményre nincs nagyobb hatással.

Minthogy az előbb bemutatott példák tanulmányozása és megértése után *Block* szerinti csoportképzés módját is nehézség nélkül elképzelhetjük, újabb példát erre nem mutatunk be.

η) *Schwappach javaslata* [2]

Schwappach a növedék megbízhatóbb megállapítása végett a kísérleti faállományok becslése során szintén megszabott szám szerint csoportosította a törzseket. A legvastagabb 400 törzsből 4 vastagsági osztályt alakított 100—100 törzzsel, a következő 600

[1] Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1889. 223. lap és Erd. Kísérl., 1915. 20. lap.

[2] Zur Methode der Massenermittelung der forstlichen Versuchsarbeiten (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1891, 517. lap.)

törzsből aztán 200-as, a leggyengébbekből 400-as csoportokat képzett, s minden ilyen csoportból azonos számú próbatörzsön végezte a fatömegtényezők meghatározását. Mind a magasság, mind az alakszámok kiegyenlítését függvényábrás úton hajtotta végre s a fatömeget az így kapott adatokból számította ki. *Schwappach* szerint ez a módszer megbízhatóbb eredményekkel jár, mint az eredeti *Urich*-féle s különösen a növedék változásának menetébe enged jobb belepillantást. Mindezek ellenére kétségtelen, hogy ez a csoportképző eljárás sem ment az önkényességtől s az ötletszerűségtől.

ϑ Vastagsági osztályok alakitása a gyakorlati választékolás szerint (A szerző eljárása)

Lehetnek olyan gyakorlati célok, amelyek megkívánják, hogy a vastagsági osztályokat előre megszabott, számszerűen kifejezett vastagsági határok közé illesszük bele. Ilyenkor az előírt osztályozáshoz kell alkalmazkodnunk, viszont csak igen ritkán fordulhat elő, hogy a vastagsági osztályok határai véletlenül összeessenek a *Hartig-Urich* vagy másféle csoportok határaival.

Gyakran szükséges lehet a vast. osztályok határait úgy megszabni, hogy azok a szokásos *értékosztályoknak* határaival essenek egybe. A szerfaválasztékok osztályozása elsősorban a középátmérőre támaszkodik; ki kell tehát először puhatolnunk, hogy a választékolás alapjául szolgáló középátmérőnek milyen *mellmagassági* átmérők felelnek meg. Ez azonban nem könnyű dolog, mert a fák alakja — amint tudjuk — igen változó s ezért a középátmérő vagy bármely más átmérő viszonya a mellmagassági átmérőhöz *nem állandó,* sőt még az azonos magasságú és vastagságú fákra nézve is lényegesen különböző lehet. Szerencsére jóval szűkebb határok közé szorul ez az ingadozás, ha nem *egyes* fákról, hanem nagyszámú törzs *átlagáról* van szó. Az ilyen átlagos adatokat azután, különösen ha azokat rendszeres, helyi megfigyelésekből vezettük le, már elfogadhatjuk a tájékozódás alapjául. Sőt, ha nagyszámú erdőrészlet becsléséről van szó, általános tapasztalati táblázatokból is kiindulhatunk.

Ilyeneket találhatunk pl. (Ausbauchungsreichen név alatt) *Burckhardt*: Die Fichte und Kiefer in Bezug auf Form und Inhalt, Honnover 1856, továbbá Hilfstafeln für Forsttaxatoren, Hannover 1873 és *Grundner:* Untersuchungen im Buchenhochwalde über Wachstumsgang, Berlin, 1904. c. munkájában. Ezekből a táblázatokból megállapítható s esetleg ábrán is feltüntethető a különféle vastagságú törzsek alkotóvonalának átlagos alakja s ennek alapján a szerfára alkalmas rész középátmérője. Módunkban van tehát ezen az úton a választékolás alapjául szolgáló szerfaközépátmérőnek megfelelő mellmagassági átmérőt is meghatározni.

Egy kisérleti lucfenyves törzseinek átmérőviszonyszámai

Táv. a vágáslaptól a magasság %-aiban	A magasság méterekben										
	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46
	A törzs átmérője a mellmagassági átmérő százalékaiban										
0	105·0	105·7	106·1	106·8	107·4	108·0	108·5	109·1	109·8	110·2	111·0
5	100·0	99·8	99·3	99·2	99·0	98·8	98·2	97·8	97·1	96·4	98·9
10	97·5	96·0	94·7	93·9	93·1	92·5	91·9	91·3	90·8	90·0	89·0
20	93·7	91·5	90·0	88·6	87·4	86·7	85·8	85·1	84·4	83·6	82·7
30	89·8	87·2	85·2	83·3	82·0	80·9	80·1	79·1	78·5	78·0	77·2
40	84·2	81·6	79·4	77·6	76·0	74·7	73·5	72·8	72·0	71·2	70·6
50	76·6	74·3	72·5	70·9	69·2	68·0	66·8	65·8	65·0	64·1	63·3
60	68·5	66·1	64·2	62·6	61·2	60·2	59·2	58·3	57·2	56·0	54·3
70	58·3	56·4	55·0	53·7	52·3	51·4	50·4	49·2	48·0	46·4	44·8
80	47·1	45·4	44·0	42·8	41·6	40·5	39·2	38·0	36·4	34·6	32·5
90	31·7	30·1	28·7	27·5	26·4	25·2	24·1	22·9	21·4	19·8	17·7
100	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0	0·0

Az ilyen táblázatok berendezése különböző lehet. Ha minden előfordulható magasságra és mellmagassági átmérőre kiterjeszkednek, jelentékeny terjedelműekké válnak s elkészítésük bőséges kísérleti anyagot feltételez. Ilyeneknek a szerkesztésével tehát inkább csak a kutatóintézetek foglalkozhatnak. Egyszerűbbé válik a táblázat, ha csak *viszonylagos* adatokat tartalmaz. Ilyent látunk itt, a többször említett kisérleti lucfenyves adatai alapján készítve.

A táblázat módot ad arra, hogy, ha a fa magasságát ismerjük, a törzs átmérőjét a vágáslaptól tetszésszerinti távolságban meghatározhassuk. Ez mind mennyiségtani, mind rajzbeli közbesítéssel történhetik. Az ilyen táblázat azonban szintén nem eléggé gyakorlatias, mert a közepes szerfaátmérő és a mellmagassági átmérő kölcsönös vonatkozásaiknak a megállapítása számításokat vagy esetleg szerkesztést kíván.

Hogy a szerfarész középátmérőjét a fentebbi táblázatból kiszámíthassuk, szükséges tudnunk annak viszonylagos *hosszát*, vagy *felsőátmérőjét* is.

1. *példa.* Valamely 40 cm vastag és 34 m magas lucfenyőtörzs szerfarészének hossza az egész hossz 80%-a. Mennyi a szerfa középátmérője?

Ha a szerfarész hossza a magasság 80%-a, akkor középátmérője az egész hossz 40%-ában fekszik. A táblázatból kiolvasott adat erre az esetre: 76%. A szerfarész középátmérője tehát:

$$\delta_{sz} = \frac{40 \times 76}{100} = \mathbf{30.4\ cm}$$

2. *példa.* Mekkora a 40 cm vastag és 36 m magas törzsből kitermelhető 24 cm felsőátmérőjű szálfa középátmérője?

A törzs felső átmérőjének a mellmagassági átmérőhöz való viszonya százalékokban: $\frac{24}{40} \times 100 = 60\%$. A 36 cm-es magasság rovatában megkeressük az ehhez legközelebb eső számot (60·2). Ennek megfelel (első rovat): 60% távolság a vágáslaptól. A szerfarész középátmérője tehát a magasság 30%-ban fekszik. Az erre vonatkozó átmérőviszonyszám: 80,9%, tehát a szerfa középátmérője kereken:

$$\delta = \frac{40 \times 80{,}9}{100} = \mathbf{32\ cm}$$

Sokkal hamarább célt érünk, ha az alábbihoz hasonló táblázatot használunk. Ehhez csak az szükséges, hogy általános helyi tapasztalataink alapján, vagy a megbecsülendő faállomány különleges természete szerint előzetesen eldöntsük vagy esetleg magasságmérővel kipuhatoljuk, milyen viszonylagos hosszúságig lehet a törzsek szerfarészét kitermelni s ha ebben megállapodtunk, akkor a táblázatból egyszerűen kiolvashatjuk azokat a mellmagassági átmérőket, amelyek a szabványos szerfaválasztékok középátmérőjének átlagosan megfelelnek.

Ha a választékok határozott felsőátmérőhöz vannak kötve, a táblázat jobb oldalán található adatokat használhatjuk fel tájékoztatóul.

Természetesebb azonban, ha a felsőátmérőket nem szabjuk meg előre minden egyes vastagsági osztály számára, hanem inkább a valóban kitermelhető szerfarész viszonylagos hosszának a gyakorlati megállapítására törekszünk s errenézve igyekszünk általános vagy helyi tapasztalati adatokra szert tenni. Ez a vastagsági osztályok alakítását lényegesen megkönnyíti.

1. *példa.* A lucfenyőszerfa választékolása a következő volna:

I. osztály	....	24 cm középátmérőig
II. «	....	25—40 cm «
III. «	....	41 és több cm középátmérővel.

A kitermelhető szerfa hosszát néhány fán magasságmérővel határoztuk volna meg s a következő adatokat kaptuk volna:

Magasság (m):	35	29	40	42	38	28	31	Összesen:	243 m
Szerfahossz (m):	21	20	31	29	27	22	19	«	169 m

Átlagos szerfahossz százalékokban : $\frac{169 \times 100}{243} = 69{\cdot}5\%$, tehát kereken 70%.

Az előbbi osztályozásnak megfelelően tehát, ha a becslés 2 cm-es kikerekítéssel történnék, a következő vastagsági osztályokat kellene alakítanunk (lásd a törzsméretek táblázatát) :

I. vastagsági osztály .... 30 cm-ig
II. « « .... 32—53 cm-ig
III. « « .... 54 és több cm-rel

Lucfenyő törzsméretek

Mell-magas-sági átmérő	Középátmérő (cm)						Felsőátmérő (cm)					
	ha a szálfa hossza az egész törzshossz %-aiban											
	40	50	60	70	80	90	40	50	60	70	80	90
20	18	17	17	17	16	16	16	15	13	11	9	6
22	20	19	19	18	17	17	17	16	14	12	10	6
24	21	21	20	19	19	18	19	17	15	13	10	6
26	23	22	22	21	20	19	20	18	16	14	11	7
28	24	24	23	22	22	21	22	20	17	15	11	7
30	26	25	25	24	23	22	23	21	18	16	12	8
32	28	27	26	25	24	23	24	22	20	16	13	8
34	29	28	28	27	26	25	26	23	20	17	13	8
36	31	30	29	28	27	26	27	24	21	18	14	9
38	33	32	31	29	28	27	28	26	22	19	15	9
40	34	33	32	31	30	28	30	27	23	20	15	9
42	36	35	34	32	31	30	31	28	24	21	16	9
44	37	36	35	34	32	31	32	29	26	21	16	10
46	39	38	37	35	34	32	34	30	27	22	17	10
48	41	39	38	37	35	33	35	32	28	23	17	10
50	42	41	40	38	37	35	37	33	29	24	18	10
52	44	42	41	39	38	36	38	34	30	25	18	10
54	45	44	43	41	39	37	39	35	31	25	19	10
56	47	46	44	42	41	39	41	36	32	26	19	11
58	49	47	46	44	42	40	42	38	33	27	19	11
60	50	49	47	45	43	41	43	39	34	27	20	11
62	52	50	49	47	45	42	45	40	35	28	20	11
64	54	52	50	48	47	44	47	41	36	29	20	11
66	55	53	52	50	47	45	47	43	37	29	21	11
68	57	55	53	51	49	46	49	44	37	30	21	12
70	58	56	55	52	50	48	50	45	39	31	21	12

2. példa. Egy üzemterv »részletes véghasználati tervében« a szerfa kimutatására két alrovat szolgál s a fatömeg így részletezendő : szerfa 30 cm középátmérőig, szerfa 30 cm középátmérőn felül. Tegyük fel, hogy a becslési jegyzőkönyvben *4 cm-es* kikerekítést alkalmazunk s hogy az átlagos szerfahossz a gyakorlati tapasztalatok szerint 70%. Hogyan fogjuk a vastagsági osztályokat elkülöníteni ?

A mellmagassági átmérőket ebben az esetben (a becslés megkezdése előtt) így jegyezhetnők elő:

Mellmag. átmérő cm	
12	
16	
20	
24	I. vastagsági osztály
28	
32	
36	
40	
44	II. vastagsági osztály
46	

és így tovább.

Ha ugyanis a kikerekítés 4 cm-es, akkor a 36 cm-es vastagsági fok mindazokat az átmérőket felöleli, amelyek 34 és 38 cm közt feküsznek. A táblázat szerint pedig az előírt 30 cm-es *középátmérőnek* 39 cm mellmagassági átmérő felel meg. Ez 48—42 cm közé esik. a 40 cm-es vastagsági fok túlnyomó része tehát a II. vastagsági osztályba tartozik.

A vastagsági osztályok előzetes elkülönítése után éppenúgy jegyezzük be a bekiáltott törzseket a becslési jegyzőkönyvbe, mint bármely más eljárás esetén. A vastagsági osztályokon belül a körlapösszeg alapján kiszámítjuk az átlagos átmérőt, ennek megfelelő átlagtörzseket döntetünk, azokat részletesen köbözzük, s választékok szerint kimutatott köbtartalmukat az illető vastagsági osztály törzsszámával megszorozzuk. A szerfára vonatkozó eredményeket azután a szokásos osztályozás szerint részletezve mutathatjuk ki.

Példa. Az erdőrészlet területe 1·39 k. hold. A faállomány elegyetlen lucfenyves. A szerfahossz: 70%. A becslési jegyzőkönyv adatait az alábbi kimutatás foglalja magában.

Magyarázatul szolgáljanak a következők: A szabványos választékolás ból kiindulva, úgy alakítottuk a mellmagassági vastagsági osztályokat, amint azt a fentebbi 1. példában mutattuk be. A 2. rovatban az átmérőket még az átlalás megkezdése előtt ilyen csoportosítással jegyeztük elő. A bekiáltott törzseknek megfelelő vonásokat itt az egyszerűség kedvéért elhagytuk s csak az összesített törzsszámot tüntettük fel a 3. rovatban. A 4. rovat a körlapszorzási táblából kiolvasott adatokat, az 5. rovat a vastagsági osztály egész körlapösszegének a törzsszámmal képezett hányadosát, a 6. rovat pedig a körlaptáblából megkeresett megfelelő átmérőt foglalja magában. A 7. rovat azt mutatja, hogy az egyes vastagsági osztályokból hány átlagtörzset döntettünk. Ezek a számok a mi esetünkben igen eltérők, mert az összes törzsszámnak mintegy 3 százalékát kitevő 11 próbatörzset a törzsszám aránya szerint osztottuk meg a vastagsági osztályok között. A 8. és 9. rovat a szakaszos köbözés eredményét, a 10., 11. rovat a 8. és 9. rovat átlagos adatainak a törzsszámmal (3. rovat) kapott szorzatait, végül a 12. és 13. rovat adatainak a területtel (1·39 k. hold) számított hányadosát mutatja ki.

Példa a választékosztályok elkülönítésére

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Szerfa-választékok	Mellmagas. átmérő	A törzsek száma	Körlap-összeg	Átlagos		A döntött próbatörzsek			A faállomány fatömege			
				körlap	mellmag. átm.	mennyi-sége	köbtartalma		összesen		1 k. holdon	
							szerfa	vastag-tűzifa	szerfa	vast. tűzifa	szerfa	vast. tűzifa
	cm		m²		cm	db	köbméter					
24 cm középátmérőig	22	2	0·076	—	—	—	0·921	0·076	—	—	—	—
	24	13	0·588	—	—	—	0·839	0·076	—	—	—	—
	26	12	0·637	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	28	13	0·800	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30	17	1·202	—	—	—	Átlag	Átlag	—	—	—	—
	Össz.:	57	3·303	0·0579	27·2	2	0·880	0·076	50	4	36	3
26—40 cm középátmérővel	32	21	1·689	—	—	—	2·256	0·167	—	—	—	—
	34	33	2·996	—	—	—	2·166	0·143	—	—	—	—
	36	28	2·850	—	—	—	1·900	0·166	—	—	—	—
	38	46	5·217	—	—	—	2·220	0·115	—	—	—	—
	40	32	4·021	—	—	—	1·964	0·177	—	—	—	—
	42	30	4·156	—	—	—	2·165	0·155	—	—	—	—
	44	32	4·866	—	—	—	1·938	0·139	—	—	—	—
	46	25	4·155	—	—	—	2·209	0·195	—	—	—	—
	48	13	2·352	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	50	6	1·178	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	52	13	2·761	—	—	—	Átlag	Átlag	—	—	—	—
	Össz.	279	36·241	0·1299	40·7	8	2·102	0·157	586	44	421	32
41 és több cm középátmérővel	54	8	1·832	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	56	6	1·478	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	58	1	0·264	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	60	2	0·565	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	62	1	0·302	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	64	1	0·322	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	66	1	0·342	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Össz. :	20	5·105	0·2553	56·9	1	4·403	0·325	88	7	63	5
								Főösszeg :	724	55	520	40

Az itt leírt eljárás szélesebbkörű gyakorlati alkalmazása megkívánná, hogy minden fafajra nézve rendelkezzünk olyan tapasztalati táblázatokkal, amilyennek a mintáját a 372. lapon mutattuk be. A kutatóintézetek bő kísérleti anyaga ennek a lehetőségét meg is adja s ezért a kérdés ilyen megoldásának nincsen technikai akadálya. Különösen alkalmas alapot szolgáltatnának ehhez *Flurynak* a lucfenyőre, jegenyefenyőre és bükkre vonatkozó választékolási vizsgálatai.[1]

[1] *Flury:* Untersuchungen über die Sortimentsverhältnisse der Fichte, Weisstanne und Buche (Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, XI. Band, 2. Heft, Zürich, 1916.)

Az is előmozdítaná a táblázatok használatának megbízhatóságát, ha a szerfa középátmérőjének és felső átmérőjének a mellmagassági átmérőhöz való átlagos viszonya az erre hatással levő fontosabb tényezők (sűrűség, magasság, esetleg termőhely) szerint részletezve is ki volna mutatva. Ebben az irányban a kísérleti állomások tevékenységének még tág tere nyílik.

ι) *Hohenadl eljárása*[1]

Hohenadl egészen különleges módon számítja ki egy-egy átlagtörzs átmérőjét a vékonyabb és a vastagabb törzsek csoportjára. Különösen fontosnak tartja a törzsalak és az állományszerkezet gondos figyelembevételét.

Tischendorf szerint *Hohenadl* eljárása tudományos szempontból a legjobban van megalapozva[2], a vele kapcsolatos számítások azonban a leghosszadalmasabbak. Összekapcsolható a fatömegtáblák használatával is.

Részleteire nézve utalunk az idézett irodalmi forrásokra.

c) A fatömeggörbés eljárás

Az eddig leírt eljárások természetéből folyik, hogy a faállomány, illetőleg a vastagsági osztályok átlagfáinak mellmagassági átmérőjét *előre* meg kell határozni s az átlagtörzseket azután eszerint megkeresni, hogy ledöntésük és köbözésük után az illető vastagsági osztály fatömegének a kiszámításához közvetlenül felhasználhatók legyenek. Ezek tehát *valódi átlagtörzsek.*

A most következő becslési módok ezzel ellentétben nem valódi átlagtörzsekkel, hanem kisegítő mintatörzsekkel oldják meg a feladatot. Ezeknek a törzseknek a köbtartalmából nem vonunk *közvetlen* következtetést a vastagsági osztályok fatömegére, hanem az átmérő és a fatömeg közötti kölcsönös vonatkozást az illető állományra nézve a maga egészében derítjük fel s a számsor alakjában kifejezett törvényszerűségre támaszkodva hajtjuk azután végre a szükséges számításokat. Ezek a módszerek tehát szintén faállományszerkezettani alapon állnak, csak más alakban közelítik meg a célt. A fatömeggörbés módszert már az 1840. évi bajor erdőrendezési utasítás leírja.[3] Szerzőjének a neve ismeretlen. 1891-ben

[1] Forstwissenschaftliches Zentralblatt, 1936, 51. lap.

[2] Centralblatt f. d. g. Forstwesen, 1937, 134. lap.

[3] L. *Schüpfer:* Die Entwickelung der Methoden der Holzmassenermittelung stb. (Forstw. Zentralblatt, 1904, 22. lap.)

Kopeczky Richard[1] írta le, mint saját módszerét, majd más alakban *Speidel Emil*[2] ismerteti 1893-ban.

Az eljárás lényege az, hogy az átmérők felvétele után a tetszésünk szerint megválasztott és ledöntött próbatörzsek köbtartalma alapján megszerkesztjük a fatömeg kiegyenlítő görbéjét, s arról minden egyes vastagsági fokra nézve külön olvassuk le a megfelelő átlagos köbtartalmat. Ezt szorozzuk a vastagsági fokba tartozó törzsek számával s az így kapott eredményeket összegezzük. A módszer bemutatására a fentebb már többször látott példát használjuk fel.

Példa a fatömeggörbés eljáráshoz

d	N	v	V	d	N	v	V	d	N	v	V	Mintafák	
22	2	0·57	1·1	Áthozat:				Áthozat:				d	v
24	13	0·70	9·1	40	32	2·25	72·0	56	6	4·72	28·3	34	1·556
26	12	0·84	10·1	42	30	2·51	75·3	58	1	5·18	5·2	51	4·174
28	13	1·00	13·0	44	32	2·78	89·0	60	2	5·47	10·9	28	0·913
30	17	1·17	19·9	46	25	3·05	76·3	62	1	5·79	5·8	43	2·787
32	21	1·37	28·8	48	13	2·35	43·6	64	1	6.35	6·4	56	4·342
34	33	1·56	51·5	50	6	3·65	21·9	66	1	6.75	6.7	29	1·086
36	28	1·78	49·8	52	13	4·00	52·0					24	0·760
38	46	2·03	93·3	54	8	4·39	35·1	Ö.:	356	·	805·1	40	2·136
Átvitel:			276·6	Átvitel:			465·2					47	3·000
												31	1·402

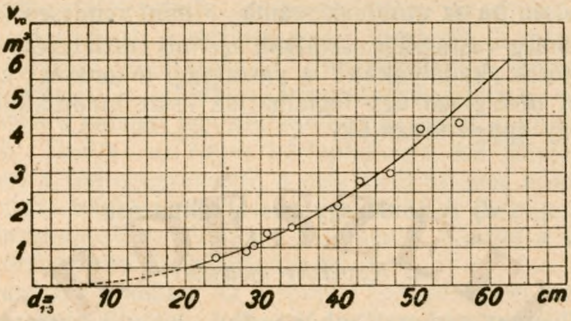
Magyarázat a példához. Az 1. és 2. rovat a törzskiszámlálás eredményét tartalmazza. A 3. rovat kitöltését a fatömeggörbe szerkesztésének kell megelőznie. Ebből a célból különböző vastagságú mintatörzseket választunk ki a faállományból, úgy hogy a legvékonyabb törzsektől a legvastagabbakig nagyjából minden átmenet képviselve legyen. Mennél több a mintatörzsek száma, annál jobban megfelelhetünk ennek a követelménynek. Egyáltalában nem szükséges azonban, hogy a keresés közben határozott méretekhez ragaszkodjunk. Az eljárás egyik legnagyobb előnye éppen az, hogy a próbatörzsek átmérőjének előzetes kiszámítását és ilyen törzsek hosszadalmas keresgélését fölöslegessé teszi. Csak arra kell törekednünk, hogy a próbatörzsek a szélső vastagsági határokon belül kellően megoszoljanak s a függvényrajz szerkesztésekor ne forduljanak elő nagyobb szakaszon olyan hézagok, melyek a görbe meghúzását bizonytalanná tehetnék.

A mi esetünkben 10 mintatörzset döntöttünk. Egyébként az elérni kívánt pontosság mértéke és az erdőrészlet nagysága szerint itt is alkalmazkodhatunk ahhoz az elvhez, hogy a próbatörzsek száma ne legyen kisebb az egész törzsszám 0,1%-ánál s ne legyen nagyobb 1%-nál. Példánkban a méretezés eredményei a fenti táblázat két utolsó rovatában láthatók.

[1] *Kopeczky:* »Über Massenaufnahmen in Versuchsbeständen«. Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1891, 303. lap.

[2] *Speidel:* Beiträge zu den Wuchsgesetzen des Hochwaldes, Tübingen, 1893. Lásd még: Allg. Forst- und Jagdzeitung 1894, 15. lap, 1895, 225. lap. és Erd. Kísérletek 1913, 106. lap.

A fatömeggörbét a 107. ábra mutatja be. A görbe hol a körülkarikázott pontokon magukon, hol közöttük halad, de mindenütt úgy helyezkedik el, hogy a pontvonulat *átlagos* irányát jelölje.



107. ábra. A fatömeggörbe szerkesztése

Erről a görbéről olvastuk le azokat a fatömegadatokat, amelyek a 3. rovatban vannak bejegyezve. A 4. rovat a 2. és 3. rovat szorzata.

Speidel azt ajánlotta, hogy a döntött próbatörzsek (és az esetleg állva mért törzsek) magassága alapján szerkesztessék meg először a magasság görbéje, azután a fatömegtáblából kiolvasott fatömegek szerint készíttessék el a fatömeg vezérgörbéje (iránygörbe). Ez szolgáljon mintául a próbatörzsek alapján szerkesztendő fatömeggörbe meghúzásához. Így kívánta *Speidel* biztosítani azt, hogy a kiegyenlítés mentes legyen az egyéni ítélet hibáitól.

Ez az eljárás tehát az egyszerű fatömeggörbés eljárással szemben munkatöbblettel jár. Csak akkor indokolt az eljárás, ha a próbatörzsek döntésében korlátozva vagyunk s ezért a görbe szerkesztése nagyon bizonytalan. Ha azonban kellő számú próbatörzsünk van (s ezt feltételeznünk kell), a *Kopeczky*-féle alak is teljesen megfelel a kívánalmaknak, sőt egyszerűségénél fogva előnyösebb, mint a Speidel-féle.

Ha a fatömeget *választékok szerint* is részletezni kívánjuk, akkor a fatömeggörbét minden választékra nézve külön-külön kell megszerkesztenünk. Ilyen értelemben ezzel a kérdéssel a régebbi szerzők nem foglalkoztak, de nyilvánvló, hogy a feladat megoldásának nem lehet elvi akadálya.

A fatömeggörbés eljárás határozottan gyakorlatiasabb, mint a vastagsági osztályok előzetes alakítását megkívánó módszerek. Nélkülözhetővé teszi mindazokat a műveleteket, amelyek a vastagsági csoportok elkülönítésével, az átlagos körlap és átmérő meghatározásával és az átlagtörzsek átmérő szerinti felkeresésével járnak. Előnyösen használhatjuk fel mintatörzsül a ledőlt, vagy bármely oknál fogva kivágott törzseket is s ezzel esetleg szintén jelentékeny munkát takaríthatunk meg. A fatömeggörbe pedig a próbatörzsek helytelen megválasztásából eredő hibák kiküszöbölésének sokkal tökéletesebb eszköze, mint a vastagsági osztályok alakítása, különösen ha az utóbbiak száma — mint rendesen — csekély.

A fatömeg vastagsági osztályok szerinti részletezése egyébként itt sem ütközik akadályokba: a vastagsági fokonkint kimutatott fatömegeket *utólagosan* úgy foglalhatjuk össze külön-külön csoportokba, ahogy éppen kívánjuk.

d) A tömegegyenes alkalmazása

a. *Kopetzky módszere* [1]

Az állományszerkezettanból tudjuk, hogy a vastagsági fokok átlagos fatömegei a körlap függvényeképpen ábrázolva *egyenest* adnak.

Példa a tömegegyenes alkalmazására

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
				A döntött próbatörzsek		
Mell-magassági körlap	Törzsek száma	1 törzs köbtartalma	Összes vastag fatömeg	mell-magassági átmérője	körlapja	köbtartalma
m^2		m^3	m^3	cm	m^2	m^3
0·04	16	0·62	9·92	29·0	0·066	1·117
0·06	35	1·01	35·35	24·1	0·046	0·760
0·08	45	1·39	62·55	26·1	0·054	0·813
0·10	53	1·78	94·34	27·2	0·058	0.990
0·12	67	2·16	144·72			
0·14	42	2·55	107·10	Átlag :	0,056	0,920
0·16	35	2·93	102·55			
0·18	26	3·32	86·32	52·4	0·216	4·066
0·20	10	3·70	37·00	52·9	0·220	4·654
0·22	13	4·09	53·17	53·7	0·226	3·531
0·24	7	4·47	31·29	56·5	0·251	4·724
0·26	2	4·86	9·72			
0·28	2	5·24	10·48			
0·30	1	5·63	5·63	Átlag :	0·228	4·244
0·32	1	6·01	6·01			
0·34	1	6·40	6·40			
Összesen:	356	—	802·55			

[1] Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1899, 1900, 1901. Österreichische Vierteljahresschrift für Fortswesen 1902, 1906,

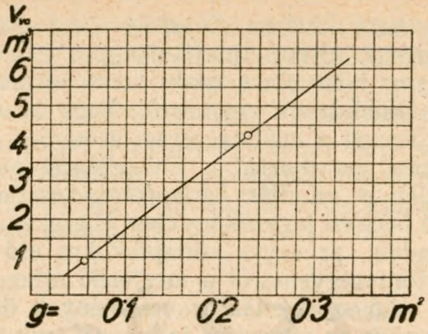
Ezt az egyenest kívánta *Kopetzky* a fatömegbecslés céljaira felhasználni. Lényeges eltérés tulajdonképpen e közt és a *c)* alatt ismertetett módszer közt nincs, alaki szempontból azonban a két eljárás annyiban különbözik egymástól, hogy az egyik a döntött mintatörzsek fatömegét a mellmagassági átmérőre, a másik a mellmagassági körlapra vonatkoztatja. Ehhezképest az utóbbi esetben célszerű az átlalót is mindjárt *körlapfokokra* osztani be vastagsági fokok helyett s a becslési jegyzőkönyvben is ezeket a körlapfokokat jegyezni elő. Tudva az egyes körlapfokokra eső törzsek számát és leolvasván a tömegegyenesről a megfelelő átlagos köbtartalmat, a törzsszámmal való szorzás és az eredmények összegezése útján éppenúgy megkapjuk az állomány fatömegét, mintha a vastagságszerinti fatömeggörbéből indultunk volna ki.

Magyarázat a példához. Az 1. rovat a körlapfokokat tartalmazza. Ezeket éppenúgy előzetesen kell a jegyzőkönyvbe beírni, mint más esetekben a mellmagassági átmérőt. Az átlalóról a körlapfokokat olvassák le és kiáltják be a becslőnek. A bejegyzett vonáskák összegezése adja aztán a törzsszámot körlapfokonként (2. rovat).

A 3. rovat kitöltése csak a tömegegyenes megszerkesztése után történhetik. *Kopetzky* azt ajánlja, hogy az alsó és felső körlapfokokból döntessék több mintatörzs és azoknak az átlagos fatömege alapján vonassék meg a tömegegyenes. A legvékonyabb és a legvastagabb törzsekből azonban — amint a faállományszerkezettanból tudjuk — rendszerint kevés van a faállományban, azért azok felkeresésére sok fáradságba kerül, célszerűbb tehát, ha nem ragaszkodunk ezekhez a szélsőségekhez, s olyan körlapfokokból döntjük a mintatörzseket, amelyekből már nagyobb számú törzs van. Az sem feltétlenül szükséges, hogy az egy csoportba tartozó próbatörzsek ugyanabból a körlapfokból kerüljenek ki. Ehhez a mi példánkban sem ragaszkodtunk. Csak arra kell vigyáznunk, hogy a választott törzsek alakban lehetőleg megfeleljenek a jó próbatörzsekhez fűzött követelményeknek. A vékonyabb és a vastagabb fák közül választott mintafák adatait az 5—7. rovatok tartalmazzák. Mint látjuk, összesen 8 próbatörzset döntöttünk; négyet a vékonyakból, négyet a vastagakból. Az alsó és a felső csoport átlagos körlapja és köbtartalma alapján szerkesztettük meg a tömegegyenest (108. ábra), melyről azután az egyes körlapfokoknak megfelelő vastagfatömegeket leolvastuk [1] és a 3. rovatban beírtuk. A 4. rovatba végül a 2. és 3. rovat adatainak a szorzatát beírtuk.

Ha vastagsági osztályokat kívántunk volna alakítani, ezt is

[1] Számtani haladványról lévén szó, nem is szükséges minden adatot leolvasni, hanem két szélsőséges adat különbségét oszthatjuk a csoportközök számával (a vastagsági fokok száma, minusz 1) s az így kapott különbséget mindig hozzáadjuk az előző köbtartalomhoz.



108. ábra. Kopeczky eljárása a tömegegyenessel

akadály nélkül megtehettük volna. A körlaptábla alapján módunkban áll megállapítani, hogy mely körlapfokok esnek a tervezett vastagsági osztályok határain belül, ezeknek a fatömegeit összegezve megkapjuk a kívánt részletes adatokat. Példánkban az egyszerűség kedvéért csak az összes vastagfatömeget tüntettük fel.

Kopetzkynek ez a módszere elméletileg nagyjából helyes ugyan és gyakorlati végrehajtásának sincs komoly akadálya, mégis kifogásolható célszerűség szempontjából, mert az általánosan megszokott mellmagassági átmérő helyett a körlapot viszi bele a számításba. Ez az átlaló mércéjének különleges berendezését kívánja meg s általában megnehezíti az átmérő szerinti tájékozódást. Már pedig a gyakorlat ehhez igazodik s ettől a megszokott szabálytól nem hajlandó elterni.

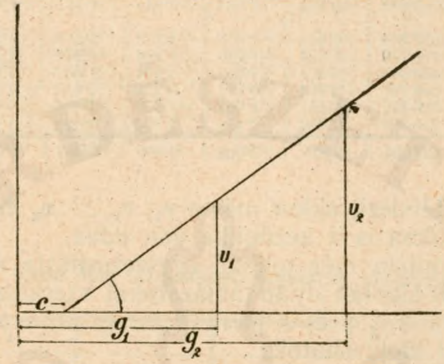
β. Rónai módszere (a tangensfatömegtáblák alkalmazása)[1]

Rónai a dolog lényegében szintén a tömegegyenest alkalmazza, de célszerűbb alakban, mint *Kopetzky*. Abból a tapasztalatból indul ki, hogy a vastagfa tömegegyenese nem a tengelyrendszer 0 pontjában, hanem attól mindig jobbra (*c* távolságban) metszi a fekvőtengelyt 109. ábra), s hogy ez a távolság ugyanarra a fafajra nézve tágabb kor- és termőhelyi határok közt állandónak tekinthető.[2]

[1] Erd. Kísérletek, 1913, 103. lap.

[2] Ez a metszéspont, mint már tudjuk, tulajdonképpen látszatos (fiktív) természetű. A vastagfagörbe kereszteződőpontjának metszéke ugyanis mindig valamivel kisebb kell hogy legyen annál a távolságnál, amely 0·00385 m²-nek felel meg. Ennél a körlapnál (azaz 7 cm átmérőnél) kezdődik t. i. a *vastagfa.* Amikor azonban a törzs ezt a *mellmagassági* körlapot elérte, a mellmagasságon *aluli* rész már egész tömegében a vastagfába tartozik. A *törzsfatömeg* görbéje viszont elméletileg mindig a tengelyrendszer 0 pontja *fölött* halad el és a fekvőtengely negatív részét metszi. Mert *törzsfa* már akkor is van, amikor a mellmagassági körlap 0.

Ha tehát ez a c állandó ismeretes, ezzel már adva van a tömegegyenes egyik pontja s csak még egy másik pont meghatározása szükséges, hogy az egyenest meghúzhassuk. Ezt a pontot úgy kaphatjuk meg, hogy a vastagabb fák közül néhányat ledöntünk, köbözünk, kiszámítjuk körlapjuk és köbtartalmuk átlagát, s ezeknek az összrendezőknek az alapján felkeressük a kérdéses pont helyét a tengelyrendszerben.



109. ábra. *Rónai* tangens fatömegtábláinak elméleti alapja: a tömegegyenes egyik pontja adva van, mert c fafajonként és korcsoportonként ismert érték

Rónai azonban a szerkesztés munkájának és a leolvasásnak az elkerülése céljából más útat választott. Hogy eljárásának lényegét megérthessük, kísérjük figyelemmel a következőket:

109. ábra szerint

$$v_1 = (g_1 - c) \cdot tg\alpha$$
$$v_2 = (g_2 - c)\ tg\alpha$$
$$\vdots$$
$$v_x = (g_x - c)\ tg\alpha \qquad (1)$$

és általában:

$$v = (g - c) \cdot tg\alpha$$

Ebből:

$$tg\,\alpha = \frac{v}{g - c} \qquad (2)$$

A v valamely tetszésszerinti körlap (illetőleg vastagsági fok) átlagos törzsének a köbtartalmát, a g a megfelelő körlapot, c a fentebb említett állandót, α pedig a tömegegyenes hajlásszögét jelenti.

Ha a döntött próbatörzsek alapján valamely faállományra nézve a $tg\,\alpha$ értékét a 2. képlet szerint kiszámítottuk (ez a c állandó

Tangens-értékek	Mellmagassági								
	22	24	26	28	30	32	34	36	38
16·0	0·519	0·634	0·760	0·896	1·041	1·197	1·363	1·539	1·725
16·4	0·532	0·650	0·779	0·918	1·067	1·227	1·397	1·578	1·768
16·8	0·544	0·666	0·798	0·940	1·094	1·257	1·431	1·616	1·811
17·2	0·557	0·682	0·817	0·963	1·120	1·287	1·465	1·651	1·854
17·6	0·570	0·698	0·836	0·985	1·146	1·317	1·499	1·693	1·897
18·0	0·583	0·714	0·855	1·038	1·172	1·347	1·533	1·731	1·941
18·4	0·596	0·729	1·874	1·080	1·198	1·377	1·567	1·770	1·984
18·8	0·609	0·745	0·893	1·052	1·224	1·407	1·602	1·808	2·027
19·2	0·622	0·761	0·912	1·075	1·250	1·437	1·636	1·847	2·070
19·6	0·635	0·777	0·931	1·097	1·276	1·466	1·670	1·885	2·113
20·0	0·648	0·793	0·950	1·120	1·302	1·496	1·704	1·924	2·156
$\Delta a = 0{\cdot}1$	0·003	0·004	0·005	0·006	0·006	0·007	0·009	0·010	0·011

ismeretét is feltételezi) akkor már a $v_1, v_2, \ldots v_x$ értékek meghatározásának a kulcsa is a kezünkbe van adva.

Rónai azonban még jobban egyszerűsítette a dolgot azáltal, hogy az 1. képlet alapján olyan táblázatokat szerkesztett[1], amelyekből a fatömegek a $t_g\,\alpha$ és a mellmagassági átmérő szerint minden számítás nélkül kiolvashatók.

Az említett táblázatoknak a jobb termőhelyen nőtt idősebb lucosokra vonatkozó kivonatát fent mutatjuk be.

Ha ilyen táblázatunk van, még a *tg a* értéket sem kell meghatároznunk, hanem egyszerűen végignézünk a döntött próbatörzsek átlagos átmérőjének megfelelő szembefutó rovaton és felkeressük azt a vízszintes sort, amelyiknek keresztezésénél a próbafák átlagos köbtartalmához legközelebb álló számot találjuk. Ebből a sorból kell azután az egyes vastagsági fokok átlagos fatömegét kiolvasnunk és a megfelelő törzsszámmal megszoroznunk. Mindezt szemléltetően mutatja be az alább közölt példa.

Magyarázat a példához. Az átmérők törzsenkénti felvétele és jegyzőkönyvbe foglalása éppen úgy történik, mint bármely más eljárásnál, tehát a becslési jegyzőkönyv első rovatában nem a körlapfokokat jegyezzük elő (mint azt 1. alatt láttuk), hanem a vastagsági fokokat.

Az átlalás befejezése után a mintatörzsek döntése és köbözése következik. *Rónai* szerint legjobb a mintatörzseket azoknak a fáknak a csoportjából kiválasztani, amelyek 1—2 cm-rel vastagabbak az átlagos vastagságnál. Tudjuk azt, hogy az átlagos átmérő százalékos helye az egész törzsszámnak mintegy 60%-ára esik, ebben a tekintetben tehát nem nehéz gyorsan tájékozódni. Mi 43—45 cm-es próbatörzseket választottunk. Átlagos átmérőjük 44 cm, átlagos vastagfatömegük 2·799 m³ volt (5. és 6. rovat).

Elővéve a tangensfatömegtáblákat és végighaladva a 44 cm átmérőnek megfelelő szembefutó rovaton, azt találjuk, hogy a fentebbi köbtartalmat a 2·812-es szám közelíti meg a legjobban. Ennek a fatömegtáblák első rovata

[1] Németországi kísérleti anyag felhasználásával.

tábláiból (II). $c = 0{\cdot}0056\ m^2$

átmérő cm-ekben									
40	42	44	46	48	50	52	54	56	58
1·921	2·127	2·343	2·569	2·806	3·052	3·309	3·575	3·851	4·138
1·969	2·180	2·402	2·634	2·876	3·128	3·391	3·664	3·947	4·241
2·017	2·233	2·460	2·698	2·946	3·205	3·474	3·723	4·044	4·345
2·065	2·287	2·519	2·762	3·016	3·281	3·556	3·843	4·140	4·448
2·113	2·340	2·587	2·826	3·086	3·357	3·639	3·932	4·236	4·552
2·161	2·393	2·636	2·891	3·156	3·433	3·722	4·022	4·333	4·655
2·209	2·446	2·659	2·955	3·227	3·510	3·805	4·111	4·429	4·758
2·257	2·499	2·753	3·019	3·297	3·586	3·887	4·200	4·525	4·862
2·305	2·552	2·812	3·083	3·367	3·662	3·970	4·290	4·621	4·965
2·353	2·606	2·870	3·148	3·437	3·739	4·053	4·379	4·718	5·069
2·401	2·659	2·929	3·212	3·507	3·815	4.135	4·468	4·814	5·172
0·012	0·013	0·015	3·016	0·018	0·019	0·021	0·022	0·024	0·026

Példa a Rónai-féle tangensfatömegtáblák használatához

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Mell-magassági átmérő	A törzsek száma	A törzs-vastagfa-tartalma	Összes vastagfa-tömeg	A döntött próbatörzsek	
				átmérője	vastagfatartalma
cm		m³	m³	cm	m³
22	2	0·622	1·244	44	2·932
24	13	0·701	9·893	44	2·755
26	12	0·912	10·944	43	2·661
28	13	1·075	13·975	45	2·849
30	17	1·250	21·250	Átlag :	
32	21	1·437	30·177	44	2·799
34	33	1·636	53·988		
36	28	1·847	51·716		
38	46	2·070	95·220		
40	32	2·305	73·760		
42	30	2·552	76·560		
44	32	2·812	89·984		
46	25	3·083	77·075		
48	13	3·367	43·771		
50	6	3·662	21·972		
52	13	3·970	51·610		
54	8	4·290	34·320		
56	6	4·621	27·726		
58	1	4·965	4·965		
60	2	5·321	10·642		
62	1	5·689	5·689		
64	1	6·069	6·069		
66	1	6·461	6·461		
Összesen :	356	—	819·011		

szerint 19·2 tangensérték felel meg. Ha a tangenst a 2. képlet szerint határoztuk volna meg, az a mi esetünkben

$$tg\, \alpha = \frac{2{\cdot}799}{0{\cdot}1521 - 0{\cdot}0056} = 19{\cdot}1 \text{ volna.}$$

Ezen az alapon is felkereshettük volna a táblázatnak azt a vízszintes sorát, amelyből azután az egyes vastagsági fokok átlagos fatömegét kell kiolvasni. (3. rovat.) A 4. rovat adatait a 2. és 3. rovat összeszorzása adja (példát l. a 383. lapon).

Ha a kiszámított tangensérték az első rovatban megadott tangensértékek egyikével sem egyezik, közbesítésnek van helye. Ezt megkönnyítik a táblázat alján található s 0·1 tangenseltérésnek ($\triangle_a = 0{\cdot}1$) megfelelő fatömegigazítások. A mi példánkban ezt a közbesítést mellőztük.

Rónai eljárása igen gyakorlatias, mert semmiféle szerkesztést nem kíván, mint pl. az *a* alatti módszer. A döntendő próbatörzsek száma is kisebb lehet, mert hiszen a tömegegyenesnek csak egy pontját kell meghatározni. De azért óvakodnunk kell attól, hogy igen kevés próbatörzset döntsünk, mert az a legtöbb esetben a pontosság rovására esnék. A próbatörzsek számát az összes törzsszám 0,1 %-ánál mélyebbre leszállítani nem tanácsos, de ha nagyobb pontosságot kívánunk ½%-ig vagy még magasabbra is fel kell mennünk. A mintafák kiválogatásában azonban a már ismert alapelvek tartandók szem előtt.

Teljes tangensfatömegtáblák eddig a luc-, jegenye- és erdeifenyőről készültek, a bükkre, tölgyre és az égerre nézve azonban csak 60 éves korig használható táblázataink vannak. Az idősebb lombfaállományok tömegvonala ugyanis már annyira eltér az egyenestől, hogy a reájuk vonatkozó táblázatokat a pontosság veszélyeztetése nélkül nem lehetett a tűlevelűekéhez hasonló alapon szerkeszteni.

Rónai tangensfatömegtábláit megtalálhatjuk *Fekete Zoltán* Erdőmérnöki Segédtábláiban és az új Erdészeti Zsebnaptárban is. A hellyel való takarékoskodás miatt ott a táblák berendezése az eredetiekhez képest némileg módosult. Ezeknek használati módját az ott található utasítás világítja meg.

2. *Becslés próbatörzsek döntése nélkül*

Általános szemléletek

A próbatörzsek átmérőjének a kiszámítása, a megfelelő fák felkeresése, kiválogatása, ledöntése, köbözése, sok munkával és időfelhasználással jár. Ha pedig — időkímélés céljából — csak kevés próbafát vágatunk, a becslés pontosságát veszélyeztetjük. Ezek a hátrányok már régen arra indították mind a gyakorlat, mind az elmélet szakművelőit, hogy azok kiküszöbölésére alkalmas becslési módokat eszeljenek ki. De sokszor a gyakorlati gazdaságosság szempontjából is kívánatossá válhatik azoknak a módszereknek az alkalmazása, amelyek a próbatörzsek döntését mellőzik. Elképzelhető pl., hogy az erdőrendezési becslések alkalmával százszámra döntött, nagy területen szétszórtan heverő fák számbavétele, nyilvántartása és értékesítése milyen terhes munkát ró az erdőgondnokságra és éppen azért milyen fokozott gyakorlati értéket kell tulajdonítanunk annak az eljárásnak, amely — lehetőleg a pontosság feláldozása nélkül — módot ad a szóbanforgó hátrányok elkerülésére.

A második szakaszban megismerkedtünk az *állófák* köbözésének a módjaival. Foglalkoztunk többekközt az alakszám és a fatömegtáblák használatával. Már ott rámutattunk arra, hogy ezek a tapasztalati táblázatok nem annyira *egyes* törzsek, mint inkább egész faállományok fatömegének a megbecslésére alkalmasak. A most következő rész azok gyakorlati alkalmazását tárgyalja.

a) *A faállományalakszám alkalmazása*

A faállományszerkezettanból tudjuk, hogy $V = G \,.\, H \,.\, F$. A G-t, azaz a faállomány körlapösszegét a mellmagassági átmérők számbavétele után a körlapszorzási tábla segítségével határozzuk meg, amint arról előbb már többször volt szó. A H-t, az átlagos magasságot szintén meg tudjuk határozni (lásd a faállományszerkezettani részt, 277. lap). Az F-et, a faállomány alakszámát pedig megfelelő alakszámtáblázatból olvassuk ki. Ilyen alakszámokat az újabb fatermési táblákban is találunk s ezeket célszerűen felhasználhatjuk. Ekkor azonban ismernünk kell a koron kívül az illető erdőrészlet termőhelyi minőségét is, mert a fatermési táblák, mint minden más adatot, a faállományalakszámot is termőhelyi osztályok szerint részletezve mutatják ki.

1. példa. Az a fenyves, melyet eddigi példáink túlnyomó részében mintául választottunk, a legjobb termőhelyen áll s kora 98 év. *Schwappach* lucfenyő-fatermési táblái szerint [1] az I. termőhelyi osztályon a faállomány vastagfa-alakszámai a következők:

Kor (év):	20	30	40	50	60	70	80	90	100
F_{va}:	0·192	0·399	0·475	0·505	0·512	0·498	0·480	0·467	0·456

A mi példánkban alkalmazandó legközelebb álló alakszám tehát:

$$F_{va_{100}} = 0{\cdot}456.$$

Becslési jegyzőkönyvünk szerint $G = 44{\cdot}649$ m² és az átlagos magasság, néhány közepes átmérőjű állótörzs mérési adataiból kiszámítva: $H = 40$ m.

[1] Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände in Preussen, Neudamm, 1902.

Eszerint a vastagfatömeg:

$$V = 44{\cdot}649 \times 40 \times 0{\cdot}456 = 814 \text{ m}^3$$ [1]

2. példa. A 330. lapon közölt törzsfelvételi eredmények és a német kísérleti állomások alakszámtáblázataiból kiolvasott adatok a következők:

1. Lucfenyő:	2. Bükk:
Körlapösszeg: 80·333 m²	Körlapösszeg: 25·931 m²
Átlagos mellmag. átm.: 30·1 cm	Átlagos mellmag. átm.: 28·4 cm
Átlagos magasság: 27 m	Átlagos magasság: 25 m
Vastagfaalakszám: 0·49	Vastagfaalakszám: 0·50

Az átlagos magasságot az állófákon végrehajtott magasságmérések eredményéből számítjuk ki.

A faállomány vastagfatömege a fentebbiek alapján a következő:

1\. Lucfenyő: $V_{va} = 80{\cdot}333 \times 27 \times 0{\cdot}49 = \mathbf{1063\ m^3}$

2\. Bükk: $V_{va} = 25{\cdot}931 \times 25 \times 0{\cdot}50 = \mathbf{324\ m^3}$

Meghatározhatnók a fatömeget úgy is, hogy mindenekelőtt megrajzolnók a magasságok görbéjét, arról leolvasnók minden vastagsági fokra vagy osztályra az átlagos magasságot, eszerint kiolvasnók az alakszámtáblázatból a megfelelő alakszámot, s minden vastagsági fokra vagy osztályra külön-külön számítanók ki a köbtartalmat, mégpedig akár az előbb ismertetett módon, akár úgy, hogy először egy törzs átlagos köbtartalmát állapítanók meg, s azt a megfelelő törzsszámmal megszoroznók. Ez azonban hosszadalmas eljárás volna. Ehelyett sokkal célszerűbb *fatömegtáblákat* alkalmazni, amint azt alább fogjuk látni.

A faállományalakszámmal való becslés elméletileg egészen helyes alapon áll. Hogy azonban gyakorlatilag megfelelő eredményeket szolgáltat-e, az főképpen az alkalmazott alakszám helyes megválasztásától függ. Minthogy pedig az utóbbira különféle tényezők vannak hatással (241. lap), ettől az eljárástól csak akkor várhatnánk kifogástalan eredményt, ha egyrészt helyesen tudnók ezeket a hatótényezőket minden fennforgó esetben megítélni, másrészt az alakszámtáblázatok is elég részletesek volnának ahhoz, hogy belőlük a viszonyoknak leginkább megfelelő alakszámot kiválaszthassuk. Ezeknek a feltételeknek azonban ritkán tudunk tökéletesen megfelelni s azért legalábbis a gyakorlatiasság követelményeit kielégítő egyszerűbb alakban, csak a pontosság iránti igényeink megfelelő mérséklésével alkalmazhatjuk a fatömegbecslésnek ezt a módját.

Nagy átlagban azonban így is jó eredményeket érhetünk el. Ennek az eljárásnak tehát főképpen akkor vehetjük hasznát, ha nem annyira az *egyes* faállományok pontos fatömegének, mint

[1] Ez az eredmény a legpontosabban meghatározott fatömegtől (806 m³) csak + 1%-kal tér el.

inkább egész faállománycsoportok *összes* fatömegének meghatározásáról van szó. Ilyenkor ugyanis számíthatunk a különböző értelmű eltérések kiegyenlítődésére. Ebben a tekintetben a német erdőrendezés igen kedvező gyakorlati eredményeket tud felmutatni.

A választékarány közvetlen megítélésére az alakszám csak azokon a határokon belül alkalmas, amelyeken belül az alakszámok közt egyáltalában megkülönböztetéseket szoktunk tenni (összesfa, vastagfa).

b) A fatömegtáblák alkalmazása

α. A közönséges eljárás

A III. szakaszban foglaltakból tudjuk már, hogy a fatömegtáblák és az alakszámok használatának az alapelve azonos, de az utóbbiak használata kevésbbé gyakorlatias, mert több munkával jár. Ezért a faállományok becslésében is előnyt kell adnunk a fatömegtábláknak, amelyeket azonos munka és időfelhasználással a részletekre jobban kiterjeszthetjük, mintha alakszámokkal dolgoznánk. Amint egyébiránt az alakszámot, úgy ezeket is többféle módosulat szerint alkalmazhatjuk, tehát akár az állományátlagtörzs, akár az egyes vastagsági osztályok (vagy vastagsági fokok) átlagos törzsének a köbtartalmát határozhatjuk meg velük, hogy aztán azt a törzsszámmal szorozva, az illető törzscsoport egész fatömegét kapjuk. Az alábbiakban a legrészletesebb eljárással fogunk megismerkedni, mint amelynek az alkalmazása mindenkor ajánlatos, ha nagyobb pontosságot kívánunk elérni akár az egész fatömegben, akár a vastagsági osztályokon belül. A gyakorlat rendszerint ezt a módozatot alkalmazza.

Az átmérők felvételére és jegyzőkönyvbefoglalására nézve az általános szabályok irányadók. Minthogy azonban az átlagos köbtartalmat minden vastagsági fokon belül meg kell szorozni a törzsek számával, az időmegtakarítás szempontjából igen kívánatos, hogy a tágabb kikerekítés előnyeit lehetőleg kihasználjuk és a vastagsági fokok fölösleges részletezését mellőzzük. Az idősebb erdőrészletekben bátran alakíthatunk 4—5 cm-es vastagsági fokokat is.

Az átlalás befejezése után (vagy esetleg közben is) adatokat kell szereznünk a magasság görbéjének a szerkesztéséhez. Ebből a célból megmérjük fafajonként 20—30, különböző vastagságú törzsnek a magasságát és mellmagassági átmérőjét és a görbét a becslési jegyzőkönyvhöz fűzött milliméterpapiroson megrajzoljuk. Ha egyik-másik fafaj csak igen alárendelt mennyiségben fordul elő, vagy ha több fafaj egyöntetű növekedést mutat (pl. a lucfenyő és a jegenyefenyő), akkor nem szükséges mindegyikre nézve külön magassági görbét szerkeszteni.

A kiegyenlítő görbéről azután leolvassuk az átlagos magasságot minden vastagsági fokra s a fatömegtáblából kiolvassuk az egy törzsre eső átlagos köbtartalmat. Ezt szorozva a megfelelő törzsszámmal, majd a vastagsági fokonként kapott eredményeket összegezve, kapjuk a faállomány egész fatömegét. (T. i. azét a választékét, amelyre a fatömegtáblák vonatkoznak.) A következő példánk mindezt közelebbről világítja meg.

Példa a fatömegtáblák használatához

1.	2.	3.	4.	5.	6. A mintafák							
Mell-mag. átmérő	A törzsek száma	Átlagos magasság	1 törzs köbtartalma	Összes vastagfatömeg	átmérője	magassága	átmérője	magassága	átmérője	magassága	átmérője	magassága
cm		m	m³	m³	cm	m	cm	m	cm	m	cm	m
20	2	31	0·50	1·00	26	33·0	34	38·0	42	40·5	50	42·0
25	28	34	0·83	23·24	26	37·0	36	37·0	42	44·0	57	39·0
30	42	36	1·24	52·08	27	34·0	36	37·5	44	42·0	52	44·0
35	77	38	1·73	133·21	28	35·0	36	40·0	45	48·0	58	41·0
40	91	40	2·30	209·30	28	37·5	38	37·0	46	40·0	58	45·5
45	67	41	2·91	194·97	29	36·0	38	40·0	48	39·0	58	48·0
50	25	42	3·58	89·50	30	34·5	38	42·0	48	41·0	61	44·5
55	19	44	4·41	83·79	30	36·5	39	38·0	48	42·5	56	45·0
60	2	44	5·14	10·28	31	36·0	40	38·0	48	45·0	60	42·5
65	3	45	6·02	18·06	33	39·5	40	41·0	50	39·0	—	—
Össz.:	356	—	—	815·43	—	—	—	—	—	—	—	—

Magyarázat a példához. Az 1. rovat 5 cm-es kikerekítéssel tünteti fel a vastagsági fokokat. Az átlaláshoz legjobb ilyenkor a kikerekítő átlalót használni (33. ábra 104. lap). A 3. rovat adatait a magasság görbéjéről olvastuk le (110. ábra). A görbe szerkesztéséhez 39 törzs megmért magasságát használtuk fel. Az ezekre vonatkozó adatokat a 6. rovat foglalja magában.

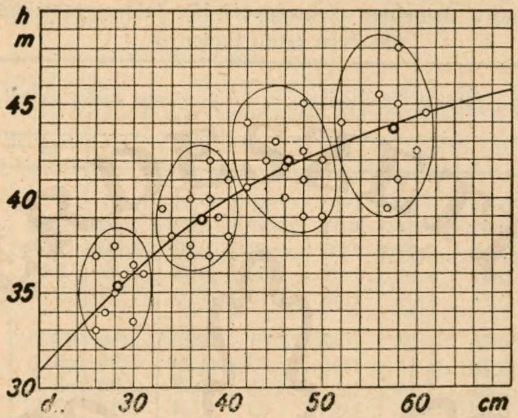
A 4. rovat adatait a *Grundner—Schwappach*-féle fatömegtáblának a 60 éven felüli lucfenyő-vastagfatömegre vonatkozó részéből olvastuk ki (102. lap). Ennek a kivonatát itt szintén bemutatjuk. Az 5. rovat 2. és 4. rovat szorzatait tartalmazza.

A fatömegtáblákkal való becslés a leggyakorlatiasabb eljárások közé tartozik s ezért különösen az erdőrendezési becslések szempontjából igen fontos. De általában mindenkor előnyösen alkalmazható, ha gyorsaságra, idő-, munka- és költségkímélésre törekszünk.

A szerző kísérletei[1] szerint a fatömegtáblák alkalmazása

[1] Erdészeti Kísérletek, 1914, 291. lap.

a döntött átlagtörzsekkel való becsléssel szemben a törzskiszámlálás esetén nagy átlagban mintegy 10—30%, a próbateres eljárásokkal kapcsolatban pedig 40—50% *időmegtakarítással* jár. Ugyanilyen, sőt esetleg még kedvezőbb a kettő közti viszony a *költségmegtakarítás* szempontjából.



110. ábra. A magasság görbéjének szerkesztése

Ami a fatömegtáblákkal elérhető *pontosság* mértékét illeti, a tapasztalatok erre nézve is megnyugtatók. Ha a faállományok a sűrűség tekintetében nem térnek el *túlságosan* azoktól a faállományoktól, amelyekből a német kísérleti állomások a fatömegtáblák készítéséhez felhasznált anyagot gyűjtötték, akkor a *Grundner—Schwappach*-féle táblázatok útján többnyire igen kielégítő pontosságú eredményeket érhetünk el.

Az előbb említett hazai kísérletek 44, különböző nagyságú és sűrűségű, nagyobbrészt elegyes, középhegységi erdőrészletre terjeszkedtek ki s a nagyszámú próbatörzs döntésével, illetőleg a fatömegtáblák segítségével megbecsült fatömegek *összege*[1] közt csak —0,6% eltérés mutatkozott. A fafajok szerint részletezett fatömegek közt a különbségek a következők voltak:

1. tölgy	+0·5%
2. bükk és gyertyán	—1·1%
3. jegenyefenyő	—1·9%

A három egyenlő fatömegű vastagsági osztályokba sorozott fatömegek pedig az alábbi eltéréseket mutatták:

I. vastagsági osztály	+1·6%
II. « «	+0·6%
III. « «	—3·3%

[1] 146,833 m^3, illetőleg 145,984 m^3.

Látjuk, hogy az eredmények egészbenvéve kitűnőek, s hogy ezek által bebizonyítottnak tekinthető, hogy a német fatömegtáblák szabályszerű gazdálkodás esetén, a mi viszonyaink közt is alkalmazhatók. Hasonló eredményre jutott *Muzsnay Géza* a lucfenyvesekre nézve.[1]

Kivonat a Grundner—Schwappach-féle fatömegtáblákból

(60 éven felüli lucfenyő)

Magasság	A vastagfatömeg köbméterekben, ha a mellmagassági átmérő centiméterekben									
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
26	0·42	0·64	0·90	1·20	1·51	1·85	2·21	2·58	2·98	3·41
27	0·44	0·67	0·94	1·24	1·57	1·93	2·30	2·69	3·10	3·54
28	0·45	0·69	0·97	1·29	1·63	2·00	2·39	2·79	3·22	3·68
29	0·47	0·71	1·01	1·33	1·69	2·08	2·48	2·90	3·34	3·81
30	0·48	0·74	1·04	1·38	1·75	2·15	2·57	3·00	3·46	3·95
31	0·50	0·76	1·07	1·42	1·81	2·22	2·66	3·11	3·58	4·09
32	0·52	0·79	1·11	1·46	1·86	2·29	2·75	3·21	3·70	4·24
33	—	0·81	1·14	1·51	1·92	2·37	2·84	3·32	3·83	4·38
34	—	0·83	1·17	1·55	1·97	2·44	2·93	3·43	3·95	4·52
35	—	0·85	1·21	1·60	2·02	2·51	3·02	3·53	4·07	4·66
36	—	—	1·24	1·64	2·09	2·58	3·10	3·64	4·19	4·80
37	—	—	1·27	1·68	2·14	2·64	3·18	3·75	4·32	4·94
38	—	—	1·30	1·73	2·19	2·71	3·26	3·85	4·44	5·08
39	—	—	—	1·77	2·25	2·78	3·34	3·94	4·57	5·22
40	—	—	—	1·81	2·30	2·85	3·42	4·04	4·69	5·36
41	—	—	—	—	2·35	2·91	3·50	4·14	4·81	5·51
42	—	—	—	—	2·41	2·98	3·58	4·24	4·92	5·64
43	—	—	—	—	—	3·05	3·66	4·33	5·03	5·77
44	—	—	—	—	—	—	3·74	4·41	5·14	5·89
45	—	—	—	—	—	—	—	—	5·25	6·02

Egyes erdőrészletek, különösen ha azok különleges természetűek (pl. hosszabb idő óta nagyon gyér állásúak), természetesen jóval nagyobb eltéréseket is mutathatnak. Tájékozásul álljanak itt a szerző kísérleteinek eredményei:

Az erdőrészletek összes fatömegében nagyobb volt az eltérés:

	5	10	15	20%-nál
az esetek	43	16	5	0%-ában.

Ezek a megfigyelések mindenesetre arra intenek, hogy ott, ahol nagyobb biztosságra van szükségünk, s különösen ahol a fa-

[1] Erdészeti Kísérletek, 1933, 1—18. lap.

fajok és a vastagsági osztályok szerint részletezett fatömegek pontossága iránt is nagyobb követelményeket támasztunk, óvakodjunk a fatömegtáblák korlátlan alkalmazásától s csak szabályos összetételű faállományok becslésére használjuk azokat; másrészt azonban azt is bizonyítják, hogy nagyobb terjedelmű faállománycsoportok *összes* fatömegének a kipuhatolására a fatömegtáblák kiválóan alkalmasak s ezért méltán megérdemlik, hogy mennél szélesebb körben karoltassanak fel.

Használhatjuk a fatömegtáblákat úgy is, hogy az átlagos fatömeget nem vastagsági fokonként, hanem csak a *faállományátlagtörzsre* vonatkozólag olvassuk ki s ezzel szorozzuk meg a törzsszámot. Ez ellen a megoldás ellen sem lehet elvi kifogást tenni s megfelelő óvatossággal így is jó eredményeket érhetünk el.[1] Munkatöbbletet okoz azonban ilyenkor a körlapösszegek meghatározása és az átlagtörzs átmérőjének kiszámítása. A fatömegtáblák közönségesen szokásos használatának egyik előnye éppen ennek a munkának a megtakarítása. Viszont időt nyerünk azáltal, hogy a törzsszámmal nem kell a szorzást minden vastagsági fokon belül elvégeznünk, s hogy az átlagtörzs magasságának meghatározásához kevesebb mérésre van szükségünk, mintha az egész magassági görbét kellene megszerkesztenünk.

Önként értetődik, hogy az átlagtörzzsel való számítást az esetleges vastagsági *osztályokon* belül is használhatjuk.

Mindent egybevetve, mégis ajánlatosabbnak látszik a fatömegtáblákat úgy alkalmazni, ahogy azt a fentebbi példában leírtuk, mert így jobban hozzáilleszkedhetünk a faállomány valóságos szerkezeti adottságaihoz.

Vastagsági osztályokat szükség esetén *utólagosan* is tetszésünk szerint alakíthatunk.

β. Busse eljárása[2]

Busse a *Grundner—Schwappach*-féle fatömegtáblák adatai alapján valamennyi fafajra *egyetlen* átlagos vastagfagörbét szerkesztett, az átmérő függvényeképpen. Így a kiegyenlítő görbéről leolvasott számsorban a lehető legegyszerűbb fatömegtáblához jutott.

Ennek az adatait megszorozva 1—10 000-rel, szerkesztette a *fatömegszorzási tábláit.* Ezekben a fatömegek egészszámra kikerekítve találhatók meg (lásd a kivonatot).

[1] Adalékok az akácállományok becsléséhez, *Kovács Ernő* (Erd. Lapok, 1938, 445. lap.).

[2] Massen-Multiplikations-Tafel. Tharandt 1932.

Kivonat Busse fatömegszorzótábláiból

Törzs-szám	Mellmagassági átmérő (cm)											
	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
	vastagfa köbméterekben											
21	6	10	15	21	27	35	43	53	63	74	86	98
22	7	11	15	22	28	36	45	55	66	78	90	103
23	7	11	16	23	30	38	47	58	69	81	94	107
24	7	12	17	24	31	40	49	60	72	85	98	112
25	8	12	18	24	32	41	51	63	75	88	102	117
26	8	12	18	25	34	43	53	65	78	92	106	121
27	8	13	19	26	35	44	55	68	81	95	110	126
28	9	13	20	27	36	46	57	70	84	99	114	131
29	9	14	20	28	38	48	59	73	87	102	118	135
30	9	14	21	29	39	49	61	75	90	106	132	140

Minthogy azonban a fatömeg nemcsak a mellmagassági átmérőtől, hanem a magasságtól is függ és mert ez a fafaj természetével is vonatkozásban van, ezért *Busse* tábláitól csak akkor várhatunk megbízható eredményt, ha ennek a tényezőnek a figyelembevételével megfelelő kiigazításokat végzünk. Az idézett munka ezeket a helyesbítő adatokat százalékokban adja meg. (Lásd a második kivonatot.)

Kivonat Busse kiigazító táblázatából

Tölgy

Mell-magasság átmérő	Magasság	— jelű eltérés méterekben[1]									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
cm	m	igazítás százalékokban									
20	17	—15	—20	—25	—30	—35	—40	—45	—50	—55	—60
24	20	— 5	—10	—15	—20	—25	—30	—35	—40	—45	—50
28	22	+ 0	— 5	—10	—15	—20	—20	—25	—30	—35	—35
32	24	+ 0	— 5	— 5	—10	—15	—15	—20	—25	—30	—30
36	26	+ 5	— 0	— 5	— 5	—10	—15	—15	—20	—25	—30
40	26	+ 5	— 0	— 5	— 5	—10	—15	—15	—20	—25	—30
44	26	+ 5	— 0	— 5	— 5	—10	—15	—20	—20	—25	—30
48	27	+ 0	— 5	— 5	—10	—15	—15	—20	—25	—25	—30
52	27	+ 0	— 0	— 5	—10	—10	—15	—20	—20	—25	—30
56	27	+ 0	— 5	— 5	—10	—15	—15	—20	—20	—25	—30
60	27	+ 0	— 5	— 5	—10	—15	—15	—20	—20	—25	—30
64	28	+ 5	— 0	— 5	— 5	—10	—15	—15	—20	—25	—25

[1] A + és a — jelű eltérések kiigazítására külön-külön táblázat szolgál.

A táblázat használatát az alábbi példa világítja meg:

Példa Busse eljárásához

Fafaj: tölgy

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Mell-magassági átmérő	Törzsszám	Magasság	Tömeg-szorzat	Igazítás	Vastagfa
cm	db	m	m^3	%	m^3
20	5	12	2	—40	1
24	15	13	7	—40	4
28	27	15	19	—30	10
32	35	17	34	—25	26
36	26	18	34	—25	26
40	28	19	46	—20	37
44	25	20	51	—20	41
48	11	20	28	—25	21
52	4	21	12	—20	10
56	3	21	11	—20	9
60	3	21	12	—20	10
64	3	21	14	—20	11
				Összesen	206

A mellmagassági átmérők, a törzsszám és a magasságok (példa 1—3. rovat) felvétele úgy történik, ahogy azt *a* alatt írtuk le. A 4. rovat adatait az átmérő és a törzsszám alapján a fatömegszorzótáblából olvassuk ki. Például: 25 db 44 cm-es törzs köbtartalma a fentebb megadott első kivonat szerint: 51 m^3.

A 3. rovatban kimutatott magasság (20 m) a második kivonatban megadott 26 méter magasságnak 6 méterrel alatta marad. Ezért a tömegszorzó táblázat adatát a kiigazító táblázat szerint 20%-kal kell csökkentenünk (5. rov.). Az eredmény: $51 \times 0{\cdot}8 = 40{\cdot}8$ m^3, vagy kikerekítve: 41 m^3 (6. rov.).

Busse eljárása a közönséges fatömegtáblákkal szemben 20%-ig terjedhető időbeli előnnyel jár. Ennek oka a kikerekítésekből adódó lényeges egyszerűsítés és a törzsszámmal való szorzások megtakarítása. Ha azonban számológépünk van, ez az előny elmarad, mert gépszámítással a többjegyű számok összeszorzása is gyorsan megy.

Hempel függvényábrás eljárása[1]

A szerző ezt az eljárást 1922-ben kezdte alkalmazni, majd később tökéletesítette.

Lényege az, hogy a fatömegtábla számsorait rajzábrás alakban alkalmazza.

A 111. ábra a *Grundner—Schwappach*-féle fatömegtáblák alapján készült (helykímélés végett igen kis mércében) s a 60 éven felüli lucfenyő vastagfatömeg-görbéit mutatja be az átmérő és a magasság függvényeképpen. Ezt az ábrát *Hempel* elgondolása szerint átlátszó- (másoló) papirosra kell készíteni. S külön papiroson, de teljesen azonos mércében kell megszerkeszteni a magasságok görbéjét. Ha mármost az átlátszó papirosra szerkesztett rajzot úgy illesztjük rá a magassági görbe rajzára, hogy a két ábra hálózata megfelelően egymásra feküdjék, akkor a magasság görbéjéről bármely vastagsági fokra nézve leolvashatjuk a megfelelő fatömeget. Ez közbesítéssel századköbméter pontosságig történhetik.

A 111. ábrán szakadozott vonal tüntet fel egy ilyen magassági görbét. Az 50 cm-es átmérő metszése például mintegy 3·66 m³-t ad. Természetes, hogy nagyobb mércéjű rajzon a leolvasás is biztosabb.

Alkalmazhatjuk ezt az eljárást úgy is, hogy a magasság görbéjét rajzoljuk beosztott másolópapirosra, s ezt helyezzük rá a fatömegtábla rajzára.

Alkalmazzuk *Hempel* módszerét a már ismert lucfenyvesre. Akkor a becslési jegyzőkönyv alakja a következő lesz:

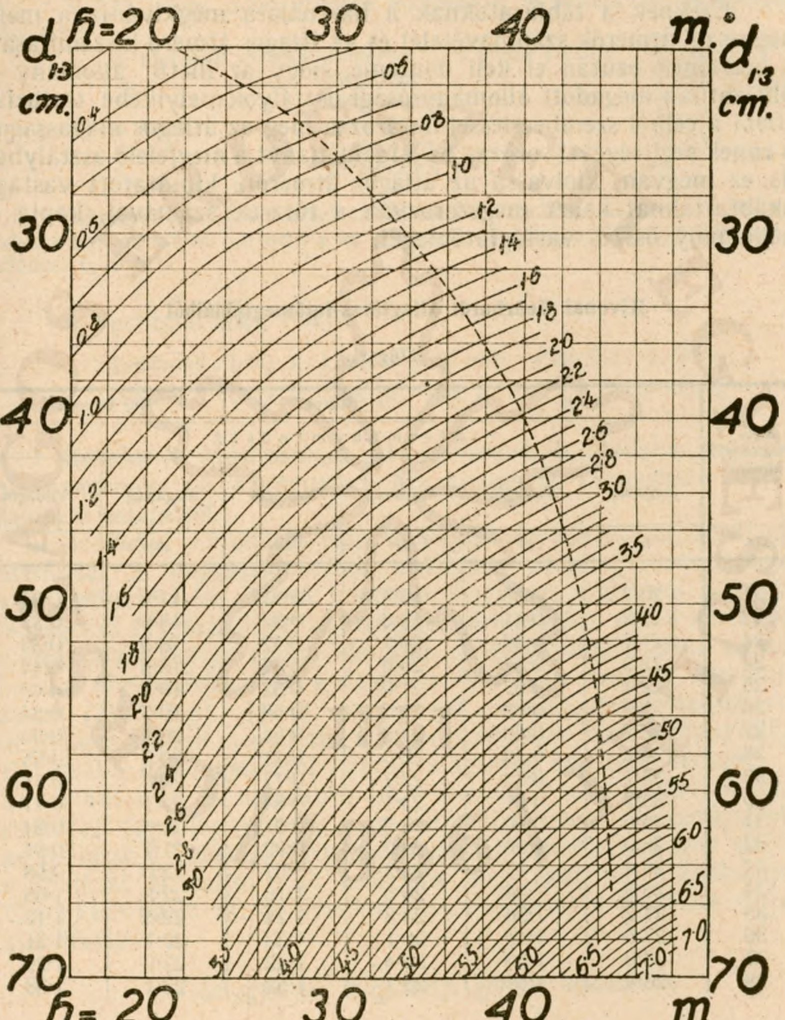
$d_{1 \cdot 3}$ cm	*N*	1 törzs m³	*V* m³
20	2	0·36	0·72
25	28	0·72	20·16
30	42	1·16	48·72
35	77	1·70	130·90
40	91	2·32	211·12
45	67	2·97	198·99
50	25	3·66	91·50
55	19	4·41	83·79
60	2	5·20	10·40
65	3	6·00	18·00
		Összesen:	814·30 m³

Ez az eredmény a 388 lapon kimutatott 815·43 m³-től 0·14%-kal tér el.

Hempel módszere nagyon áttekinthető és előnye még az is, hogy kiküszöbölhetővé teszi a fatömegtáblák darabosságából származó hibákat. A *Grundner—Schwappach*-féle táblázatok, amint

[1] Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1937, 130. lap. (*Tischendorf* ismertetése.)

tudjuk, a magasságot 1 méteres (tehát erős) kikerekítéssel adják. A magassági görbe közvetlen alkalmazásával jobban hozzásimulhatunk a valósághoz. *Tischendorf* szerint, ha ezt az eljárást számológép használatával egyesítjük, s ha a munkát két személy végzi, akkor gyorsaság és megbízhatóság tekintetében első helyen áll.



111. ábra. Hempel eljárása a függvényábrás fatömegtáblával

δ. *Gehrhardt eljárása*[1]

Gehrhardt különleges táblázatokat szerkesztett; ezekből a faállomány átlagos fatömegét közvetlenül ki lehet olvasni. A magasságméréseket s a magassági görbe szerkesztését is fölöslegessé teszik. Táblázatának kivonata alább látható.

Ezeknek a táblázatoknak a használata megkívánja a mellmagassági átmérők számbavételét és az átlagos átmérő kiszámítását. A becslőnek ezután el kell döntenie, hogy az illető állomány a táblázatban megadott állományjósági osztályok melyikébe tartozik. Ebből a célból szembecsléssel határozza meg az átlagos magasságot és ennek segítségével sorozza be a faállományt a megfelelő osztályba. Ha ez megvan, kiolvassa az átlagos átmérőre kimutatott vastagfaköbtartalmat s azt megszorozván a törzsek számával, kapja a faállomány összes vastagfatömegét.

Kivonat Gehrhardt átlagtörzs-fatömegtábláiból

Tölgy

Mell-magassági átmérő	*a)* Jó		*b)* Közepes		*c)* Gyenge	
	állományminőség					
	Magasság	Vastagfa	Magasság	Vastagfa	Magasság	Vastagfa
cm	m	m³	m	m³	m	m³
21	20·7	0·36	19·1	0·33	17·5	0·31
22	21·2	0·41	19·6	0·38	18·0	0·35
23	21·7	0·46	20·1	0·42	18·5	0·39
24	22·2	0·51	20·6	0·47	18·9	0·44
25	22·7	0·57	21·0	0·52	19·3	0·49
26	23·2	0·63	21·5	0·58	19·7	0·54
27	23·7	0·69	21·9	0·64	20·1	0·59
28	24·2	0·76	22·3	0·71	20·5	0·65
29	24·7	0·83	22·7	0·77	20·8	0·71
30	25·2	0·91	23·1	0·84	21·1	0·77
31	25·6	0·99	23·5	0·91	21·4	0·84
32	26·0	1·08	23·9	0·99	21·7	0·91
33	26·4	1·17	24·2	1·07	22·0	0·98
34	26·8	1·26	24·5	1·16	22·3	1·05
35	27·2	1·36	24·8	1·24	22·5	1·12
36	27·6	1·46	25·1	1·33	22·7	1·21
37	28·0	1·56	25·4	1·42	22·9	1·29
38	28·4	1·67	25·7	1·52	23·1	1·38

[1] Massentafeln für Hochwaldbestands-Mittelstämme, Hann.-Münden, 1933.

Példa. Egy tölgyes átlagos átmérőjét 32 centiméternek számítottuk ki, átlagos magasságát pedig 26 m-nek becsültük. A törzsszám: 1142.

A táblázat szerint az állomány az *A* osztályba tartozik s átlagos fatömege 1·08 m³, az állomány összes vastagfatömege tehát:

$$1142 \times 10{\cdot}8 = \mathbf{1233\ m^3}$$

A 330. lapon adott példára alkalmazva, a következő eredményeket kapnók:

A lucfenyő	átlagos	átmérője	a példa	szerint	30	cm
«	«	magassága	«	«	27	m
«	«	törzsszáma	«	«	1130	
A bükk	«	átmérője	«	«	28	cm
«	«	magassága	«	«	25	m
«	«	törzsszáma	«	«	408	

Gehrhardt (itt nem közölt) táblái szerint a lucfenyő az I., a bükk a II. növekedési osztályba tartozik s az előbbinek az átlagos fatömege 0,96 m³, az utóbbié 0,75 m³.

A vastagfatömeg tehát:

Lucfenyő:	$0{\cdot}96 \times 1130 = 1085$ m²	Eltérés:	+ 2·9%
Bükk:	$0{\cdot}75 \times 408 = 306$ «	«	+ 1·0%

Gehrhardt utasításokat ad arranézve is, milyen fogásokat alkalmazzunk, ha a tényleges átlagmagasság lényegesen eltér a táblázat adataitól.

Méltatás. Az eljárás célja a becslés egyszerűsítése. Ilyen egyszerűsítés a magasságmérések mellőzése, illetőleg szembecsléssel való helyettesítése. Ezzel szemben meg kell határozni a körlapösszegeket és kiszámítani az átlagtörzs átmérőjét: ami a közönséges eljárás alkalmazása esetén elmarad. Véleményünk szerint azonban bátran egyszerűsíthetjük a dolgot a *Weise*-féle szabály alkalmazásával (310. lap). Ha a magasságot szembecsléssel ítéljük meg, az átlagos átmérő meghatározásában is élhetünk ezzel a könnyítéssel. Ez inkább megengedhető, mint a magasság egyszerű becslése. De az utóbbi nem is megokolt, mert hiszen a magasságot alkalmas eszközzel aránylag gyorsan meg tudjuk határozni. Nehézséget okoz az is, hogy a valóságos átlagos magasság sok esetben igen eltérhet a táblázat adataitól s ez erőszakos fogásokat tehet szükségessé. Ezért Gehrhardt táblái ilyenkor csak tájékoztató becslések céljaira ajánlhatók.

ε. Az egységes magassági görbék használata

Wiedemann tanár mintegy 30 000 magasságmérés eredményeképpen megállapította, hogy a faállományok átlagos magassági görbéinek a futása nagyon hasonlít egymáshoz. Különösen áll ez az azonos fajtájú és korra nézve nem túlságosan kevert faállományokra.[1]

Ha tehát minden fafajra és tágabb korosztályra megszerkesztjük az átlagos futású görbét, akkor ezeket a *szabványos (egységes, átlagos)* görbéket célszerűen használhatjuk fel az illető csoportba tartozó bármely faállomány magassági számsorának a meghatározásához.

Nem szükséges tehát, hogy minden becsülendő faállományban külön végezzünk magasságméréseket a magassági görbe megszerkesztéséhez, hanem elegendő az *átlagos* magasság meghatározása, a többi vastagsági fok magassági adatait pedig már a megfelelő szabványos görbe szolgáltatja. Ilyen módon tehát a munka egy részét megtakaríthatjuk s a fatömegtáblák használatát lényegesen egyszerűsíthetjük.

Wiedemann szerint Észak-Németország számára legfeljebb 21 görbére van szükség az erdeifenyő, a lucfenyő, a bükk- és a tölgyfaállományok becsléséhez.

Lang erdőmester württembergi adatok alapján (1905 faállomány megvizsgálásának eredményeképpen) megállapította *Wiedemann* elgondolásának helyességét. Sőt az erdeifenyőre, bükkre és tölgyre nézve a korosztályok elkülönítését is fölöslegesnek találta. Azt is igazoltnak látta, hogy az átlagos görbék érvénye igen tág tenyészeti körzetre terjed ki[2]

Mutatóul álljanak itt *Lang* adatai a lucfenyő négy szabványos magassági görbéjéről:

Fafaj: Lucfenyő

Az állomány átlagos magassága	A vastagsági fokok eltérése a középátmérőtől (cm) — ← → +																										
	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
	A magasságok eltérése az átlagos magasságtól (méter) — ← → +																											
19 m-ig	—	—	—	10	8	6	5	3	2	1	0	1	2	2	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7
20—22 m	—	10	8	7	5	4	3	2	1	1	0	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5	6	6
23—28 m	—	10	8	7	5	4	3	2	1	1	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5
29 és több	9	7	6	5	4	3	3	2	1	1	0	0	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4

Amint látjuk, a táblázat nem a magasságokat, hanem a görbe

[1] Über die Vereinfachung der Höhenermittlung bei den Vorratsaufnahmen (Mittheilungen aus Forstwirschaft und Forstwissenschaft 1936, 387. lap).

[2] Bestandes-Einheitskurven der Württ. Forsteinrichtungsanstalt (Allg. Forst- und Jagdzeitung 1938, 168. lap).

rendszálainak az átlagos magasságtól számított *eltérését* tartalmazza. Használatát a következő példából érthetjük meg:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
$d_{1\cdot 3}$	N	Δ_d	Δ_h	h	1 törzs köbtartalma	Összes vastagfatömeg	Megjegyzés
cm		cm	m		m³		
20	2	—20	—9	30	0·48	0·96	Fafaj: lucfenyő
25	28	—15	—6	33	0·81	22·68	
30	42	—10	—3	36	1·24	52·08	$d_{med} = 40$ cm
35	77	— 5	—1	38	1·79	133·21	
40	91	0	0	39	2·25	204·75	
45	67	+ 5	+1	40	2·85	190·95	$h_{med} = 39$ cm
50	25	+10	+2	41	3·50	87·50	
55	19	+15	+3	42	4·24	80·56	
60	2	+20	+4	43	5·03	10·06	
65	3	+25	+4	43	5·77	17·31	
Össz.:	356	—	—	—	—	800.06	

Az 1. és 2. rovat adatait a 388 lapon bemutatott példából vettük át. A 3. rovat azt mutatja, hogy az ellálló vastagsági fokok hány centiméterrel térnek el a faállomány átlagos átmérőjétől, azaz 40 cm-től (lásd a megjegyzések rovatát). A 4. rovatot a *Lang*-féle táblázat utolsó sorának adatai alapján töltöttük ki, mert a faállomány átlagos magassága 29 méternél nagyobb (8. rovat). Ha az itt kimutatott eltéréseket az átlagos magasságból (39 m) levonjuk, illetőleg ahhoz hozzáadjuk, kapjuk az 5. rovat számjegyeit. Most az 1. és 5. rovat adatai alapján kiolvassuk *Grundner—Schwappach* fatömegtábláiból egy törzs vastagfatömegét (6. rovat) s azt szorozzuk a törzsszámmal (2. rov.). A szorzatok összege adja a faállomány egész fatömegét (7. rov.). Ez a fatömeg (kereken 800 m³ a magassági görbe külön megszerkesztésével kapcsolatos eljárás (388 lap) eredményétől (815 m³) csak 1·8%-kal különbözik.

Wiedemann az ellenőrző kísérletek során azt találta, hogy az egységes magassági görbékkel kapott eredmények a legpontosabb eljárásokhoz képest ritkán térnek el többel 2%-nál s egyetlen egy esetben sem 5%-nál. A becsléseknek több mint 50%-ában pedig kisebb volt a hiba 1%-nál. S a fatömegeknek a vastagsági osztályok közti megoszlása sem mutatott tetemesebb eltéréseket.

Az egységes görbékkel kiszámított fatömegek az időszakonként (pl. 5—5 évente) ismétlődő becslések eredményeinek az összehasonlítását is biztosabb alapra fektetik, mintha esetről-esetre új magassági görbét szerkesztünk. Ilyenkor ugyanis a kisebb-nagyobb hibák alig kerülhetők el s azok az összehasonlítás megbízhatóságát csökkentik.[1]

[1] V. ö. a szerző tanulmányával: Az egységes magassági görbék alkalmazása a fatömeg becslésére (Erdészeti Kísérletek, 1943—44, 373. lap).

A görbék természete olyan, hogy az átlagos magasság előtti szakaszuk a neki megfelelő fatömegek tekintetében mindig egyensúlyi helyzetben van az átlag utáni szakasszal. Ezért legalábbis az egész fatömeg kiszámítása szempontjából nincs különösebb káros hatása annak sem, ha egyik szabványgörbe helyett a másikat használjuk a becsléshez. A fődolog: az átlagos magasság helyes meghatározása.

A *szerző* 126 szabályos fejlődésű kocsánytalan tölgyes fatömeggörbéjét szerkesztette meg (5680 magasságmérés alapján) s azokból vezette le a hazai tölgy 5 egységes magassági görbéjét (lásd a fent idézett tanulmányt), mint az átmérőviszonyszámok függvényét. A magasságokat is az átlagos magassághoz mért viszonyszámokkal fejezte ki. Az eredményeket az 1. táblázat foglalja magában, magukat a görbéket pedig a 112. ábra szemlélteti.

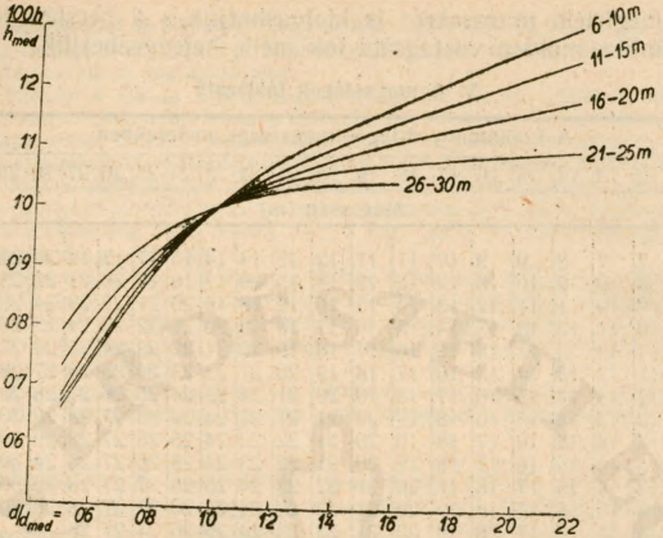
1. A magassági viszonyszámok táblázata

Átlagos magasság	Átmérő — viszonyszámok $\left(\frac{d}{d_{med}}\right)$									
	0·4	0·5	0·6	0·7	0·8	0·9	1·0	1·1	1·2	1·3
m	Magassági viszonyszámok $\left(\frac{h}{h_{med}}\right)$									
6—10	57·3	66·1	74·4	82·1	89·0	94·9	100·0	104·0	107·6	110·6
11—15	57·3	66·5	75·2	83·3	90·1	95·5	100·0	103·4	106·3	108·8
16—20	58·8	68·3	77·1	84·9	91·1	96·0	100·0	102·8	105·2	107·2
21—25	62·9	72·5	80·5	87·0	92·3	96·6	100·0	102·3	104·2	105·6
26—30	71·3	79·3	85·6	90·6	94·5	97·5	100·0	101·7	103·0	103·8

Átlagos magasság	Átmérő — viszonyszámok $\left(\frac{d}{d_{med}}\right)$									
	1·4	1·5	1·6	1·7	1·8	1·9	2·0	2·1	2·2	2·3
m	Magassági viszonyszámok $\left(\frac{h}{h_{med}}\right)$									
6—10	113·4	116·0	118·4	120·9	123·2	125.4	127·6	129·8	131·9	134·1
11—15	111·1	113·2	115·1	117·1	119·0	120.9	122·8	124·7	126·5	128·4
16—20	108·8	110·4	111·7	113·0	114·3	115.6	116·9	118·2	119·5	120·8
21—25	106·6	107·2	107·8	108·8	109·3	109.8	110·3	110·9	111·4	—
26—30	104·3	104·6	105·3	—	—	—	—	—	—	—

A görbék gyakorlati alkalmazására a szerző a következő eljárást ajánlja:[1]

[1] Átvéve a szerző tanulmányából.



112. ábra. A hazai tölgy egységes (átlagos) magassági görbéi (126 kísérlet állomány adatai alapján)

Minthogy a becslési jegyzőkönyvben nem az átmérőviszonyszámok, hanem maguk a mellmagassági átmérők vannak adva, azért, hogy a görbék adatait használhassuk, meg kell határoznunk a megfelelő viszonyszámokat. Ennek a számítási munkának a megtakarítására külön kimutatás szolgál. Rövid kivonatát a 2. sz. táblázaton mutatjuk be.

2. Az átmérőviszonyszám táblázatának rövid kivonata

d_{med} cm	Mellmagassági átmérő (cm)										d_{med} cm
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
10	1·5	2·0	—	—	—	—	—	—	—	—	10
15	1·0	1·3	1·7	2·0	2·3	—	—	—	—	—	15
20	0·8	1·0	1·3	1·5	1·8	2·0	2·3	2·5	—	—	20
25	0·6	0·8	1·0	1·2	1·4	1·6	1·8	2·0	2·2	2·4	25
30	0·5	0·7	0·8	1·0	1·2	1·3	1·5	1·7	1·8	2·0	30
35	0·4	0·6	0·7	0·9	1·0	1·1	1·3	1·4	1·6	1·7	35
40	0·4	0·5	0·6	0·8	0·9	1·0	1·1	1·3	1·4	1·5	40
45	—	0·4	0·6	0·7	0·8	0·9	1·0	1·1	1·2	1·3	45
50	—	0·4	0·5	0·6	0·7	0·8	0·9	1·0	1·1	1·2	50

Ha a d/d_{med} viszonyszámot ilyen módon már meghatároztuk s a faállomány átlagos magasságát is ismerjük, akkor a 3. táblázatból a megfelelő magasságot is kiolvashatjuk s a becslési jegyzőkönyvünkbe minden vastagsági fok mellé bejegyezhetjük.

3. A magasságok táblázata

$\frac{d}{d_{med}}$	A faállomány átlagos magassága méterekben																		$\frac{d}{d_{med}}$
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
	Magasság (m)																		
0·4	7	7	8	9	9	10	11	11	12	13	14	14	15	17	17	19	20	21	0·4
0·5	8	9	9	10	10	12	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	0·5
0·6	9	10	11	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	0·6
0·7	10	11	12	13	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	0·7
0·8	11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	0·8
0·9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	0·9
1·0	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1·0
1·1	12	13	14	15	16	18	19	20	21	21	22	24	24	26	27	28	29	30	1·1
1·2	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1·2
1·3	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1·3
1·4	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	27	27	28	29	30	1·4
1·5	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	27	28	29	30	1·5
1·6	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	27	28	—	—	1·6
1·7	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	—	—	—	—	1·7
1·8	14	15	17	18	19	20	21	21	22	23	24	25	26	—	—	—	—	—	1·8
1·9	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	24	25	26	—	—	—	—	—	1·9
2·0	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	24	25	26	—	—	—	—	—	2·0
2·1	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	25	26	—	—	—	—	—	2·1
2·2	15	16	18	19	20	21	22	22	23	24	25	26	26	—	—	—	—	—	2·2
2·3	16	17	18	19	20	21	22	23	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2·3

Mindezek megvilágítására szolgáljon az alábbi példa.

4. A becslési jegyzőkönyv alakja

$h_{med} = 25$ m
$d_{med} = 30$ cm

$d_{1\cdot3}$	A törzsek száma	$\frac{d}{d_{med}}$	Magasság	Átlagos	Összes
				vastagfatömeg	
cm			m	m³	
15	2	0·5	19	0·160	0·320
20	90	0·7	22	0·344	30·960
25	352	0·8	23	0·575	202·400
30	432	1·0	25	0·907	391·824
35	208	1·2	26	1·296	269·568
40	80	1·3	26	1·709	136·720
45	18	1·5	27	2·258	40·644
50	4	1·7	27	2·809	11·236
Összesen:	1 186	.	.	.	1 083·672

Magyarázat a példához. Legyen egy 100 éves tölgyesnek helyszíni felvétellel meghatározott átlagos magassága 25 m. Az átmérő kikerekítése 5 cm. Meghatározandó a vastagfatömeg.

Először a d/d_{med} viszonyszám rovatát töltjük ki. Ehhez azonban szükségünk van a faállomány átlagos átmérőjének az ismeretére is. Nem szükséges a körlapszorzási táblákat segítségül vennünk, elegendő pontossággal alkalmazhatjuk a módosított *Weise*-féle szabályt is.[1]. A hazai vizsgálatok szerint a tölgyesek átlagos átmérője azokra a törzsekre esik, amelyek a vastagság sorrendjében (a legvékonyabbtól számítva) az összes törzsszám 57%-ában foglalnak helyet. A mi törzsszámunk 1186, ennek 57%-a 676. Ez a 30 cm-es vastagsági fokra esik, tehát $d_{med} = 30$ cm.

Most a 2. kimutatás d_{med} rovatában felkeressük a 30 cm-t s annak oldalt futó során végighaladva, sorban kiírjuk, illetőleg bejegyezzük a becslési jegyzőkönyv d/d_{med} rovatába a megfelelő átmérőviszonyszámokat. Azután a 3. sz. táblázatból kiírjuk a hozzájuk tartozó magasságokat (a 25 m átlagos magasság szembefutó rovatából).

Ha mindez megtörtént, a *Grundner—Schwappach*-féle fatömegtáblát éppen úgy használhatjuk, mintha a magasságokat a helyi görbéről olvastuk volna le.

Méltatás. A szabványos magassági görbék alkalmazásának, amint az ezirányban végzett vizsgálatokból kitűnik, feltétlen létjogosultsága van. Időnyerés szempontjából pedig határozottan előnyös, mert az átlagos magasság megítélése jóval kevesebb magasságmérést kíván meg, mint az egész magassági görbe megszerkesztése.

Alapfeltétele azonban az eljárás megbízhatóságának, hogy az átlaggörbék a faállomány viszonyainak valóban megfeleljenek. Kívánatos volna tehát annak a kísérleti eldöntése, hogy az ilyen görbék érvénye milyen határok közt általánosítható. Valószínű, hogy a német görbék nálunk is jól beválnak.

ζ. A »magassági lépcső« alkalmazása

Az egységes magassági görbék alapján kéregpapirosból olyan lépcsőzetesen kivágott mintát készíthetünk, amelyet a fatömegtábla megfelelő helyére beleillesztve, annak széle fölött minden keresgélés nélkül kiolvashatjuk a különböző vastagsági fokokhoz tartozó átlagos fatömeget. Ezzel az *α*) alatt tárgyalt eljárást egyszerűsíthetjük.

Alkalmazzuk ezt a módszert a 399. oldali példára olyan alakban, amilyenben azt *dr. R. Schober* ajánlotta[2] (Az egyszerűség kedvéért csak vázlatosan).

[1] *Lang* fentebb idézett cikkében azt ajánlja, hogy olyankor, amikor a 60.% két vastagsági fok határára esik, a bükkre és tölgyre nézve a legközelebbi magasabb, a lucra, jegenyefenyőre és különösen az erdeifenyőre nézve az alacsonyabb vastagsági fokot fogadjuk el középátmérőnek.

[2] Formhöchenreihen oder vereinfachtes Massentafelverfahren? (Der Deutsche Forstwirt. 1938, 20. évf. 1113. old.).

h	Mellmagassági átmérő (cm)									
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
m	Vastagfatömeg (m³)									
26	0·42	0·64	0·90	1·12	1·51	1·85	2·21	2·58	2·98	3·41
27	0·42	0·67	0·90	1·24	1·57	1·93	2·21	2·69	3·10	3·54
28	0·45	0·69	0·97	1·29	1·63	2·00	2·39	2·79	3·22	2·68
29	0·47	0·71	0·97	1·29	1·69	2·08	2·48	2·90	3·34	2·81
30	0·48	0·74	0·97	1·38	1·75	2·15	2·57	3·00	3·46	2·95
31	-9	0·76	1·07	1·42	1·81	2·22	2·66	3·11	3·58	4·09
32		0·79	1·07	1·46	1·86	2·29	2·75	3·21	3·70	4·24
33		0·81	1·14	1·51	1·92	2·37	2·84	3·32	3·83	4·38
34		-6	1·17	1·55	1·71	2·44	2·93	3·43	3·95	4·52
35			1·21	1·60	2·03	2·51	3·02	3·53	4·07	4·66
36			1·24	1·64	2·09	2·58	3·10	3·64	4·19	4·80
37			-3	1·68	2·14	2·64	3·18	3·75	4·32	4·94
38				1·73	2·19	2·71	3·26	3·85	4·44	5·08
39				-1	2·25	2·78	3·34	3·94	4·57	5·22
40					0	2·85	3·42	4·04	4·69	5·36
41						+1	3·50	4·14	4·81	5·51
42							+2	4·24	4·92	5·64
43								+3	5·03	5·77
44									+4	+4
45										
46										
47										
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65

A fenti kimutatás nem más, mint a *Grundner—Schwappach*-féle fatömegtábla kivonata. A vonalozott idom pedig a magasság-lépcső, amelyet kéregpapirosból vágtunk ki. Ennek lépcsőzetes széle megfelel (darabosan) a *Lang*-féle szabványos görbe futásának (l. a 398. oldalon lévő kimutatást).

A mi átlagtörzsünk 40 cm vastag és 39 m magas. Ennek megfelelően úgy illesztjük bele a lépcsőt a fatermési táblába, hogy a 0-val jelölt lépcsőfok fölé a két rovat keresztezésében álló szám

(2,25) kerüljön. Ebben a helyzetben minden lépcsőfok fölött annak a számnak kell állania, amely az illető vastagsági fok átlagos fatömegének felel meg. Meggyőződhetünk erről, ha a leolvasott fatömegeket az említett példa 6. rovatával hasonlítjuk össze.

Megfelelő szabványgörbék birtokában ez az eljárás lényeges egyszerűsítést jelent, a gyakorlat számára tehát ajánlható. Minthogy azonban az eredeti Grundner—Schwappach-féle könyvbe a lépcső (a lapszegélyek miatt) nem mindig illeszthető be kellőképpen, kívánatos volna a fatömegtáblákat más alakban nyomni. Házi használatra a kőnyomatos is megfelel.

C) A tömegmagasság alkalmazása

A faállomány fatömegének egyenletét így is írhatjuk

$$V = G\,(HF).$$

Ha a G-t átlalás útján már meghatároztuk, s módunkban van a $H.\ F.$ szorzatot valamely táblázatból kiolvasni, akkor a V-t a fentebbi képlet alapján szintén kiszámíthatjuk.

Szükséges ehhez előzetesen a faállomány átlagos magasságát meghatároznunk s annak megfelelően kikeresni a táblázatból az alkalmazandó tömegmagasságot.

Nyilvánvaló, hogy a tömegmagasság és a fatömegtáblák alkalmazása közt lényegi eltérés nincs.

Mint a tömegmagassággal való becslésnek figyelmet érdemlő különleges alakját, ismertetjük a következő eljárást.

Laer eljárása [1]

W. *v. Laer*, (porosz birodalmi erdőmester) a fatömegtáblák használatát a következő alakban ajánlotta.

A faállomány fatömege tudvalevőleg:

$$V = g \cdot h \cdot f \cdot N$$

Ebben az egyenletben g, h és f az átlagtörzs körlapja, magassága és alakszáma, N pedig a faállomány törzsszáma. Ugyanezt vonatkoztathatjuk minden vastagsági fokra külön-külön is. *Laer* célszerűségi szempontból megfelelőbbnek tartja a fenti képletben szereplő tényezők ilyen csoportosítását:

$$V = (g \cdot N) \cdot (h \cdot f).$$

A $g \cdot N$ szorzatot a körlapszorzási táblából, a $(h \cdot f)$ szorzatot a tömegmagasság táblázatából, a két, zárjelben lévő tényező szorzatát pedig a szorzótáblázatból (Massenmultiplikationstafel) lehet kiolvasni. Ez a fatömeget egész köbméterre kikerekítve adja.

[1] Massenberechnungstafeln für Holzvorratsaufnahmen, Berlin, 1936.

A három táblázatból az alábbiakban adunk töredékes kivonatot:

I. A lucfenyő tömegmagasságai (m)

m	Mellmagassági átmérő (cm)				
	28	32	36	40	44
22	10·9	10·6	10·4	10·1	9·8
23	11·4	11·1	10·9	10·6	10·3
24	11·9	11·6	11·4	11·1	10·8
25	12·4	12·1	11·9	11·5	11·2
26	12·9	12·6	12·3	12·0	11·7
27	13·4	13·1	12·8	12·5	12·2
28	13·9	13·6	13·3	13·0	12·7
29	14·4	14·1	13·8	13·4	13·1

II. Körlapszorzó-tábla

Törzsszám	Mellmagassági átmérő (cm)				
	28	32	36	40	44
27	1·7	2·2	2·7	3·4	4·1
28	1·7	2·3	2·9	3·5	4·3
29	1·8	2·3	3·0	3·6	4·4
30	1·8	2·4	3·1	3·8	4·6
31	1·9	2·5	3·2	3·9	4·7
32	2.0	2·6	3·3	4·0	4·9
33	2.0	2·7	3·4	4·1	5·0
34	2.1	2·7	3·5	4·3	5·2

III. Fatömegszorzó-tábla

Körlap-összeg (m^2)	Tömegmagasság (m)						
	12,0	12,1	12,2	12,3	12,4	12,5	12,6
3·0	36	36	37	37	37	38	38
3·1	37	38	38	38	38	39	39
3·2	38	39	39	39	40	40	40
3·3	40	40	40	41	41	41	42
3·4	41	41	41	42	42	43	43
3·5	42	42	43	43	43	44	44
3·6	43	44	44	44	45	45	45
3·7	44	45	45	46	46	46	47
3·8	46	46	46	47	47	48	48

Példa. Becslési jegyzőkönyvünk szerint a törzsek száma a 36 cm-es vastagsági fokban 30 db, a magassági görbéről leolvasott megfelelő magasság 26 m. Mennyi a vastagsági fok összes vastagfatömege?

Az I. tábla szerint a tömegmagasság ($h \cdot f$) 12,3 m, a II. tábla szerint a körlapszög ($N \cdot g$) 3,1 m, a III. szer.: (Ng), ($h \cdot f$) = 38 m³.

Laer később még tovább fejlesztette az eljárást[1] és részben rajzábrás úton, részben a tábláihoz csatolt keresőkkel lehetővé tette a tömegmagasságok gyors leolvasását. Ezek a keresők kéregpapirosból készült, beosztott csíkok, amelyeken egyenlő távolságban nyílások vannak. Ha az átlagtörzs átmérőjének megfelelő nyílást a tömegmagasság táblázatának kellő száma fölé helyezzük, a többi vastagsági fokra érvényes tömegmagasságot a keresőnyelv nyílásain minden keresgélés nélkül egymás után kiolvashatjuk. A munka végrehajtásának részleteit illetőleg utalunk *Laer* idézett munkájára.

Tischendorf kísérletei szerint[2] *Laer* eljárása a fatömegtáblák szokásos alkalmazásával szemben (számológép nélkül) mintegy 10% időmegtakarítással jár. Pontosság tekintetében azzal nagyjában azonos.

3. *A választékok megbecslése tapasztalati táblázatokkal*

Függetlenül attól, hogy az átmérők megmérése a törzskiszámlálásnak vagy a próbateres eljárások valamelyikének a keretében történt-e, valamint függetlenül attól is, hogy a faállomány egész fatömegét, (vastagfatömegét) próbatörzsek döntésével, vagy anélkül határoztuk-e meg, célszerűen alkalmazhatunk a választékok s különösen a szerfaválasztékok meghatározására kísérleti úton szerkesztett tapasztalati táblázatokat is.

A szerfaválasztékok osztályozása a legtöbb esetben a középátmérő alapján történik. Ha ismerjük a középátmérő és a mellmagassági átmérő kölcsönös vonatkozásait, akkor módunkban van bármely vastagsági fokra nézve megállapítani, hogy az milyen választékosztálynak felel meg a középátmérő szerint. Így a vastagsági fokokat a szabványos választékokkal összhangzásban tudjuk csoportosítani. Erre már adtunk is példát a 371. oldalon. Ott feltételeztük, hogy a fatömeg becslése próbatörzsek döntésével történik s ezek alapján határozzuk meg az egyes választékokra eső részek köbtartalmát is. Az alább közölt eljárás sokkal általánosabb, mert bármely faállományfelvételi móddal kapcsolatba hozható és azonfelül célszerű fogásokat is alkalmaz; ezekkel a választékok elkülönítésének a kérdését aránylag egyszerű alakban oldja meg.

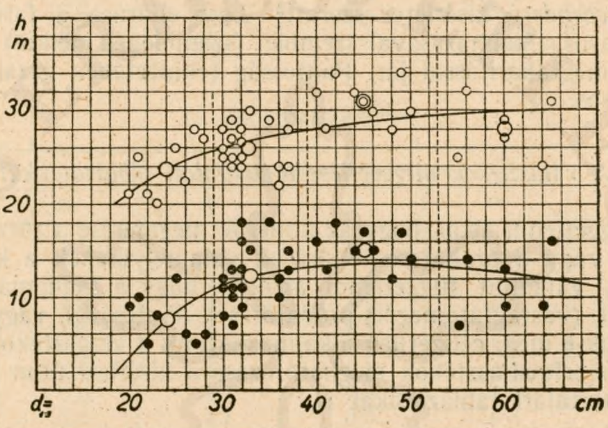
[1] Formhöhenreihen, Berlin 1938.

[2] Die Eignung verschiedener Verfahren der Bestandesmassenermittelung mit Hilfe von Massentafeln (Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1937, 129. old.).

Az eljárás részletei röviden a következők:

1. Mindenekelőtt megátlaljuk a faállományt és az ismert módon jegyzőkönyvbe foglaljuk az eredményeket.

2. A vastagsági fokonként kimutatott törzsszámon kívül megszerzünk minden adatot, amely a faállomány vastagfatömegének a meghatározásához szükséges. Ha a próbatörzsek döntésével kapcsolatosan akarjuk a becslést végrehajtani, legcélszerűbben a fatömeggörbés módszert, vagy *Rónai* tangenstábláit alkalmazzuk. Egyébként használhatjuk a fatömegtáblákat is, mint azt az alábbi példában tettük.



113. ábra. A famagasság és a szerfahossz görbéje (a szerfabecsléshez)

3. Bármely eljárással határozzuk is meg a faállomány vastagfatömegét, meg kell szerkesztenünk a magasság görbéjét. Ebből a célból megmérjük fafajonként legalább 20—30 törzs magasságát és mellmagassági átmérőjét és ennek alapján készítjük el milliméterpapiroson az ábrát. A magasságméréssel kapcsolatban meghatározzuk minden egyes megmért törzsre nézve a szerfára alkalmas rész hosszát is. A szerfára való alkalmasság feltételeit természetesen ismernünk kell, s kellő gyakorlattal kell bírnunk ahhoz, hogy a törzs épsége, alakja és méretei szerint meg tudjuk ítélni az állófán, mily magasságig használható az szerfának. Ezt a hosszat aztán magasságmérővel mérhetjük meg, de igen jó szolgálatot tehet ebben a fa mellé állított 4 m-es rúd is. Ez a gyakorlott becslőre nézve fölöslegessé teheti a magasságmérő használatát. A törzs *egész* magasságát azonban mindenképpen helyesebb famagasságmérővel meghatározni.

Kivonat a tölgy-törzsméretek táblázatából[1]

Mell-magassági átmérő	A szálfa hossza az egész törzshossz százalékaiban						
	20	25	30	35	40	45	50
cm	Középátmérő (cm)						
20	19	19	19	18	18	18	17
22	21	21	20	20	20	19	19
24	23	23	22	22	22	21	21
26	25	25	24	24	23	23	23
28	27	26	26	26	25	25	24
30	29	28	28	27	27	27	26
32	31	30	30	29	29	28	28
34	32	32	31	31	31	30	30
36	34	34	33	33	32	32	31
38	36	36	35	35	34	34	33
40	38	38	37	36	36	35	35
42	40	39	39	38	38	37	37
44	42	41	41	40	39	39	38
46	44	43	43	42	41	41	40
48	46	45	44	44	43	42	42
50	48	47	46	45	45	44	44
52	50	49	48	47	47	46	45
54	51	51	50	49	48	48	47
56	53	53	52	51	50	49	49
58	55	55	54	53	52	50	50
60	57	56	55	55	54	53	52
62	59	58	57	56	56	55	54
64	61	60	59	58	57	57	56
66	63	62	61	60	59	58	57
68	65	64	63	62	61	60	59
70	67	66	65	64	63	62	61

Ugyanazon az ábrán, amelyen a magasság görbéje van ábrázolva, szerkesztjük meg a szerfahossz görbéjét is. A mi példánkra vonatkozó görbéket a 113. ábra mutatja be.

4. A két görbéről minden vastagsági fokra nézve leolvassuk az átlagos magasságot és az átlagos szerfahosszúságot és ennek alapján kiszámítjuk a szerfahossz százalékos viszonyát az egész magassághoz.

5. Ha ezeket a viszonyszámokat ismerjük, akkor a 411. old. látható tapasztalati táblázatból megállapíthatjuk, a szabványos

[1] *Fekete* Erdőmérnöki Segédtáblák, 178. old. és Erd. Zsebnaptár, 1943, 426. old.

Példa a vastagsági osztályoknak szabvány-szerfaosztályok szerinti elkülönítésére és a szerfa becslésére

1. Mellmag. átmérő (cm)	2. A törzsek száma	3. Magasság (m)	4. 1 törzs vastagfatömege (köbméter)	5. Összes vastagfatömeg (köbméter)	6. A szerfarész hossza: a görbéről leolvasva (m)	7. A szerfarész hossza: az egész hossz %-aiban (%)	8. A szerfarész középátmérője (cm)	9. A szerfarész köbtartalma: a vastagfa %-aiban (%)	10. I. vastagsági osztály: 18—29 cm középátmérővel (köbméter)	11. II. vastagsági osztály: 30—45 cm középátmérővel (köbméter)	12. III. vastagsági osztály: 46 és több cm középátmérővel (köbméter)
20	1	21	0·329	0·329	4	19	19	37	0·122	—	—
22	2	22	0·421	0·842	6	27	21	48	0·404	—	—
24	2	24	0·548	1·096	8	33	22	56	0·614	—	—
26	7	25	0·673	4·711	9	36	24	60	2·827	—	—
28	11	25	0·787	8·657	10	40	25	66	5·714	—	—
30	25	26	0·940	23·500	11	42	27	67	15·745	—	—
32	38	26	1·076	40·888	12	46	28	71	29·030	—	—
34	47	27	1·264	59·408	12	44	30	68	—	40·397	—
36	57	27	1·423	81·111	13	48	31	72	—	58·400	—
38	56	28	1·648	92·288	13	46	34	69	—	63·679	—
40	54	28	1·835	99·090	13	46	35	69	—	68·372	—
42	47	28	2·024	95·128	14	50	37	72	—	68·492	—
44	40	29	2·304	92·160	14	48	38	70	—	64·512	—
46	30	29	2·528	75·840	14	48	40	69	—	52·330	—
48	22	29	2·764	60·808	13	45	42	66	—	40·133	—
50	16	29	3·006	48·096	13	45	44	65	—	31·262	—
52	11	29	3·265	35·915	13	45	46	64	—	—	22·986
54	8	30	3·641	29·128	13	43	48	61	—	—	17·768
56	6	30	3·931	23·586	13	43	49	60	—	—	14·152
58	5	30	4·233	21·165	13	43	51	60	—	—	12·699
60	3	30	4·539	13·617	12	40	54	56	—	—	7·626
62	3	30	4·864	14·592	12	40	56	55	—	—	8·026
64	2	30	5·298	10·596	12	40	57	54	—	—	5·722
66	2	30	5·532	11·064	12	40	59	53	—	—	5·864
68	1	30	5·895	5·895	11	37	62	49	—	—	2·889
70	1	30	6·268	6·268	11	37	64	49	—	—	3·071
Ö.:	497	—	—	955·778	—	—	—	—	54·456	487·577	100·803

642,836 m³

13. A mintafák: mellmag. átm. (cm)	14. A mintafák: egész hossza (m)	15. A mintafák: szerfahossza (m)
20	21	9
21	25	10
22	21	15
23	20	8
25	26	12
26	22	6
27	28	5
28	27	6
30	25	8
30	26	11
30	28	12
31	24	11
31	25	7
31	27	10
31	29	13
32	24	13
32	25	16
32	26	18
32	27	9
32	28	11
33	30	15
35	29	18
36	22	12
36	24	10
37	24	13
37	28	15
40	32	16
41	28	13
42	34	18
44	32	15
45	31	17
46	30	15
48	28	12
49	34	17
50	30	14
55	25	7
56	32	14
60	27	9
60	29	13
64	24	9
65	31	16

Becslési kimutatás :

Szerfa : 29 cm középátmérőig 54 m³ s 10% leütéssel ... 49 m³
Szerfa : 30—45 cm középátmérőig 488 m³ s 10% leütéssel .. 439 m³
Szerfa : 46 cm középátmérőn felül 101 m³ s 10% leütéssel 91 m³

Összes becsült szerfa tövön .... 579 m³
Tűzifa (csak vastagfa) 956—579 .... 377 m³

Összes vastagfa .... 956 m³ nyos választékok szerint alakított vastagsági osztályok határértékeit, mint azt a 369. oldalon találjuk leírva.

6. Az egyes fokokra nézve kiszámított vastagfatömeg és a szerfaszázalékok táblázata alapján kiszámítjuk a szerfa fatömegét. A táblázat azokat a százalékokat tartalmazza, amelyekkel a vastagfatömeget szorozva és 100-zal osztva, a szerfatömeget kapjuk.

7. A vastagsági osztályonként kimutatott fatömegeket összegezve, megkapjuk az egyes választékokra eső szerfatömeget különkülön, ha pedig ezeket összegezzük s az így kapott fatömeget levonjuk az összes vastagfatömegből, a tűzifára eső fatömeget kapjuk.

Tölgy szerfaszázalék-táblázat[1]

Mellm. átm.	Ha a szálfa hossza az egész törzshossz alábbi százaléka																	Mellm. átm.
	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	
cm	akkor a szerfa köbtartalma a vastagfa százalékaiban																	cm
20	35	38	41	44	48	51	54	56	59	62	64	67	70	72	75	77	79	20
22	35	38	41	44	47	50	53	56	59	61	64	67	69	72	74	76	78	22
24	34	37	41	44	47	50	53	55	58	61	63	67	69	71	73	75	78	24
26	34	37	40	43	46	49	52	55	58	60	63	66	68	71	73	75	77	26
28	34	37	40	43	46	49	52	54	57	60	62	66	67	70	72	74	77	28
30	34	37	39	43	46	49	52	54	57	59	62	65	67	69	72	74	76	30
32	33	36	39	42	45	48	51	54	57	59	61	64	66	69	71	73	75	32
34	33	36	39	42	45	48	51	53	56	59	61	64	66	68	71	73	75	34
36	33	36	38	41	44	48	50	53	56	58	61	63	66	68	70	72	74	36
38	32	35	38	41	44	47	50	53	55	58	60	63	65	67	69	71	74	38
40	32	35	38	41	44	47	50	52	55	58	60	62	65	67	69	71	73	40
42	32	35	37	40	43	46	49	52	54	57	59	62	64	66	68	70	72	42
44	32	34	37	40	43	46	49	51	54	56	59	61	63	66	68	70	72	44
46	31	34	37	40	42	45	48	51	54	56	58	61	63	65	67	69	71	46
48	31	34	36	39	42	45	48	50	53	55	57	60	62	65	66	69	70	48
50	30	33	36	39	42	44	47	50	52	55	57	59	62	64	66	68	70	50
52	30	33	36	39	41	44	47	49	52	54	56	59	61	63	66	67	69	52
54	30	33	35	38	41	44	46	49	51	53	56	58	60	62	64	66	68	54
56	30	32	35	38	40	43	46	48	51	53	55	57	59	62	63	65	67	56
58	29	32	35	37	40	43	45	47	50	52	54	57	59	61	63	65	67	58
60	29	32	34	37	39	42	45	47	49	51	53	56	58	60	62	64	66	60
62	29	31	33	36	39	41	44	46	48	51	53	55	57	59	61	63	65	62
64	28	31	33	36	38	41	44	45	48	50	52	54	56	58	60	62	64	64
66	28	30	32	35	38	40	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	66
68	27	30	32	35	37	39	42	44	46	48	50	53	54	56	58	60	62	68
70	27	29	31	34	36	39	41	43	45	48	50	52	54	55	57	59	61	70

[1] *Fekete:* Erdőmérnöki Segédtáblák, 180. oldal és Erdészeti Zsebnaptár, 1943, 428. oldal.

8. A faállományban mindig vannak megsérült vagy gombabetegségtől megtámadott törzsek, s könnyen lehetnek, különösen az idős tölgyesek fáin a szerfa értékét csökkentő, kívülről nem látható hibák. Az ilyen hibás részekre megfelelő százalékot le kell ütnünk s ezt a fatömeget a tűzifához számítanunk.

A gyakorlott becslő ezt a százalékot többnyire puszta szemmel is elég helyesen tudja megítélni, ha munka közben a megátlalt törzseket ebből a szempontból is figyelmesen megvizsgálta s a faállomány átlagos épségi állapotáról igyekezett megbízható képet szerezni. Ajánlottak különleges módokat is az ilyen hibás részek megbecslésére; ezeket több-kevesebb sikerrel szintén alkalmazhatjuk, de teljesen megbízható gyakorlati eljárás erre nincsen. Az idős tölgyesekben a törzsek alsó részén előforduló odvas részek köbtartalmát legbiztosabban úgy becsülhetjük meg, hogy a hibás részek hosszát és középátmérőjét minden egyes hibás törzsre feljegyezzük s az így jegyzőkönyvbe foglalt adatokból a hengertábla szerint állapítjuk meg a kérdéses részek köbtartalmát. Ezeknek az összegét kell azután a becsült szerfatömegből levonni és a tűzifához csapni. De ha a hibás részek nemcsak korhadtak, hanem üregesek is, nem írhatjuk azok fatömegét a maga egészében a tűzifához, hanem abból is le kell ütnünk megfelelő hányadot az odvas részekre. Ez ismét csak a becslő belátása szerint történhetik. Segítségünkre lehet ebben a fa megkopogtatása fejszével. Ezáltal az üreges rész hosszát megközelítőleg meghatározhatjuk s így a leütési százalékok megítéléséhez számszerű támaszpontokat kapunk. A törzs felső részein észlelt hibákat legcélszerűbben úgy vesszük figyelembe, hogy ezekre belátásunk szerint szintén leütünk néhány százalékot. Úgy is eljárhatunk, hogy a megmért szerfahosszat megfelelően csökkentjük. Ennek a csökkentésnek a mértéke is az egyéni ítélőképességtől függ. Meg kell azonban gondolnunk, hogy a kisebb szerfahossznak nagyobb középátmérő felel meg s így megeshetik, hogy a csökkentés folytán a törzs magasabb értékosztályba kerül.[1]

Mindezekből azt látjuk, hogy a szerfamennyiség egészen pontos meghatározása a gyakorlati eljárások keretében nem igen lehetséges, s ebben a tekintetben mindig csak megközelítőleges adatokkal dolgozhatunk. A gyakorlat céljainak azonban többnyire ezek is megfelelnek. Sőt, ahol a faállományok ápolása és különösen a gyérítések alkalmazása tekintetében már hosszabb idő óta megállapodott gazdasági rendszert követnek, ahol tehát a faállományok minőségében általános egyöntetűség uralkodik, ott a hibás részekre

[1] Ez ellen ugyan gyakorlati szempontból nem eshetik kifogás, mert hiszen a gazdaságnak érdekében áll a választékolást úgy végrehajtani, hogy az erdőből mennél nagyobb értéket hozzon ki, az itt tárgyalt eljárás azonban feltételezi, hogy az egész szálfa egy darabban marad.

eső leütést illetőleg többnyire megelégedhetünk a multból szerzett tapasztalati adatokkal is, különösen ha azok gondos megfigyelések eredményeiből szűrődtek le és így a leütési százalékot nemcsak nagy általánosságban, hanem a fafajok és a termőhely minősége szerint is kellően megválaszthatjuk.

Magyarázat a példához. (410. old.) Az 1—5. rovat a vastagfa megbecsléséhez szükséges adatokat foglalja magában. A rovatok kitöltése teljesen úgy történt, amint az a fatömegtáblák használatára vonatkozó részben van leírva.

A magassági görbe szerkesztéséhez szükséges adatok, melyeket a megmért mintafák szolgáltattak, a 13—14. rovatban vannak kimutatva. A 15. rovat ugyanezeknek a fáknak a szerfahosszúságát tünteti fel.

A magasság és a szerfahosszúság kiegyenlítő görbéit a 113. ábra mutatja be. A leolvasott adatokat a 3., illetőleg a 6. rovatban találjuk meg. A 7. rovat azt mutatja (egész számra kikerekítve), hogy a szerfarész hossza hány százaléka a fa egész hosszának. Ez a százalék a 40 cm-es átmérőre nézve például

$$p = \frac{100 \times 13 \text{ (6. rovat)}}{28 \text{ (3. rovat)}} \, 46\%.$$

A 9. rovat kitöltése a 411 oldalon látható táblázat alapján történt. A 10—12. rovat a szerfa köbtartalmának értékosztályok szerint való elkülönítésére szolgál. Feltételeztük, hogy a szerfa értékesítése három vastagsági osztály szerint történik. Ezeknek a *középátmérő szerint* értelmezett vastagsági határértékeit a rovatfejek mutatják. Az I. vastagsági osztály pl. 29 cm-ig terjed. A 8. rovat alapján mármost igen könnyű ezeket a vastagsági osztályokat elkülöníteni, amint a példában látjuk. A 10—12. rovatban kimutatott fatömegeket így számítjuk ki:

$$V_{sz} = V_v \text{ (5. rovat)} \times \frac{p \text{ (9. rovat)}}{100.}$$

Pl. a 40 cm-es vastagsági fokra nézve:

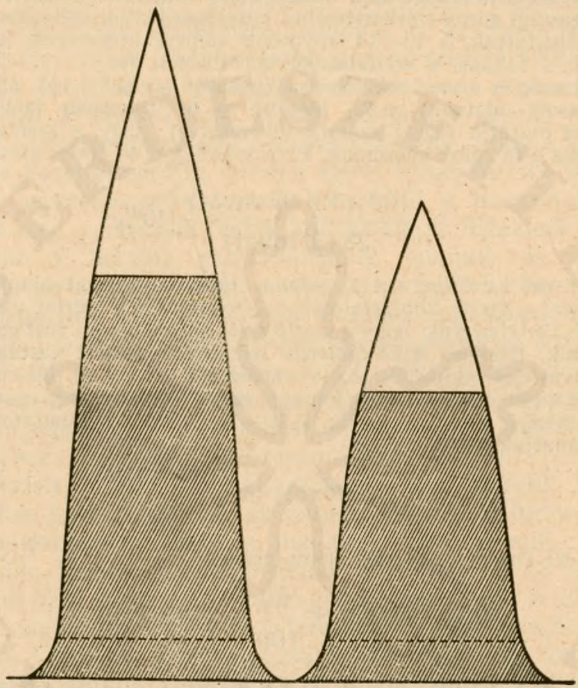
$$V_{sz} = 99{\cdot}090 \times \frac{69}{100} = 68{\cdot}372 \text{ m}^3.$$

Kívánatos lenne hogy az ismertetett eljárás szélesebbkörű alkalmazásához nagyszámú, rendszeres vizsgálatok útján minden fafajra nézve a kellő részletességgel szerkesztett táblázatokat készítsenek. Ezeknek a táblázatoknak a használata azon az elven alapszik, hogy az *átlagos törzsalak* állandó s a magasságnak az alkotóvonal jellegére nincs érezhető hatása. Sok törzs alkotóvonalából tehát levezethető olyan *átlagos* görbealak, mely a hosszúság valamely hányadában fekvő átmérők egymáshoz való viszonyára nézve az általános törvényszerűséget tükrözi vissza, s melyet — legalábbis a megszabott korlátok közt — felhasználhatunk arra, hogy abból a fák viszonylagos szerfamennyiségét meghatározzuk.

A szerző vizsgálatai során meggyőződött arról, hogy a tölgy törzsek átlagos alakja, legalábbis a törzs alsó felében igen állandó.

Ezért volt lehetséges a szerfaszázalék-táblázatoknak olyan egyszerű alakban és kis terjedelemben való elkészítése. Mert hiszen a szerfa zöme a törzs alsó feléből kerül ki.

A 114. ábrán hosszmetszetben szemléltetett két törzs képzővonala azonos természetű, s ezért a magasság 0·1, 0·2 stb. hányadában fekvő átmérőnek a mellmagassági átmérőhöz való viszonya mind a két törzsre nézve ugyanazzal a viszonyszámmal fejezhető ki.



114. ábra. A százalékos szerfatartalom azonos szerfahosszszázalék és azonos képzővonal esetén független a magasságtól

Mind a két törzs a magasság 0·6 részéig alkalmas szerfának (vonalozott rész). A szerfa köbtartalma mind a két törzsnek ugyanazt a százalékát teszi. Tehát ez a *százalék* a magasságtól független.

A szerző a tölgy törzsképző vonalának természetét a következő viszonyszámokkal fejezte ki:

A magasság hányada a vágáslaptól számítva:										
0·0	0·1	0·2	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7	0·8	0·9	1·0
Az átmérőnek a mellmagassági átmérőhöz való viszonya (%):										
130	95	90	84	78	71	62	49	34	18	0

Ezeknek a segítségével bármely adott átmérőjű és magasságú törzs szegélyvonalát megszerkeszthetjük s a szerfa százalékos viszonyát a törzs köbtartalmához kiszámíthatjuk. Lényegileg így készültek a szerző Tölgy-Törzsméterek és Tölgy Szerfaszázalékok c. táblázatai is.[1]

Hasonló elven alapulnak *Flury* választéktáblázatai,[2] melyek a gyakorlati célokra kiválóan ajánlhatók. Ezeknek a táblázatoknak, valamint a fentebb leírt eljárásnak az alkalmazása az itt mellőzni kívánt nehézkesebb eljárások fölött határozott előnnyel jár s így pl. *Schiffel* módszerét is háttérbe szorítja.

II. A PRÓBATERES BECSLÉSI MÓDOK

Általános szemléletek

Az eddigiekben feltételeztük, hogy a mellmagassági átmérő számbavétele a faállomány valamennyi törzsére kiterjed. Nagyobb terjedelmű erdőrészletekben azonban az átlalás igen sok időt kíván és tetemes költséggel jár, azért a törzskiszámlálást csak ott alkalmazhatjuk, ahol az ehhez szükséges idő, munkaerő és pénzfedezet meg van, illetőleg ahol a becslés megbízhatóságára nagy gondot fordítunk. Ha azonban ezek a feltételek nincsenek meg, vagy kisebb pontossággal is beérjük és különösen akkor, ha aránylag rövid idő alatt nagyszámú erdőrészlet fatömegét akarjuk meghatározni, a *próbateres eljárásokhoz* folyamodunk. Ilyenkor az utóbbiak alkalmazása annyival is inkább helyénvaló, mert a megbecsült faállományok *összes* fatömegében az *egyes* erdőrészletekben elkövetett különböző hibák nagyrészt kiegyenlítik egymást, azért a becslés végeredménye a pontosság tekintetében is megfelel a gyakorlat követelményeinek.

Az alább leírandó eljárások lényege az, hogy a mellmagassági átmérők számbavételét nem terjesztik ki az erdőrészlet egész területére, hanem annak csak egy részére: a *próbaterületre*, vagy *próbatérre*. Ha a próbatéren álló fatömeget meghatároztuk, ebből az egész faállomány fatömegére is következtethetünk. Ha ugyanis ismerjük a próbatér és az egész erdőrészlet nagyságát s feltételezzük, hogy a kettő területe közt ugyanaz a viszony áll fenn, mint a próbatéren becsült fatömeg és a faállomány összes fatömege közt, az utóbbit az előbbiből egyszerű aránylat segítségével számíthatjuk ki. Az eredmény helyessége tehát csupán attól függ, hogy az a feltétel, amelyből kiindultunk, összhangban van-e a valósággal, vagy sem.

[1] Erdészeti Kísérletek 1931, 14. old.

[2] Sortimentstafeln für Einzelstämme der Fichte, Weisstanne und Buche (Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, XI. Band, 185. old. 1914, Zürich).

Az eszményileg egyenletes megoszlású faállományban ugyanarra az eredményre kellene vezetniök a próbateres eljárásoknak is, mint a törzskiszámlálásnak. Minthogy azonban ilyen eszményi megoszlás a valóságban alig fordul elő, a próbateres eljárások is csak akkor adhatnak minden tekintetben kielégítő eredményt, ha sikerül a próbateret úgy megválasztanunk, hogy a rajta lévő faállomány az egész faállomány *átlagos* viszonyait képviseli. Különben a kisebb-nagyobb hibák elkerülhetetlenek s ezért a próbateres eljárásoktól általában véve sohasem várhatunk olyan pontosságot, mint a teljes számbavételtől.

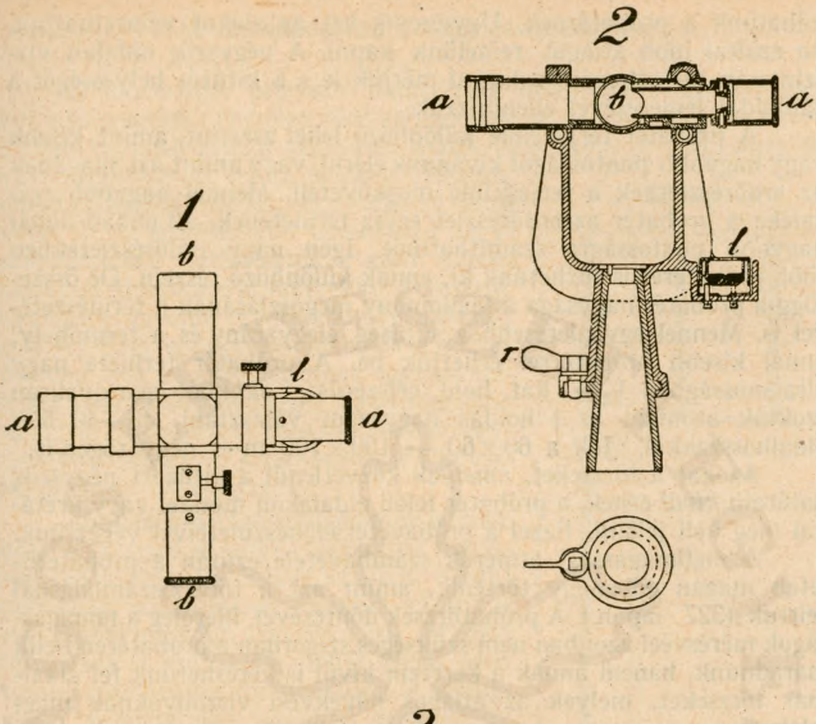
A próbateres becslés egyébként bármely fentebb leírt módszer alkalmazását megengedi, s mindazok az eljárások itt is szóba kerülhetnek, amelyeket az I. alatti részben fentebb megismertünk. Ebben a részben tehát a próbateres eljárások és a törzskiszámlálás közt semminemű lényegi eltérés nincs: a különbség csak az, hogy az utóbbi az összes törzsek, az előbbi pedig csak a próbaterületen álló törzsek méretezését kívánja meg.

A közönséges próba

A próbateres eljárások közül ezt alkalmazták először. Lényege az, hogy a megbecsülendő erdőrészletben belátásunk szerint választott helyen derékszögű alakú területet tűzünk ki, azon belül a fákat megátlaljuk, az ismertetett módon jegyzőkönyvbe foglaljuk, azután fatömegét meghatározzuk és végül az egész erdőrészlet és a próbatér területének viszonyszámával megszorozzuk.

A próbatér helyének megválasztása előtt az erdőrészletet be kell járni és a faállomány tüzetes megtekintése útján tájékozódást szerezni, mely részek képviselik a faállomány átlagos viszonyait leghűebben a sűrűség, elegyarány, magasság és a fák általános növekedési és épségi viszonyai tekintetében. Miután errenézve megállapodtunk, a próbatér kitűzése következik. A kitűzéshez legcélszerűbb szögtüző dobot vagy hasábot, esetleg derékszögű keresztirányzékos tárcsát használni. Tökéletesebb munkát végezhetünk a szerző *derékszögű távcsőkeresztjével.* (Erd. Lapok, 1939. 1030. old.) A 115. ábra 1. a műszert felülnézetben mutatja be vázlatosan, a 2. és 3. ábra pedig két, függőleges metszetben. Fényképe a műmellékletek végén. (17. sz.) Később dr. Tárczy-Hornoch Antal tökéletesítette.

A próbatér alakja derékszögű négyszög szokott lenni, mégpedig a kitűzési munkálatok lehető egyszerűsítése szempontjából a négyzetes alakot legjobb választani. Azonos terület esetén valamennyi derékszögű négyszög közül a *négyzet* oldalainak az összege a legkisebb, tehát ennek a kitűzése jár a legkevesebb munkával. Ha azonban a terepviszonyok azt kívánják, hosszúkás alakot is



115. ábra. A derékszögű távcsőkereszt. 1. ábra : felülnézet, 2. és 3. ábra : függőleges metszetek (fénykép a műmellékletek végén) adhatunk a próbatérnek. Ugyancsak ezt az alakot választhatjuk, ha ezáltal jobb átlagot remélünk kapni. A négyszög oldalait vízszintesen tartott mérőszalaggal mérjük le s a kitűzés helyességét a záróoldal lemérésével ellenőrizzük.

A próbatér terjedelme különböző lehet aszerint, amint kisebb vagy nagyobb pontosságot kívánunk elérni, vagy amint azt magának az erdőrészletnek a terjedelme megköveteli. Mennél nagyobb százaléka a próbatér az erdőrészlet egész területének, általában annál nagyobb pontosságra számíthatunk. Igen nagy erdőrészletekben több próbateret is tűzhetünk ki, annak különböző részein. De összefügg a próbatér nagysága a faállomány megoszlásának a természetével is. Mennél egyenletesebb a sűrűség, elegyarány és a termőhely, annál kisebb próbatérrel érhetjük be. A próbatér területe nagy általánosságban ½—2 kat. hold, célszerűségi okokból igen gyakran szokták azonban az 1 holdas nagyságot választani, 40—40 öles oldalhosszakkal. Jók a 60×60 — 100×100 m-es négyszögek is.

Azokat a törzseket, amelyek közvetlenül a kitűzött négyszög határain *kívül* esnek, a próbatér felőli oldalakon mésszel vagy krétával meg kell jelölni. Ezzel a próbavétel előkészületeivel végeztünk.

A mellmagassági átmérők számbavétele ezután a próbaterületen magán éppenúgy történik, amint azt a törzskiszámlálásnál leírtuk (327. lapon.) A próbatörzsek döntésével, illetőleg a famagasságok mérésvéel azonban nem szükséges szigorúan a próbatéren belül maradnunk, hanem annak a keretein kívül is kereshetünk fel alkalmas törzseket, melyek az átlagos növekvési viszonyoknak megfelelnek.

Általános szokás, hogy a próbatéren becsült fatömeget először 1 kat. holdra számítják át s az így kapott eredményt szorozzák az erdőrészlet holdakban kifejezett területével. Nincs szükség az említett átszámításra akkor, ha a próbatér maga 1 hold.

Példa. A próbateret 30/40 öles nagyságban tűztük ki, területe tehát 1200 □-öl $= \frac{1200}{1600} =$ 0·75 kat. hold. A próbatéren becsült fatömeg a következő volt:

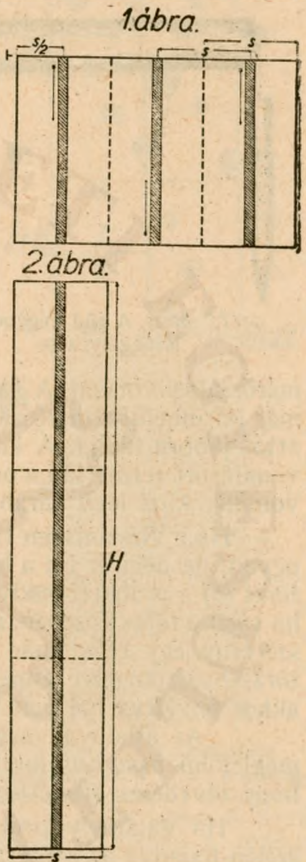
Lucfenyő	szerfa	153 m³
«	tűzifa	38 «
Bükk	szerfa	6 «
«	tűzifa	49 «
	Összesen	246 m³

Az erdőrészlet egész területe 16·4 kat. hold. Kiszámítandó az összes fatömeg a baloldali választékok szerint részletezve.

Lucfenyő	szerfa	153 : 0,75 × 16·4 = 3346 m³
«	tüzifa	38 : 0,75 × 16·4 = 831 «
Bükk	szerfa	6 : 0,75 × 16·4 = 131 «
«	tűzifa	49 : 0,75 × 16·4 = 1071 «
		Összesen = 5379 m³

c) *A rácsospróba (rudas szalagpróba)*[1]

A közönséges próbatér rendszerint összefüggő területet zár be, a rácsospróba ellenben rácsszerűen szeli át az egész erdőrészletet s több egyközű szalag alakjában oszlik meg azon. A 116. ábra 1. vázlatosan tünteti fel az említett szalagok elosztásának a módját. Egyszerűség kedvéért itt az erdőrészletet derékszögű négyszögalakúnak feltételeztük s azon három szalagszerű próbateret fektettünk keresztül, egymástól egyenlő távolságban (vonalazott csíkok). Ezek együttvéve alkotják a rácsot. Minden csík az erdőrészletnek egyenlő szélességű darabján halad végig. Ezek a darabok az ábrán szakadozott vonallal vannak egymástól elválasztva. A rácsospróbát a következőképpen alkalmazzuk:



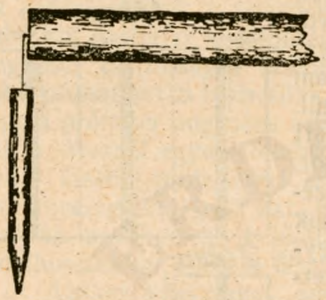
116. *ábra*. A rácsospróba elméleti elhelyezése

Mindenekelőtt megállapodunk abban, hogy a szalagokat milyen távolságra fektessük egymástól. Errenézve az elérni kívánt pontosság az irányadó. Mennél sűrűbb a rács, annál nagyobb százaléka esik az egész területnek a próbatérre, tehát annál pontosabb eredményre számíthatunk. A szalagalakú próbatereket azonban nem tűzzük ki úgy, mint a közönséges próbát szoktuk, hanem *rúddal* mérjük ki a szélességüket. A szalag középvonalát kifeszített mérőzsinór vagy mérőszalag jelzi s az erre merőlegesen tartott rúd külső vége mutatja a próbatér határát.

A becslés menete maga a következő: Az egyik sarokból kiindulva (1. ábra: +), az erdőrészlet szélén haladva *lelépjük* a választott szalagtávolság (rácssűrűség) felét. Onnan az erdőrészlet alakjának vagy a terepviszonyoknak legjobban megfelelő irányban (nyíl) a földre fektetve kifeszítjük az ismert hosszúságú mérőzsinórt vagy mérőszalagot, melynek mindkét végét egy-egy munkásnak kell tartania. A szalagtól jobbra és balra pedig egy-egy átlalós

[1] Erdészeti Kísérletek, 1906. évf. 149. lap és 1914. évf. 17. lap. Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1915, 241. lap.

munkás halad, és mindazoknak a fáknak a mellmagassági átmérőjét bekiáltják a mögöttük haladó becslőnek, amelyeket a középen járó rúdvívő munkás a rúddal megjelöl. A rúd vastagabb végéről függélyező karó lóg le (117. ábra) és ennek vége a földön fekvő mérőszalag fölé mutat vagy esetleg azt könnyedén érinti. A rudat mindig *vízszintesen*, de egyszersmind a mérőszalag irányára merőlegesen kell tartani és hol a jobb, hol a baloldalra áthajlítani, hogy az átlalósok mindig lássák, mely fák esnek a próbaterület határai közé. Amikor a felvétel a mérőszalag elülső végéhez közeledik, a szalagvívő munkások ismét egy szalaghosszal előbbre mennek s a szalagot újra kifeszítik anélkül, hogy ezzel az átlalósok munkáját feltartóztatnák. A 118. ábrán *1* és *2* a szalagot tartó két munkást jelöli, a köztük levő vastag vonal pedig a mérőszalagot magát. A *3* a rúd tartó munkás, ki a *2*-től az *1* felé haladva már körülbelül a mérőszalag közepéig jutott előre s jelenleg a rudat attól jobbra tartja. A körök a törzsek keresztmetszetét mutatják, a vonalazott területsáv a próbatérnek már felvett részét, a szakadozott vonalak közt levő darab pedig annak sorrakerülő részét ábrázolja.



117. ábra. A rúd végének lefüggélyezése

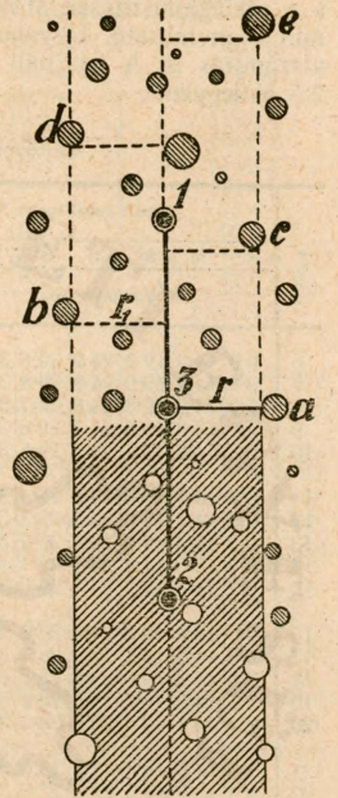
Ha a vízszintesen tartott rúd külső vége valamely törzset érint ugyan, de nem ér túl a hossztengelyén (107. ábra r_1), akkor az illető törzs (*b*) a próbatéren kívül állónak tekintendő s nem kerül átlalásra; ha túlér a törzs közepén, az átmérő akkor is bekiáltandó, ha a keresztszelvény egy része már kiesik a próbaterületből (*c*); végül, ha a törzs hossztengelye éppen a próbatér szegélyvonalába esik (*d* és *e*), akkor felváltva hol belevesszük azt a próbatérbe, hol kihagyjuk.

Az átlalóval megmért törzseket krétával vagy más módon megjelölni *nem kell*, mert egy-egy átlalósra olyan keskeny sáv esik, hogy tévedések (ismétlések, kihagyások) nem igen fordulhatnak elő.

Ha valamely próbasáv végére értünk, onnan az erdőrészlet szélén haladva az *egész* szalagtávolságot (*s*) lépjük le s aztán a következő sávot az előbbivel ellenkező irányban vesszük fel. (Lásd a nyilat a középső sáv mellett a 116. ábra I.) Így folytatjuk a munkát, míg az utolsó sávval is végeztünk.

A sávok utolsó mérőszakaszán a kifeszített mérőszalag vége a legtöbb esetben nem esik össze az erdőrészlet szélével, hanem azon túlér. Ekkor leolvassuk a mérőszalagon azt a távolságot, amely az előbbi szalagteszítés végpontja és az erdőrészlet széle közé esik, s a következő sáv első részletét a leolvasott és a teljes mérőszalag-hosszúság különbségével vesszük egyenlőnek. Ha pl. az egyik sáv utolsó részletében csak, métert mértünk, az erdőrészlet széléig és a használt szalag hosszúsága 20 m 8 akkor a következő sávon 12 m-t mérünk visszafelé s csak onnan dolgozunk ismét teljes szalagkifeszítésekkel.

Hogy a számbavett próbaterület nagyságát kiszámíthassuk, ismernünk kell a szalagkifeszítések számát és az alkalmazott rúd hosszát. Az előbbit úgy tartjuk nyilván, hogy a becslési jegyzőkönyv megfelelő helyén minden új szalagkifeszítés alkalmával egy vonást jegyzünk be. A munka végén a vonásokat összeszámláljuk s a szalag méterekben (esetleg ölekben) kifejezett hosszával megszorozzuk. Ezzel ismerjük a felvett szalagalakú próbatér teljes hosszát. Ezt a rúd kétszeres hosszával szorozva kapjuk a próbatér területét. Hogy a vonások bejegyzésében tévedések ne forduljanak elő, az elülhaladó szalagvívő munkás minden újabb szalagkifeszítés alkalmával a »próba« szót kiáltja be a becslőnek, aki azt, miután a vonást bejegyezte, visszakiáltja a munkásnak. (Ez a bejegyzés elmulasztásának valószínűségét csökkenti.)



118. ábra. A rácsospróba szalagrészlete. 1 és 2*:* a szalagtartó munkások, *3 :* a rúdtartó, *r* és *rt* a rúd jobbra és balra tartva. A körök: a törzsek keresztmetszete. *a* és *b* kiesik, *c* beleesik, a próbatérbe, *d* és *e* közül egyiket bevesszük, a másikat kihagyjuk

A földre fektetett mérőszalag azonban csak teljesen sík vagy egész jelentéktelen hajlású terepen adja egyszersmind a próbaterület vízszintes hosszát is. Nagyobb esésű lejtőn már a lejtés fokát is okvetlen számba kell vennünk és a ferdén mért hosszakat utólagosan vízszintesre átszámítanunk. Ezért a valószínűleg előforduló lejtésfokokat a becslési jegyzőkönyvbe be kell írnunk és a szalagkifeszítéseket jelző vonásokat azután a megfelelőhelyre jegyezzük be. A vízszintesre való átszámítás cosinustáblázat segítségével történhetik, de ennél még egyszerűbb, ha magunk készítünk a használt mérőhossznak megfelelő rövid táblázatot s azt a becslési könyvbe ragasztjuk. A mérőszalag hossza 20—30 m (vagy 10—15 öl) szokott lenni. A következő táblázatban összefoglaltuk a gyakorlatban általában számbajöhető adatokat.

Példa. Egy megbecsülendő erdőrészlet lejtésfoka az üzemterv adatai szerint 10—20°. A megadott határ közé eső lejtésfokokat az átlalás megkezdése előtt bejegyezzük a becslési jegyzőkönyvbe s a szalagkifeszítések számát úgy tüntetjük fel, ahogy az alábbi mintában látható. Ugyanott végre van hajtva a vízszintesre való átszámítás is. A használt mérőzsinór hossza 20 öl, a rúd hossza 2·5 öl legyen.

Lejtővonalak vízszintes hossza

Lejtésfok	A mért vonal hossza							Lejtésfok	A mért vonal hossza						
	10	15	20	25	30	35	40		10	15	20	25	30	35	40
	Vízszintes hossz								Vízszintes hossz						
6	9·9	14·9	19·9	24·9	29·8	34·8	39·8	26	9·0	13·5	18·0	22·5	27·0	31·5	36·0
7	9·9	14·9	19·9	24·8	29·8	34·7	39·7	27	8·9	13·4	17·8	22·3	26·7	31·2	35·8
8	9·9	14·9	19·8	24·8	29·7	34·7	39·6	28	8·8	13·2	17·7	22·1	26·5	30·9	35·3
9	9·9	14·8	19·8	24·7	29·6	34·6	39·5	29	8·7	13·1	17·5	21·9	26·2	30·6	35·0
10	9·8	14·8	19·7	24·6	29·5	34·5	39·4	30	8·7	13·0	17·3	21·7	26·0	30·3	34·6
11	9·8	14·7	19·6	24·5	29·4	34·4	39·3	31	8·6	12·9	17·1	21·4	25·7	30·0	34·3
12	9·8	14·7	19·6	24·5	29·3	34·2	39·1	32	8·5	12·7	17·0	21·2	25·4	29·7	33·9
13	9·7	14·6	19·5	24·4	29·2	34·1	39·0	33	8·4	12·6	16·8	21·0	25·2	29·4	33·5
14	9·7	14·6	19·4	24·3	29·1	34·0	38·8	34	8·3	12·4	16·6	20·7	24·9	29·0	33·2
15	9·7	14·5	19·3	24·1	29·0	33·8	38·6	35	8·2	12·3	16·4	20·5	24·6	28·7	32·8
16	9·6	14·4	19·2	24·0	28·8	33·6	38·5	36	8·1	12·1	16·2	20·2	24·3	28·3	32·4
17	9·6	14·3	19·1	23·9	28·7	33·5	38·3	37	8·0	12·0	16·0	20·0	24·0	28·0	31·9
18	9·5	14·3	19·0	23·8	28·5	33·3	38·0	38	7·9	11·8	15·8	19·7	23·6	27·6	31·5
19	9·5	14·2	18·9	23·6	28·4	33·1	37·8	39	7·8	11·7	15·5	19·4	23·3	27·2	31·1
20	9·4	14·1	18·8	23·5	28·2	32·9	37·6	40	7·7	11·5	15·3	19·2	23·0	26·8	30·6
21	9·3	14·0	18·7	23·3	28·0	32·7	37·3	41	7·5	11·3	15·1	18·9	22·6	26·4	30·2
22	9·3	13·9	18·5	23·2	27·8	32·5	37·1	42	7·4	11·1	14·9	18·6	22·3	26·0	29·7
23	9·2	13·8	18·4	23·0	27·6	32·2	36·8	43	7·3	11·0	14·6	18·3	21·9	25·6	29·3
24	9·1	13·7	18·3	22·8	27·4	32·0	36·5	44	7·2	10·8	14·4	18·0	21·6	25·2	28·8
25	9·1	13·6	18·1	22·7	27·2	31·7	36·3	45	7·1	10·6	14·1	17·7	21·2	24·7	28·3

A próbaterület nagysága: 1045·2 × 5 = 5226 □-öl = 3·27 *kat. hold.* A lejtésszöget minden egyes szalagkifeszítés alkalmával meg kell mérni. Erre a célra minden kézies mérőeszközt felhasználhatunk. Igen célszerűen használhatjuk a *geológus kompaszt*, különösen ha függélyzője rúgós gombbal rögzíthető. A becslő a kifeszített mérőszalag egyik végpontjáról megirányozza a túlsó végén álló munkás fejét s leolvasás után a fadobozos eszközt zsebretéve, folytatja a bekiáltott átmérők bejegyzését. Az állványos lejtmérő műszerek használata mindenesetre kerülendő, mert felállításuk hossza-

Lejtésfok[1]	A zsinór-kifeszítések száma	Vízszintes távolság	
		egyenként	összesen
10	||| = 3	19·7 öl	59·1 öl
11	卌	= 6	19·6 «	117·6 «
12	|||| = 4	19·6 «	78·4 «
13	卌 ||| = 8	19·5 «	156·0 «
14	卌 卌 = 10	19·4 «	194·0 «
15	卌	= 6	19·3 «	115·8 «
16	卌 || = 7	19·2 «	134·4 «
17	|||| = 4	19·1 «	76·4 «
18	||| = 3	19·0 «	57·0 «
19		= 1	18·9 «	18·9 «
20	|| = 2	18·8 «	37·6 «
		Összesen	1 045·2 öl

dalmasabb, hordozásukhoz külön munkás szükséges s így a nagyobb pontosság előnye nem áll arányban a használatuk folytán előálló időveszteséggel és költségtöbblettel.

A rúd hossza 2—3 öl, aszerint amint fiatalabb és sűrűbb, vagy idősebb és ritkább faállományról van szó. A legtöbb esetben megfelel a 2·5 öl (illetőleg 5 m) hosszú, könnyű fenyőrúd. A rúd hosszát pontosan kell lemérni, mert az esetleges eltérés egyenes arányban áll a becslési eredmények ebből származó hibáival.

A rácssűrűséget ezzel a képlettel számíthatjuk ki: $s = \frac{sz}{0{\cdot}0\,p}$.

Ebben s a próbacsíkok középvonalainak egymástól való távolságát, sz a csíkok szélességét (tehát a kétszeres rúdhosszat), p pedig a próbaterületnek az erdőrészlet egész területéhez való százalékos viszonyszámát jelenti.

Bizonyítás: Ha a 115. (1.) ábrán bemutatott szabályos alakú erdőrészlet darabjait egymás alá helyezzük, a (2.) látható, hosszúkás derékszögű négyszöget kapjuk, melynek szélessége (s) nem más, mint maga a rácssűrűség, hossza (H) pedig egyenlő a rajta végigvonuló próbacsík hosszával. Az utóbbinak a szélessége: sz. Áll ez az arány, hogy:

$$T : t = 100 : p \;\ldots.(1).$$

Itt T az erdőrészlet egész területe, t a próbaterület, p pedig az utóbbinak az egész területhez viszonyított nagysága százalékok-

[1] Rendszerint elég 5—5 fokos kikerekítést alkalmazni.

ban. Az ábrából kitűnik, hogy $T = s \,.\, H$ és $t = sz \,.\, H$. Ezeket az értékeket az (1) be helyezve:

$$s \,.\, H : sz \,.\, H = 100 : p \text{ és ebből}$$

$$s = \frac{sz\,100}{p} = \frac{sz}{0{\cdot}0\,p}.$$

Példa. A használt rúd hossza 2·5 öl. Az erdőrészletnek 20%-át kívánjuk próbatérül felvenni. Milyen lesz a rács sűrűsége?

$$s = \frac{2 \times 2{\cdot}5}{0{\cdot}20} = 25 \text{ öl s minthogy } 1 \text{ öl} = 2{\cdot}5 \text{ lépés}$$

$$s = 2{\cdot}5 \times 25 = \mathbf{63\ lépés.}$$

Az alább látható táblázat az így kiszámított rácssűrűséget adja meg a különböző rúdhosszak és százalékok alapulvételével.

A rácssűrűség táblázata

A próbatér az egész terület százalékaiban	2	2·5	3	3	4	5	6
	öles			méteres			
	rúd használatánál a rácssűrűség 75 cm-es lépésekben						
1	1 011	1 264	1 517	800	1 067	1 333	1 600
2	506	632	759	400	533	667	800
3	337	421	506	267	356	444	533
4	253	316	379	200	267	333	400
5	202	253	303	160	213	267	320
10	101	126	152	80	107	133	160
15	67	84	101	53	71	89	107
20	51	63	76	40	53	67	80

A próbatér ritkán szokott nagyobb lenni az egész terület 10%-ánál. Ha azonban a sűrűség, elegyarány és a termőhely tekintetében lényeges eltérések észlelhetők s a különböző jellegű állományrészek területi megoszlása igen egyenetlen, vagy ha a faállomány értékessége nagyobb pontosságot kíván meg, akkor 15, esetleg 20%-ig is felmehetünk vele. Gyakoribb azonban az az eset, hogy 10%-nál kisebb hányadát becsüljük meg az erdőrészletnek. 5%-nál mélyebbre viszont csak igen egyenletes faállományokban tanácsos leszállni. Célszerűségi okokból pedig elsősorban időnyerés céljából, a nagyterjedelmű erdőrészletekben általában kisebb százalékot alkalmaz a gyakorlat, mint a kisebbekben. Ez a gyakorlat megokolást talál abban, hogy inkább ott alakítanak nagyobb erdőrészleteket, ahol a faállományviszonyok egyenletesek, de általános elméleti jogosultsága is van.[1]

Ami végül a rács elhelyezését illeti, a következőket kell megjegyeznünk: a hosszúkás erdőrészletekben általában célszerűbb a próbacsíkokat a *hosszirányra* merőlegesen fektetni. A hegyoldalon helyesebb a lejtő irányában haladni, mint a rétegvonalakon (vízszintesen) járni. A völgy közelében ugyanis többnyire jobb a talaj, mint a gerinc tájékán, ezért az alsó részeken a fák magasabbak is mint a felső, silányabb talajú szinteken. Közben aztán minden átmenetet megtalálhatunk. Ha a próbaszalagot a lejtő irányába fektetjük, az előbb említett átmenet minden árnyalata megtalálható a próbaterületen, s ez a becslés pontosságára mindenesetre előnyös hatással van. Ha ellenben a rétegvonalakhoz alkalmazkodva vízszintes próbacsíkokat alkalmaznánk, azok a lejtő irányában mutatkozó termőhelyi változásokra csak ugrásszerű kihagyásokkal s így jóval tökéletlenebbül terjeszkednének ki, tehát a becslés megbízhatóságát is leszállítanák.

Nem mindig könnyű azonban a próbacsíkok *egyközű* (párhuzamos) futását betartani. Az egyenletes lejtésű hegyoldalakon a *legnagyobb lejtés iránya* szolgál jó útmutatással a mérőzsinór kifeszítéséhez: ha azonban a terep igen szaggatott, szeszélyesen változó, akkor az egyenes irány, illetőleg az egyenletes rácssűrűség betartása már sokkal nehezebb és nagyobb gyakorlatot kíván. Hasonlóképpen nem könnyű a tájékozódás a nagyobb terjedelmű síkvidéki erdőben sem. Azért ilyenkor a delejtű útmutatását is segítségül kell vennünk s munkaközben többször ellenőriznünk magunkat, hogy az eredeti iránytól nem tértünk-e el túlságosan.

Megjegyzendő, hogy a csíkok kisebb-nagyobb törése és elhajlása egyáltalában nincs hatással a becslés pontosságára. A rács szabályosságánál sokkal fontosabb az, hogy a sávokat a faállomány apróbb helyi változásainak mérlegelése *nélkül*, a saját elképzelésünkön nyugvó válogatás teljes mellőzésével, tehát egészen gépiesen fektessük az erdőrészleten keresztül, úgy, ahogy azt az előre megtervezett irány megkívánja. Ezzel kizárjuk az egyéni ítélőképesség fogyatékosságából eredő hibákat, amelyek a becslés helyességét bizonytalanná tehetnék. Nem szabad megengedni, hogy a szalagvívő munkások önkényesen válasszák meg az előhaladás irányát s esetleg előszeretettel keressék a hézagos részeket, ahol a munka gyorsabban halad, vagy ellenkezőleg a sűrűbb helyeket, ahol a törzsek szebb növése tetszetősebb képet ad a faállománynak: az első esetben kisebb, a másodikban nagyobb fatömeget kapnánk az átlagos-

[1] L. *Kovács Ernő:* »Az erdőrészlet nagyságának befolyása a próbateres becslési eljárások pontosságára és a próbaterület nagyságára«. (Erd. Kísérletek, 1931, 190. lap.

nál. Az előre megszabott irány gépies betartásával az ilyen természetű hibákat elkerüljük.[1]

Önkényesen megváltoztatni a szalag irányát, vagy két szomszédos próbacsík szabályszerű távolságát munkaközben csak akkor szabad, ha a próbával *véletlenül* egészen különleges részekbe kerülünk bele, amelyek nyilvánvalóan nem alkalmasak a becslés céljaira. Ilyen eset volna pl. ha a próbacsík éppen valamely úttal vagy patak medrével esnék össze. Ekkor megokolt 20—30 lépéssel oldalt kitérni és ott folytatni a munkát, vagy a próbacsík fokozatos elhajlításával kitérni a meg nem felelő irányból. A szomszédos próbaszalagok tervszerű elhelyezésén azonban ezért nem kell változtatni.

Maga a fatömegbecslés bármely eljárással történhetik, azok közül, melyeket a teljes számbavétellel kapcsolatban is alkalmazhatunk. A fatömeget először a próbatér területére állapítjuk meg, azután egy kat. holdra (vagy hektárra) számítjuk át s végre megszorozzuk az erdőrészlet egész területével).

d) *A köröspróba*[2]

A köröspróba *Zetzsche* meiningeni főerdőtanácsostól származik. Nálunk Magyarországon a gyakorlat szívesen fogadta ezt a becslési módot, mely a régebben kizárólagosan használt közönséges próbával szemben előnyt ígért s gyakorlati használhatóságát többen kísérleti úton is kipróbálták. A szerzett tapasztalatok alapján a köröspróbát nálunk tökéletesítették is s ma már eredeti alakjában, nem igen használják, azért itt is a szokásos módosítások számbavételével fogunk vele foglalkozni.

Az eljárás lényege az, hogy a próbatér kisebb körök alakjában, egyenletesen van szétosztva az erdőrészlet egész területén (119. ábra). Az erdőrészletet annyi négyzetre felosztva képzelhetjük, ahány próbakör van, mégpedig úgy, hogy a próbakörök a négyzetek közepén foglalnak helyet.

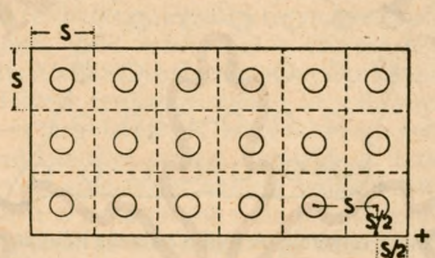
A köröspróba gyakorlati alkalmazása a következő: Mindenekelőtt megállapodunk abban, hogy az egész erdőrészlet hány százalékát vegyük próbaterületnek. Egyenlőtlen megoszlású faállományokban, vagy ahol a becslés megbizhatóságára bármely ok

[1] Voltak, akik a szalagszerű próbateret csigavonal alakjában kívánták elhelyezni. Így *Márton Sándor* (l. Magyar Erdész 1903, 229. lap) és *Gehrhardt* (l. *Tischendorf* erdőbecsléstanát, 103. lap). Minthogy azonban ilyenkor az egyéni felfogásnak is része van a becslésben, ez az eljárás kevésbbé ajánlható.

[2] Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1891, 73. lap, Erdészeti Lapok 1891, 361. lap, 1896, 75. és 597. lap, 1897, 175. lap, 1907, 606. lap és Erd. Kísérletek 1914, 1. lap.

miatt nagyobb gondot kívánunk fordítani, a próbaterületet is nagyobbra kell szabni, mint az egyenletes megoszlású erdőrészletekben és általában akkor, ha inkább a gyorsaságot, mint a nagyobb pontosságot tartjuk fontosnak.

A próbakörök egymástól való távolságát az előirányzott százalék alapján számítjuk ki, a később ismertetendő módon. Ismerve ezt a (lépésekben kifejezett) körtávolságot, az erdőrészlet valamely sarkából (119. ábra: +) kiindulva, a szélen haladva lelépjük annak felét $\left(\frac{s}{2}\right)$, majd az erdőrészlet belseje felé fordulva ugyanazt a távolságot lépjük le. Ekkor az első négyzet közepén vagyunk. Ott a rúdvívő munkás földbe szúrja a magával hordott 60—70 cm-es karót, és bekiáltja a »próbát« a becslőnek, ki azt vonással bejegyzi és vissza-

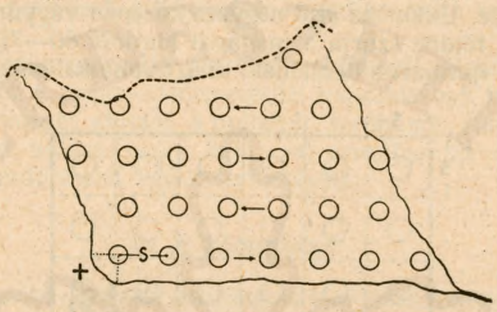


119. ábra. A próbakörök elméleti elhelyezése az erdőrészletben. *s*: a sor- és körtávolság

kiáltja a munkásnak. A kört magát a rúddal, mint *sugárral* jelöli ki a munkás. Az egyik (vastagabb) végét a leszúrt karóra helyezi, a másik végével pedig kört ír le. A körbe eső törzseket a két (esetleg egy) átlalós megméri, bekiáltja és krétával vagy karcolóval megjelöli. A kör területén álló fákat csak akkor átlaljuk meg, ha a *vízszintesen* tartott rúd vége az illető törzs hossztengelyén túlér. Errenézve azok a szabályok tartandók be, amelyek a rácsospróbára is érvényesek.

A következő kör középpontját ezután úgy keressük fel, hogy a kihúzott karó helyétől a teljes körtávolságot (*s*) lépjük le. Így haladunk mindaddig, amíg a faállomány túlsó végére érünk. Onnan a következő sor távolságát az előbbi sorra merőlegesen mérjük le és a körök felvételét ellenkező irányban folytatjuk.

A 120. ábra a körök elhelyezését gyakorlati példában mutatja be. A munkát az erdőrészlet alsó bal sarkából (kereszt) kiindulva kezdtük meg. Onnan előre és befelé leléptük az *s*/2 körtávolságot (pontozott vonalak), majd az erdőrészlet hosszirányát követve s egyszersmind lehetőleg a rétegvonalakhoz is alkalmazkodva haladtunk tovább, míg az erdőrészlet keleti szélére jutottunk el. Leléptük a következő sor távolságát (az egyenlő a körtávolsággal) s azon a soron haladva nyugati irányban folytatjuk a munkát (lásd a nyilakat). Az első sor utolsó és a második sor első körének az erdőrészlet szélétől való távolsága együttvéve adja ki az *s* távolságot. Ez a széleken fekvő körök mindegyikénél így van. Az erdőrészlet alakja szabálytalan lévén, természetesen a körök sem fekhetnek négyzetes hálózatban, de azért mégis mindegyik olyan nagyságú négyzet közepén áll, melynek oldala a kör- és sortávolsággal egyenlő. Kivételszámba csak az erdőrészlet határához *közel eső* körök mennek: ezek köré gyakran nem lehet szabályos négyszöget fektetni.



120. ábra. A próbakörök felvétele. A nyíl a haladás irányát mutatja a sorokban

A körös próba esetében is éppen olyan fontos a próbaterületnek az egyéni ítélettől mentes, gépies szétosztása, mint ahogy azt a rácsospróbával kapcsolatban kifejtettük. Előfordulhat, hogy a próbakörrel éppen valamely hézagos részbe jutunk, úgyhogy egyetlen törzs sem esik bele. A kört azért a becslő éppenúgy bejegyzi a becslési könyvbe, mint a többit. Így a hézagos részek is képviselethez jutnak s ez a fatömegbecslés végeredményének helyességét mozdítja elő.

Célszerű, ha nemcsak a körök belsejébe eső törzseket jelöljük meg munka közbe, hanem a körök közé eső törzsek közül is néhányat, mégpedig azon az oldalon, amely a következő sor felé néz. Ha pl. a hegygerinc táján kezdtük a munkát és a vízszintes sorokkal a völgy felé haladunk, a jeleket mindig a fák alsó (völgy felé néző) oldalán kell alkalmazni. Így a fölöttünk levő sor vonalát mindig látjuk és a megjelölt fák elősegítik a szabatos sortávolság megtartását. Kétes esetekben a távolságot bárhol leléphetjük és az esetleges nagyobb hibát lassú irányváltoztatással küszöbölhetjük ki. Természetes, hogy ennek a célnak csak a jól látható, erős *mészjelek* felelnek meg, miértis ilyenkor külön meszelőmunkást kell alkalmaznunk. Külön (negyedik) munkás alkalmazása akkor is helyénvaló, ha a talajt erős bozót vagy magasabb fiatalos borítja, mely a látást akadályozza. Ekkor a munkást az előző soron járatjuk s kiáltással vagy integetéssel tartjuk fenn vele az összeköttetést. Ilyen módon elég jól megtarthatjuk az előírt sortávolságot.

Meredek hegyoldalakon számba kell vennünk azt, hogy hegynek fel és le kisebbeket lép a munkás, mint a síkon. Ezért a sortávolság kimérésekor a lépések számát a lejtő fokának megfelelően emelhetjük.

Nem fontos egyébiránt, hogy a kör- és sortávolságok teljesen egyenlőek legyenek. Kisebb-nagyobb törések a sorok irányában és a sorközök jelentéktelen eltérései a párhuzamos futástól a becslés megbízhatóságára nincsenek érezhető hatással. Az ilyen szabálytalanságokat nem kerülhetjük el, amíg a távolságot *lépéssel* mérjük s az irányt műszer nélkül szabjuk ki. A fődolog, hogy minden gépiesen történjék, mert csak így számíthatunk a valószínű kiegyenlítődésekre.

A felveendő területszázalék előzetes megszabásában ugyanazok az elvek irányadók, mint amelyeket a rácsospróba ismertetésével kapcsolatban fejtettünk ki. Jó azonban, ha a próbakörözés befejezése után a tényleg felvett területszázalékot az előirányzott százalékkal összehasonlítjuk és megvizsgáljuk, hogy nincs-e a kettő közt nagyobb eltérés. Ha a próbaterület sokkal nagyobb a tervezettnél, ez azt gyaníttatja, hogy az erdőrészlet határát valahol átléptük és a szomszédos erdőrészletbe is behatoltunk : ha jelentékenyen kisebb, akkor valószínűleg kihagytuk az erdőrészlet egy részét. Ilyenkor az eltérés okát fel kell derítenünk. Ha egyébként a gazdasági beosztás határvonalai jól felismerhetők, ilyen tévedés nem igen fordul elő. Minden próbateres eljárás feltételezi azonban, hogy az erdőrészletre vonatkozó területi adatok, melyeket az üzemtervből veszünk át, megbízhatók. Ha azt tapasztaljuk, hogy a tényleges próbaterület mindig nagyobb vagy mindig kisebb a kívánt százaléknál, akkor ennek okát abban kell keresnünk, hogy a távolságot lelépő rúdvívő munkás átlagos lépése kisebb vagy nagyobb 75 cm-nél. Minthogy pedig a megszokott lépéshosszúságot megváltoztatni nehéz, ilyenkor inkább a területszázalék előirányzásában alkalmazhatunk megfelelő módosításokat.

A használt rúd hossza különböző lehet. A sűrűbb, fiatalabb erdőben rövidebb rudat használhatunk, mint a ritka, idős faállományokban. A hosszabb rúd általában valamivel pontosabb eredményt ad, mint a rövidebb,[1] mert — egyenlő nagyságú összterületet feltételezve, a nagyobb körök kerületének *összes* hossza kisebb, mint az apróbb köröké s így a kör szélén álló fák hovatartozásának elbírálásakor felmerülő, valamint a rúd ferde tartásából eredő hibák száma is kisebb, mint a rövidebb rúd használatánál. Túlzásba azon-

[1] *Muzsnay:* A bróbakörözés eredményének összehasonlítása egyéb becslésmódok eredményeivel (Erd. Lapok, 1897, 175. lap).

ban nem eshetünk, mert a rúd súlyának nem szabad a kézies használhatóság rovására igen nagynak lennie. Hogy nagyobb köröket is lehessen alkalmazni, egyesek a rúd helyett a *zsinórt* vagy a *mérőszalagot* is használják,[1] ez azonban kevésbbé célszerű, mert a mérőszalagnak a fák közt való áthúzogatása sokkal körülményesebb, mint a merev rúdnak egyszerű áthajlítása. Ezenkívül ellene szól a hosszabb zsinór használatának az is, hogy a vízszintes tartása lejtős helyen nehézkes. Ha pedig egyszerűen a talajra fektetve használjuk, mintha vízszintes terepen állanánk, területhibát követünk el vele.

A rúd hosszát minden esetben úgy kell megválasztanunk, hogy a leírt kör kerekszámú négyzetöleket, illetőleg négyzetmétereket foglaljon magában vagy méginkább, hogy a használt területegységnek kerekszámú törtrészét tegye. A hosszúság kiszámítása a kör képlete alapján történhetik a következő egyenlet szerint:

$$r = \sqrt{\frac{k}{\pi}}.$$

Példa. Tegyük fel, hogy a kör nagyságát 1/100 hektárra tervezzük. Mekkora lesz a rúd hossza (a kör sugara)?

1/100 ha = 100 m², tehát a rúd hossza $r = \sqrt{\frac{100}{3{\cdot}1416}} = \mathbf{5{\cdot}642\ m}$

A kör- és sortávolság kiszámítása a következő képlet alapján történik:

$$s = \sqrt{\frac{k}{0{\cdot}0\,p}}$$

k egy kör területe, p pedig a felveendő próbaterületnek az egész erdőrészlet területére vonatkoztatott százalékos viszonyszáma.

Bizonyítás. A 119. ábrát tartva szem előtt, a következőket állapíthatjuk meg. Ha az erdőrészlet területe T, a felvett próbaterület (a körök összege) t és a próbakörök, illetőleg a hozzájuk tartozó négyzetek száma n, akkor

$$T = n.s^2 \text{ és } t = n.k.$$

Ha ebbe az aránylatba:

$$T : t = 100 : p$$

a fentebbi értékeket helyettesítjük, akkor az egyenlet ezt az alakot kapja:

$$n.s^2 : n.k = 100 : p$$

s ebből

$$s = \sqrt{k\frac{100}{p}} = \sqrt{\frac{k}{0{\cdot}0p}}$$

[1] *Béky Albert:* Adatok a próbakörökkel való erdőbecslésről (Erdészet Lapok 1907, 606. lap).

Az alábbi táblázatban ki van számítva az s értéke azokra a rúdhosszakra, amelyek a gyakorlatban alkalmazást találhatnak.

A körök elosztása a négyzetes hálózattól eltérő is lehet. Ekkor a sor- és körtávolság nem egyezik, s a körök nem négyzetek, hanem hosszúkás derékszögű négyszögek középpontjába kerülnek. Közvetve azonban ilyenkor is használhatjuk s fentebbi képletét. A kör- és sortávolság szorzatának ugyanis egyenlőnek kell lennie s^2-tel, tehát ha az egyiket szabadon választottuk, a másikat kiszámíthatjuk.

Példa. A próbaterületnek az egész terület 10%-ával kell egyenlőnek lennie, a sortávolságot (s_s) pedig 100 lépésben szabtuk meg. Az alkalmazott próbakörök területe: 0·03 kat. hold. Mekkora lesz a körtávolság (s_k)?

$s_k \cdot s_s = s^2$ és ebből $s_k = \frac{s^2}{s_s}$, s a táblázat szerint 55 lépés, tehát $s^2 =$ $= 3025$ négyzetlépés s így:

$$s_k = \frac{3025}{100} = 30 \text{ lépés.}$$

A próbaterület az egész terület %-aiban	A kör területe					
	0·01	0·02	0·03	0·005	0·010	0·015
	kat. hold			hektár		
	A rúd hossza					
	2·257 öl 4·280 m	3·192 öl 6·053 m	3·909 öl 7·413 m	3·989 m	5·642 m	6·910 m
	A sor- és körtávolság 75 cm-es lépésekben					
2	72	101	124	67	94	115
3	58	83	101	54	77	94
4	51	72	88	47	67	82
5	45	64	78	42	60	73
10	32	45	55	30	42	52
15	26	37	45	24	34	42
20	23	32	39	21	30	37

A nagyobb sortávolság előnye, hogy kevesebb lévén a sorok száma, összesen rövidebb vonalon kell a becslőnek végighaladnia s így a négyzetes hálózattal szemben némi időmegtakarítást ér el, azonban többnyire a pontosság rovására. Különösen nagykiterjedésű, meredek hegyoldalakon, ahol a fák magassága az egymás felett fekvő színtájakon nagyon változó, kerülnünk kell a sortávolságnak növelését kényelmi szempontból, mert ezzel a becslés megbízhatóságának ártunk. Ha a területszámítás holdakban történik, az idős, ritkább faállományokban a 7·413 m-es, a sűrűbbekben 6·053 méteres rúd használata ajánlható és csak az igen sűrű, fiatalabb erdőrészletekben folyamodunk a 4·280 méteres rúdhoz. A hektárokban való számításhoz szintén többnyire a táblázat utolsó és utolsóelőtti rovatában megadott rúdhosszak egyikét célszerű választanunk. Minden körülmények közt milliméterig pontosan megmért, egyenes, lekérgezett, száraz, könnyű rudat kell használnunk, mert a nehéz rúd vízszintes tartása és áthajlítgatása a munkásra terhes és a haladást felesleges módon hátráltatja. Nagyon ajánlhatók könnyűségük miatt a bambuszrúdak. Ezeket célszerű 2 (legfeljebb 3), összecsavarható darabból készíteni, hogy könnyebben legyenek szállíthatók.

Miután az átmérők felvételével elkészültünk, a fatömeget magát egy ismert eljárás szerint megbecsüljük, s azután először egy holdra (vagy hektárra) s végül az erdőrészlet egész területére átszámítjuk.

Példa. **A körök száma : 𝍸 𝍸, 𝍸 𝍸, 𝍸 𝍸, 𝍸 𝍸, 𝍸 𝍸, ||| = 53.**

A használt rúd hossza : 3·909 öl, tehát egy kör területe 0·03 kat. hold s így a felvett próbaterület egész kiterjedése : $t = 53 \times 0{\cdot}03 = 1{\cdot}59$ kat. hold.

A próbaterületen talált fatömeg :			1 holdra átszámítva :		
Jegenyefenyő	szerfa :	186 m³	Jegenyefenyő	szerfa :	$186 \frac{1}{1{\cdot}59} = 117$ m³
«	tűzifa :	38 «	«	tűzifa :	$38 \frac{1}{1{\cdot}59} = 24$ «
Tölgy	szerfa :	62 «	Tölgy	szerfa :	$62 \frac{1}{1{\cdot}59} = 39$ «
«	tűzifa :	41 «	«	tűzifa :	$41 \frac{1}{1{\cdot}59} = 26$ «
				Összesen :	206 m³

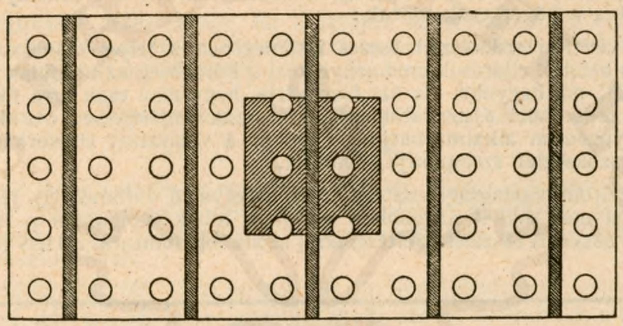
Az erdőrészlet területe 8,7 kat. hold, tehát az összes fatömeg :

Jegenyefenyő	szerfa	$117 \times 8{\cdot}7 =$	1018 m³
«	tűzifa	$24 \times 8{\cdot}7 =$	209 «
Tölgy	szerfa	$39 \times 8{\cdot}7 =$	339 «
«	tűzifa	$26 \times 8{\cdot}7 =$	226 «
		Összesen :	1792 m³

e) *A próbateres eljárások méltatása*

A próbateres becslési eljárásoktól, mint már fentebb említettük, sohasem várhatunk olyan megbízható eredményt, mint a törzsenkint való felvételtől. Az utóbbi a törzsek számát az *összes* mellmagassági átmérők megmérése alapján közvetlenül határozza meg, az előbbi ellenben csak a *részről* következtet az egészre. Így pedig csak akkor érhetnénk el a teljes számbavételével azonos pontosságot, ha a faállomány minden részében, minden irányban teljesen egyenletes megoszlású volna, mind külső, mind belső szerkezet tekintetében. De ez a feltétel a valóságban nincsen meg s így csak arról lehet szó, hogy a mutatkozó egyenletlenségek kellő figyelembevételével a fatömegnek a próbaterületre eső *átlagát* határozzuk meg, lehetőleg pontosan. Ha ez az átlag jó, akkor az ennek alapján kiszámított *egész* fatömegnek is helyesnek kell lennie.

Az elmélet azt a felfogást támogatja, hogy általában annál pontosabb az eredmény, mennél egyenletesebben oszlik meg a próbatér az egész területen, mert annál több a valószínűsége annak is, hogy a kiszámított átlagban a faállomány minden részének a sajátságai megfelelően kifejezésre jutnak. Ebben a tekintetben tehát a



121. ábra. A próbaterület elhelyezése a körös-, a rácsos- és a közönséges próbatér alkalmazása esetén

legtökéletesebbnek kell tartanunk a köröspróbát, utána a rácsospróbát és legkevésbbé megbízhatónak a közönséges próbateret. Az utóbbi ugyanis nem engedi meg a próbaterület egyenletes elosztását, hanem egyetlen, összefüggő foltra szorítja azt. Márpedig még olyan éles ítélőképesség esetén is nehézségekbe ütközik, sőt néha egyenesen lehetetlen az, hogy különösen a nagyobb és a termőhelyre, vastagságra, magasságra, alakszámra, sűrűségre és elegyarányra nézve változatos erdőrészletben egyszerű megtekintésre, helyesen meg tudjuk jelölni azt a részt, melynek szerkezeti tényezői híven tükrözik vissza a faállomány *átlagos* viszonyait. A 121. ábra vázlatosan mutatja, hogy oszlik meg a próbaterület az erdőrészlet egész területén a különböző eljárások alkalmazásakor.

A fentebbi elmélet helyességét kiterjedt hazai kísérletek[1] is igazolták s azok alapján végérvényesen megállapítottnak lehet tekinteni a következő tételt:

[1] Erdészeti Kísérletek 1914, 1. lap.

Azonos területszázalék esetén a *legpontosabb eredményt adja a köröspróba, hozzá közel áll a rácsospróba, mindkettő mögött messze elmarad a közönséges próba.* Mennél egyenletesebb egyébként a faállomány, annál kisebbek az eltérések a különböző becslési módok eredményei közt. Ugyanazon a faállományon belül mindig annál jobban közelednek egymáshoz a kiszámított fatömegek, mennél nagyobb a felvett próbaterület. De áll egyszersmind az is, hogy mennél inkább részletezzük (választékok és fafajok szerint) a fatömeget, annál nagyobbak lesznek a viszonylagos különbségek a részletekre vonatkozó becslési adatok közt.

A szerző igen különböző lejtésű és a sűrűségre és elegyarányra nézve változatos, idős faállományokban végzett kísérleteket. Azok eredményei röviden összefoglalva a következők voltak:

57 kísérleti erdőrészlet összes fatömegében a teljes számbavétel és a próbateres becslési eljárások eredménye közt a különbség az utóbbiak egyikénél sem volt 2%-nál nagyobb. Ez azt bizonyítja, hogy ahol csak arra törekszünk, hogy sok erdőrészlet *összes* fatömegét határozzuk meg helyesen, ott akármelyik eljárást nyugodtan alkalmazhatjuk. Ilyenkor a választást elsősorban az idő- és költségszükséglet szempontja dönti el.

A három vastagsági osztály szerint (egyenlő fatömeggel) részletezett fatömegben már sokkal nagyobbak voltak a hibák, különösen a közönséges próbatérre nézve. A százalékos eltérésekről az alábbi kimutatás ad felvilágosítást.

A becslés módja	Eltérés a törzsenként való felvétel eredményétől %			Átlag %
	I.	II.	III.	
	vastagsági osztály			
Köröspróba	— 0,3	+ 0,4	— 5,1	— 2,0
Rácsospróba	+ 4,0	+ 2,0	— 1,1	+ 1,2
Közönséges próba	+ 17,6	+ 9,3	— 27,1	— 1,9

Hasonló fogyatékosságot mutatott a közönséges próba a fafajok szerint részletezett fatömegben és még nagyobbat akkor, amikor a fatömeget fafajok és egyszersmind vastagsági osztályok szerint is részletezték.

Az 57 erdőrészlet külön-külön kimutatott fatömegének a törzskiszámlálás eredményével történt összehasonlítása alapján készült az alábbi táblázat, és ez a különböző nagyságú hibák gyakoriságára vonatkozólag is felvilágosítást ad.

Ha azt a hibahatárt, melynek túl nem lépése esetén a próbateres becslés eredményét nehezebb viszonyok közt általában kielégítőnek tartjuk, 10%-ban állapítjuk meg, akkor a táblázat szerint a három eljárás pontossága úgy aránylik egymáshoz, mint 74 : 74 : 55, illetőleg, ha a köröspróba pontosságát 100-nak tesszük, mint 100 : 100 : 74. Szóval, a két első eljárás egyenlő pontos, a közönséges próba azonban ezekhez képest jóval pontatlanabb. De általában megállapítható a fentebbiekből az is, hogy valamennyi eljárás messze mögötte marad a teljesbecslésnek.

Hiba	Az esetek hány százalékában kisebb az eltérés az első rovatban feltüntetett százaléknál?		
%	Köröspróba	Rácsospróba	Közönséges próba
5	44	49	32
10	74	74	55
15	86	85	72
20	93	93	82
30	98	98	98
40	100	100	100

A pontossági arány akkor, ha a fafajok és egyszersmind vastagsági osztályok szerint is részletezett fatömegeket hasonlítjuk össze a törzsenkénti felvétel eredményével, a következő:

Teljesbecslés:	Köröspróba:	Rácsospróba:	Közönséges próba:
100	64	59	34

Itt már tehát a körös- és rácsospróba közötti eltérés is érezhetővé válik. Megjegyzendő azonban, hogy a kísérletek természetéből adódik, hogy ezek az arányszámok sokkal inkább felelnek meg a szélsőséges (kedvezőtlen), mint az átlagos viszonyoknak.

Az *időszükséglet* szempontjából a legelőnyösebb eljárás a rácsospróba, ezt követi a köröspróba és az utolsó helyen áll a közönséges próba. Ennek főoka az, hogy az utóbbi az erdőrészlet előzetes bejárását és a próbeterület *kitűzését* kívánja meg, holott a másik kettő alkalmazása során ezek a munkálatok elmaradnak.

A fentebb említett kísérletek a következő átlagos tapasztalati adatokhoz vezettek:

A mellmagassági átmérők felvételéhez szükséges idő aránya, ha a rácsospróbához szükséges időt 1-nek vesszük:

1.	Rácsospróba	1·0
2.	Köröspróba	1·4
3.	Közönséges próba	1·5
4.	Teljesbecslés	8·5

A becslés *összes* munkálataihoz (átlalás, próbatörzsek keresése és köbözése, magasságmérés) szükséges idő viszonya pedig:

		a) Átlagtörzsek döntése	*b)* Fatömegtáblák használata
1.	Rácsospróba	1·00	1·00
2.	Köröspróba	1·22	1·20
3.	Közönséges próba	1·50	1·24
4.	Teljesbecslés	2·21	4·72

Ezeknek az adatoknak természetesen csak tájékoztató jellegük lehet, de mégis alkalmasak arra, hogy az egyes eljárások természetéről általános felvilágosítást adjanak s a rácsospróba előnyét, valamint a közönséges próba célszerűtlenségét az időszükséglet szempontjából megvilágítsák.

A napszámóraszükségletben[1] és a *munkásokra* eső *költségszükségletben* szintén a fentebbi sorrend áll fenn, de a különbségek ebben a tekintetben jelentéktelenek. A hosszadalmasabb közönséges próbatér ugyanis kevesebb (3) munkás alkalmazását kívánja meg, mint a gyors rácsospróba (5 munkás), ennélfogva az ellentétes hatások nagyrészt kiegyenlítik egymást. A *műszaki* munka- és költségszükségletet illetőleg[2] az időszükségletre nézve megállapított arány a jellemző.

Mindezeket figyelembevéve, módunkban van megítélni a próbateres eljárások gyakorlati használhatóságát mind a teljesbecsléssel, mind egymással szemben. Láttuk, hogy a pontosság tekintetében nem versenyezhetnek a törzsenként való számbavétellel, de a munka-, idő- és költségszükséglet szempontjából általában igen tetemes előnyökkel járnak. Megállapíthatjuk továbbá, hogy a közönséges próbatér csaknem minden tekintetben az utolsó helyen áll s ezért a *másik kettővel szemben nincs létjogosultsága.* Ez alól kivétel, ha csak tájékoztató adatokra van szükségünk, amelyeket kisebb próbaterek segítségével gyorsan megszerezhetünk. (Így pl. használhatjuk a gyérítési fatömeg hozzávetőleges megítélésére.) Minden más esetben a köröspróba és a rácspróba közt kell választanunk. Ha a nagyobb pontosság a fő, inkább az elsőt, ha gyors eredményt akarunk, a másodikat alkalmazzuk. Ha a fatömeget nem kívánjuk választékok szerint részletezni, akkor elegyetlen faállományokban általában a rácsospróba használata célszerűbb, mert a nagyobb pontosság veszélyeztetése nélkül időbeli előnyei vannak.

Fafajra nézve szabálytalanul elegyes és egyenlőtlen sűrűségű faállományokban helyesebb a köröspróbával becsülni. De számba kell venni a választás alkalmával a terepviszonyokat is. Tudjuk, hogy a mozgás lejtő irányában inkább egyeztethető össze a rácsospróba természetével, viszont a köröspróbával rendszerint a rétegvonalakon mozgunk s így meredek hegyoldalakon az utóbbi kényelmesebb, tehát ilyenkor, ha csak más okok nem szólnak ellene, inkább ez van helyén.

[1] Az összes alkalmazott munkás munkaóráinak összege.
[2] A becslő műszaki személy munkaórái és díjazása.

B) A MELLMAGASSÁGI ÁTMÉRŐK FELVÉTELÉT MELLŐZŐ BECSLÉSI MÓDOK

a) *Metzger* módszere[1]

Metzger a faállomány fatömegének a meghatározására a következő képletet ajánlotta:

$$V = N \frac{v_{3\,max} + v_{7\,min}}{10}$$

N a törzsek számát, $v_{3\,max}$ a három legvastagabb és $v_{7\,min}$ a két legvékonyabb törzsnek a köbtartalmát jelenti.

Metzger módszerének az alkalmazását a következő alakban ajánlja: mindenekelőtt megállapítandó a faállomány törzsszáma. Ebből a célból egymástól 20—100 lépés távolságban több munkással végigjáratjuk az erdőrészletet és minden munkás külön-külön összeszámolja a csíkjába eső törzseket. Nagyobb erdőrészleteket célszerű a bennük előforduló természetes és mesterséges határok felhasználásával alrészekre osztani és a törzsszámlálást mindegyikben külön elvégeztetni. Ilyen határok hiányában az egyes sávokat motollára csavart zsinórral különíthetjük el egymástól. Az átmérőket *nem mérjük meg.*

Munka közben tájékozódhatunk a törzsek méreteiről s ennek az alapján keressük fel a legvékonyabbak közé tartozó 7 és a legvastagabbak közé tartozó 3 mintatörzset és ezeknek átmérőjét átlalóval, magasságát magasságmérővel határozzuk meg, köbtartalmukat pedig a fatömegtáblából olvassuk ki. A rendellenes növésű törzseket a mintatörzsek kiválasztásakor mellőzzük. Nem alkalmasak a teljesen elnyomott törzsek sem.

Példa. Próbáljuk ki *Metzger* eljárását a már említett lucfenyvesen ennek minden adata a kezünkben van.[2] A próbatörzsnek »nem alkalmas« törzseket mellőzve, a következő számértékekhez jutunk:

	$d_{1\cdot3}$ mm	V_{va} m^3
v_{min}:	248	0·8155
	216	0·5708
	241	0·7599
	232	0·7250
	238	0·7923
	249	0·8201
	246	0·7891
v_{max}:	600	5·1386
	600	5·4308
	646	5·9291
		Összesen: 21,7712

[1] Eine einfache Methode zur Vorratsbestimmung von Hochwaldbeständen (Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1897, 161. lap), Erd. Lapok, 1915, 74. lap és Erd. Kísérletek 1915, 24. lap.

[2] Erd. Kísérletek 1915, 1. lap. (*Rónai* tanulmánya.)

A képletbe helyettesítve:

$$v_{va} = 356 \times \frac{21 \cdot 7712}{10} = \mathbf{755\ m^3}.$$

Ez a valóságos vastagfatömegtől (804 m^3) — 3,6%-kal tér el.

Metzger eljárása faállományszerkezettani szempontból megokolható ugyan s mint közelítőleges becslési mód megfelelhet a célnak, de különösen gyakorlatiasnak mégsem mondható, a következő okok miatt:

1. A törzseknek olyan összeszámlálása, amint az fentebb van leírva, különféle akadályokba ütközik. Az egyes pásztáknak zsinórral való elkülönítése külön munkást kíván, mert a közepén haladó számláló munkás a motollát a munka folytonosságának feláldozása és az összeszámlálás pontosságának veszélyeztetése nélkül nem kezelheti. Még kevésbbé megbízható a törzsszám meghatározása akkor, ha zsinórkifeszítés *nélkül* számoljuk össze a törzseket, mert a paszták határai teljesen bizonytalanokká válnak. Ilyenkor tehát a számbavett fák *megjelölése* szükséges, ez pedig a munkát annyira lassítja, hogy az átlalás elkerülésével járó időmegtakarítás előnye nagyrészt elesik.

2. Bizonytalanságot visz bele a számításba a 7 legvékonyabb és 3 legvastagabb fának az egyéni ítéleten nyugvó megválasztása is. 10 törzs egyébként sem mindig elegendő a fatömeg megbízható meghatározására.

3. Csökkenti az eljárás értékét az a körülmény, hogy elegyes faállományok becslésére kevésbbé alkalmas.

4. A munkások ellenőrzése nehéz.

Mindezen hátrányainál fogva a *Metzger*-féle eljárás nem tarthat igényt szélesebbkörű gyakorlati alkalmazásra.

b) *A fatermési táblák használata*

A fatermési tábláról már előbb is volt szó (a 268. lapon), amikor annak a sűrűségi és az elegyarány-viszonyszám meghatározására való felhasználásával foglalkoztunk. Tudjuk, hogy a fatermési táblák olyan tapasztalati táblázatok, amelyek a különböző korú faállományoknak a területegységre eső fatömegét és egyéb adatait mutatják ki, a termőhelyi minőség szerint osztályozva.

Ha ismerjük a faállomány korát, sűrűségét és elegyarányát, továbbá tudjuk, hogy az erdőrészlet termőhelyi viszonyai a használt fatermési táblák hányadik termőhelyi osztályának felelnek meg, akkor ezeknek az adatoknak a segítségével módunkban van a faállomány fatömegét megközelítően meghatározni anélkül, hogy a mellmagassági átmérőket közvetlenül számbavennők.

A fatermési táblákat úgy használjuk, hogy a kor rovatában felkeressük a faállomány ismert korát, a fatömeg rovatából kiolvassuk a megfelelő fatömeget és szorozzuk az illető fafaj elegyarányviszonyszámával és a faállomány sűrűségével. Ha a kort nem találjuk meg közvetlenül, mert a fatermési tábla csak minden tizedik vagy ötödik korfokra tartalmaz adatokat, akkor a megfelelő fatömeget közbesítéssel kell meghatároznunk. Ezt megkönnyíti a folyónövedék rovata; ez az egymás után következő fatömegek különbségének 1 évre eső átlagát mutatja ki. Mindezt közelebbről világítják meg az alábbi példák. A fatermési táblák többnyire a vastagfatömeget és az összesfatömeget tartalmazzák. Példánkban az egyszerűség kedvéért csak a vastagfatömeget tüntettük fel.

Fatermési táblák

Dr. Schwappach fatermési tábláiból kivonatolva és 1 kat. holdra átszámítva[2]

Kor	Bükk I. Vastagfa-tömeg	Bükk I. Folyó növedék	Bükk II. Vastagfa-tömeg	Bükk II. Folyó növedék	Bükk III. Vastagfa-tömeg	Bükk III. Folyó növedék	Bükk IV. Vastagfa-tömeg	Bükk IV. Folyó növedék	Bükk V. Vastagfa-tömeg	Bükk V. Folyó növedék
	termelőhelyi osztály									
év	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³
30	35	5·1	.	—	.	—	.	—	.	—
40	86	4·9	56	4·4	27	4·1	.	—	.	—
50	135	4·7	100	4·0	68	3·4	35	3·1	7	2·4
60	182	3·8	140	3·6	102	3·1	6	2·7	31	2·1
70	220	3·0	176	2·9	133	2·5	93	2·2	52	1·8
80	250	2·5	205	2·4	158	2·2	115	1·8	70	1·5
90	275	2·2	229	2·1	180	2·0	133	1·5	85	1·3
100	297	2·0	250	1·9	200	1·7	148	1·3	98	1·2
110	317	1·8	269	1·8	217	1·5	161	1·1	110	1·0
120	335	1·6	287	1·4	232	1·3	172	0·8	120	0·7
130	351	1·4	301	1·4	245	1·0	180	—	127	—
140	365		315		255		.		.	

Kor	Jegenyefenyő I. Vastagfa-tömeg	Jegenyefenyő I. Folyó növedék	Jegenyefenyő II. Vastagfa-tömeg	Jegenyefenyő II. Folyó növedék	Jegenyefenyő III. Vastagfa-tömeg	Jegenyefenyő III. Folyó növedék	Jegenyefenyő IV. Vastagfa-tömeg	Jegenyefenyő IV. Folyó növedék	Jegenyefenyő V. Vastagfa-tömeg	Jegenyefenyő V. Folyó növedék
	termelőhelyi osztály									
év	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³
30	25	9·6	11	6·8	.	—	.		—	—
40	121	12·2	79	9·7	44	7·4	13	4·7	—	—
50	243	9·6	176	7·8	118	6·7	60	5·5	13	3·8
60	339	7·9	254	6·8	185	5·4	115	4·9	51	4·2
70	418	5·4	322	5·0	239	4·6	164	4·4	93	4·0
80	472	4·5	372	4·3	285	3·8	208	3·4	133	3·2
90	517	3·8	415	3·5	323	3·3	242	2·8	165	2·6
100	555	3·4	450	3·2	356	2·8	270	2·4	191	2·2
110	589	2·7	482	2·2	384	2·4	294	2·3	213	2·0
120	616	—	504	—	408	—	317	—	233	—
130	.	—	.	—	.	—	.	—	.	—
140	.		.		.		.		.	

A termőhelyi jóság római számokkal kifejezett fokozatát a rendezett erdőgazdaságokban az üzemtervből tudhatjuk meg, ahol minden egyes erdőrészlet fontosabb adatai fel vannak jegyezve. De különben meghatározhatjuk azt a faállomány átlagos magas-.

[1] Ezek a jelen esetben csak a visszamaradó *főállomány* fatömegét mutatják ki, tehát az alábbi példák is csak erre vonatkoznak. Ha a fő- és mellékállomány együttes fatömegét akarjuk ismerni, akkor az eredeti fatermési táblák errevonatkozó két adatát össze kell adnunk.

ságából is. Ez a termőhelyi jóságnak igen megbízható mértéke. Ebből a célból tehát először, ha a legegyszerűbb módon is, meghatározzuk az átlagos magasságot (l. 277. lap), azután a fatermési tábla megfelelő rovatán végighaladva megnézzük, hogy az adott korra a táblázatban feltüntetett magasság mely termőhelyi osztályban közelíti meg legjobban a közvetlenül meghatározott magasságot. Ezt a termőhelyi osztályt fogadjuk aztán el a számítások alapjául. (Az átlagos magasság rovata az itt bemutatott kivonatos fatermési táblákból az egyszerűség kedvéért kimaradt.)

1. példa. Egy elegyetlen, teljes sűrűségű bükkös a IV. termőhelyi osztálynak megfelelő talajon áll. Kora 100 év. Mennyi a vastagfatömege 1 katholdon? A fatermési tábla szerint: $V_{100} = \mathbf{148\ m^3}$.

2. példa. A faállományra vonatkozó adatok a következők: Jf. 1·0, kor 80 év, $s = 0{\cdot}7$, $Th = \mathrm{II}$. (azaz a 80 éves faállomány elegyetlen jegenyefenyves, sűrűsége 0·7" a termőhely megfelel a II. termőhelyi osztálynak) $V_{80} = ?$

$$V_{80} = 372 \times 1{,}0 \times 0{\cdot}7 = \mathbf{260\ m^3}.$$

3. példa. $B = 1{\cdot}0$, kor 56 év, $s = 0{\cdot}8$, $Th = \mathrm{I}$, $V_{56} = ?$

Először kiolvassuk a fatermési táblából a *legközelebbi kisebb* kornak (50 év) megfelelő fatömeget (135 m³), ahhoz hozzáadjuk az egy évre vonatkozó folyónövedék (4·7 m³) hatszorosát s végül szorozzuk az eredményt a sűrűség viszonyszámával. Tehát:

$$V_{56} = (135 + 4{\cdot}7 \times 6) \times 0{\cdot}8 = \mathbf{131\ m^3}.$$

A folyónövedékek a fatermési táblában a fatömegek sorai *közé* vannak bejegyezve, így pl. a fentebbi 4·7 m³ az 50 és 60 éves kornak megfelelő fatömegek közé. Ez azt jelenti, hogy az 50 éves faállomány 135 m³-es fatömege évente átlag 4·7 m³-rel gyarapodva éri el 60 éves korában a 182 m³-t. Természetes tehát, hogy a számításokhoz mindig a kiinduló (legközelebbi kisebb) kor *után* következő folyónövedéket kell alapulvenni (4·7 m³-t), nem pedig az előtte levőt (4·9 m³).

4. példa. $\left.\begin{matrix} B = 0{\cdot}4 \\ Jf = 0{\cdot}6 \end{matrix}\right\}$ kor = 70 év, $s = 0{,}9$, $Th = \mathrm{III}$, $V_{70} = ?$

$$V_{70} = \left.\begin{matrix} B\ : 133 \times 0{\cdot}4 \times 0{\cdot}9 = \ \ 48\ m^3 \\ Jf:\ 239 \times 0{\cdot}6 \times 0{\cdot}9 = 129\ \text{«} \end{matrix}\right\}\ \text{Összesen} = \mathbf{177\ m^3}.$$

5. példa. $\left.\begin{matrix} B = 0{\cdot}1 \\ Jf = 0{\cdot}9 \end{matrix}\right\}$ kor = 113 év, $s = 0{\cdot}6$, $Th = V$, $V_{113} = ?$

$$V_{113} = \left.\begin{matrix} B: (110 + 1{\cdot}0 \times 3) \times 0{\cdot}6 = \ \ \ 7\ m^3 \\ Jf.\ (213 + 2{\cdot}0 \times 3) \times 0{\cdot}9 = 118\ \text{«} \end{matrix}\right\}\ \text{Összesen} = \mathbf{125\ m^3}.$$

A fatermési táblák használatától *egyes* erdőrészletekre nem várhatunk pontos eredményt, mert sokszor a termőhely sem felel meg pontosan annak a termőhelyi osztálynak, amelyikre a fatermési tábla vonatkozik, azután meg a sűrűséget és az elegyarányt is többnyire csak szemmel becsüljük, ezzel szintén követhetünk el hibákat. Ezért sohasem számíthatunk arra, hogy a fatermési tábla szerint meghatározott fatömeg az erdőrészlet valódi fatömegével pontosan egyezzék. Valamely adott erdőrészletre nézve az ilyen módon megállapitott fatömegnek csak *tájékoztató* jelleget szabad tulajdonítanunk. Ha azonban *sok* erdőrészletünk van, akkor számíthatunk a ± eltérések kiegyenlítődésére. Fontos, hogy a becsülendő faállományok termőhelyi osztálya helyesen legyen megállapítva (az átlagos vagy a felsőmagasság szerint. Enélkül). megnyugtató eredményeket nem várhatunk.

Kitűnően alkalmazhatjuk továbbá a fatermési táblákat akkor, ha *feltételezett* viszonyokra kívánunk adatokat szerezni, amelyekre azután esetleg gazdasági számításokat alapithatunk, vagy amelyek alapján hozadékszabályozási műveleteket hajthatunk végre. Ilyenkor pl. azt kereshetjük, hogy a messze jövőben (esetleg 80—100 év mulva) mekkora lesz az egyes erdőrészletek vagy egész korosztályok fatömege, tehát nem is áll módunkban más úton elérni a célunkat, mint a fatermési táblák segitségével. Ugyancsak nélkülözhetetlenek a fatermési táblák az erdőértékszámítási műveletekhez is, azért azokat igen fontos erdőbecslési segédeszköznek kell minősítenünk.

c. *A szembecslés (vagy szemrebecslés)*

Néha a szembecslésnek is jó hasznát vehetjük. Megfelelő gyakorlattal ebben is el lehet érni olyan jártasságot, hogy a fatömeg megítélésében nem tévedünk sokat (mondjuk: 10—15%-nál többet). Ezért, amikor igen rövid idő alatt akarunk tájékoztató adatokat szerezni, célszerűen folyamodhatunk ehhez a rendkívül egyszerű eljáráshoz; ez semminemű méretezési munkát nem kíván meg, s a becslési segédeszközök használatát, a munkások alkalmazását stb. is nélkülözhetővé teszi. Különösen akkor, ha a becslő a helyi viszonyokat s a faállományok jellegét már jól ismeri s ha módjában volt pontosabb becslések (vagy vágások) eredményeit emlékezetébe vésni s ezáltal az ítélőképességét hosszabb időn át fejleszteni, végül ha a megbízható szemmérték s a becsléshez szükséges helyes érzék az illető becslőnek különben is egyéni tulajdonsága. A szembecslés kedvező körülmények közt olyan tökéletességig fejleszthető, hogy esetleg a közvetlen mértezésen alapuló becslési módokkal is felveheti a versenyt. Általában véve azonban természetesen sokkal kevésbbé megbízható mint az utóbbiak, s ezért kényesebb természetű feladatok megoldására nem alkalmazható. Módosulatai egyébként a következők:

a) Szembecslés egészben. A faállománybecslésnek ezt a módját régen nemegyszer alkalmazták, amikor a becslés más módjait még nem ismerték s megfelelő térképekkel még nem voltak felszerelve. Az eljárás lényege az, hogy a becslő bejárja a kérdéses erdőrészt és a szerzett kép alapján *egy összegben* ítéli meg a fatömeget. Ez az eljárás rendkívül bizonytalan s ezért alkalmazását elvből mellőzni kell.

β) Szembecslés a területegységre. Az *α* alatt leírt eljárás a faállomány *egészét* teszi becslés tárgyává, a területegységre vonatkoztatott becslés ezzel szemben sokkal egyszerűbb, mert az egyik nehezen megítélhető tényezőt: az erdőrészlet egész területét kikapcsolja a számításból s így az ezzel járó hibákat is eleve kiküszöböli. Ma már minden rendezett erdőgazdaság üzemtervében megbízható területi adatokat találhatunk és így nincs semmi okunk arra, hogy ne alkalmazzuk mindig ezt a sokkal biztosabb eljárást, amikor szembecslésről van szó. Ilyenkor is be kell járni az egész erdőrészletet, hogy a faállomány minden részéről képet alkothassunk; ezt aztán össze kell hasonlítanunk azzal a képzeletbeli képpel, mint alapmértékkel, melyet sok előző becslés eredményei állandósítottak az emlékezetünkben. Ha azután a területet is ismerjük, egyszerű szorzással számíthatjuk ki a faállomány egész fatömegét. Minthogy a becslőképesség a folytonos gyakorlat híjján veszíthet megbízhatóságából, igen kívánatos, hogy azt időnkint újabb és újabb, pontos becslések útján megszilárdítsuk s különösen annak esetleg észlelt *egyirányú* fogyatékosságait kiküszöböljük.

γ) Szembecslés törzsenként. Meghatározhatjuk a fatömeget úgy is, hogy a faállomány vagy esetleg a próbatér minden egyes törzsét külön becsüljük meg és vesszük jegyzőkönyvbe, hogy aztán az adatok összegezése útján az egész fatömeg ismeretéhez jussunk.

Ezt az eljárást régen gyakran alkalmazták, különösen annak az előzetes megítélésére, hogy a vágásban mennyi tűzifa lesz termelhető. A becslés ilyenkor nem a tömörköbméterek, hanem a termelhető űrköbméterek (régen ölek) számának a meghatározására irányult. Az ügyesebb favágómunkásoknak rendkívül nagy jártasságuk van annak megítélésében, hogy egy állófából mennyi tűzifa fog kikerülni, s azért ha egy vagy két ilyen gyakorlott munkást veszünk magunk mellé, s a termelhető tűzifamennyiséget törzsről törzsre az ő bemondásuk alapján írjuk be a jegyzőkönyvbe, igen megbízható adatokhoz juthatunk. Éppenígy becsülhetjük a szerfa egyes különleges választékait vagy a termelhető félgyártmányok (donga, talpfa) mennyiségét is gyakorlott munkások vagy munkafelügyelők segítségével. Általában azonban az erdőbecslő nem igen fordul ehhez a megoldáshoz, mert vannak más módszerek is, melyek az erdőbecslés körébe vágó feladatok céljaira jól megfelelnek és az egyéni ítélőképesség döntő szerepét kirekesztik a számításból. A fáról-fára való becslés különben is igen hosszadalmas munka, mert az egyes törzsek köbtartalmának megítélése mégiscsak több-kevesebb fontolgatást kíván. Ezalatt a mellmagassági átmérőt is megmérhetjük s így a becsléshez biztosabb alapot szerzünk.

d) *A Gerding—Borggreve-féle eljárás*[1]

A kezdő becslő a szembecsléssel gyakran igen nagy hibákat követ el, mert nincsen semminemű összehasonlító mértéke, amelyből kiindulhasson a fatömeg megítélésében. Az alább ismertetendő eljárás ehhez a kiinduláshoz olyan támaszpontokat ad, amelyeket a gyakorlatlan becslőnek is módjában van aránylag könnyen felhasználni s így a túlságosan nagy tévedéseket elkerülheti. Az eljárás alapeszméje a következő:

A rendszeresen gyérített, de kellőképen záródott idősebb erdei-, fenyő- és bükkfaállomány körlapösszege hektáronként 30—35 m²-re, a jegenye- és lucfenyvesé pedig 35—45 m²-re rúg. A vastagfa-alakszám pedig nagy átlagban 0·48-ra tehető. A faállomány alakszámának (*F*) és körlapösszegének (*G*) szorzata (a tömegkörlap) tehát a fenntebbiek szerint körülbelül 15 és 22 között kell, hogy mozogjon. Az állomány fatömegét (*V*), tudvalevőleg a következő képlet adja: $V = G.\ H.\ F$, ha *H* az átlagos magasságot jelenti. Ebből a képletből a *G* és az *F* és azok szorzata már ismeretes (15—22), tehát csak az átlagos magassággal kell azt megszoroznunk, hogy a faállomány fatömegéhez jussunk. Ebből kiindulva *Borggreve* a következő szabályt állítja fel:

Az 1 hektárra eső vastagfatömeget megkapjuk, ha a bükk és erdeifenyőállomány átlagos magasságát szorozzuk 14—18-cal átlag 16-tal; a jegenye- és lucfenyőállományét 16—22-vel, átlag 19-cel.

A szorzót az előző oldalon megjelölt határokon belül a termőhely jósága szerint kell megválasztanunk. Ha a sűrűség hiányos, a kiszámított eredményt természetesen mérsékelni kell a sűrűségi viszonyszám szerint.

Kat. holdakra átszámítva *Borggreve* adatait, a következő szorzókat kapjuk: a bükk- és erdeifenyőre: 8—10, átlagosan: 9; a jegenye- és lucfenyőre: 9—13, átlagosan: 11.

Ezeket a szorzókat a helyi viszonyokhoz mérten még közelebbről is meghatározhatjuk és ezáltal a becslés biztosságát fokozhatjuk.

Példa. Meghatározandó 1 kat. holdra valamely kitűnő talajon álló, 0,7 sűrűségű bükkös vastagfatömege, melynek átlagos magasságát 32 m-nek becsültük:

$$V_{va} = 32 \times 10 \times 0{\cdot}7 = \mathbf{224\ m^3}.$$

Ennek az eljárásnak az az előnye, hogy olyan tényező alkalmazásához köti a szembecslést, amelynek meghatározása nem ütközik komolyabb akadályokba. Az *átlagos magasságot* egész kezdetle-

[1] Forstliche Blätter, 1898, (90. és 132. lap) és Erdészeti Lapok 1914, 639. lap.

ges segédeszközökkel (pl. a fa mellé állított 4 m-es rúddal) is elég megbízhatóan becsülhetjük meg, a szorzó állandót pedig könnyen tarthatjuk meg emlékezetünkben s aránylag könnyen ítélhetjük meg azt is, hogy a szűk határok közt mozgó állandók közül melyiket válasszuk. Éppenúgy elég egyszerű a sűrűség megközelítő meghatározása is (267. lap). Mindezek alapján a fent leírt eljárás, mint kisegítő, a gyakorlat számára *ajánlható.*

III. A becslés módjának megválasztása

Az előbbiekben a legtöbb fatömegbecslési módot, melynek elméleti vagy gyakorlati fontossága van, megismertük. Látjuk, hogy az eljárások száma nagy és a végrehajtás alakjában is nagy különbségek vannak. Kérdés, hogy az ismertetett módszerek közül melyiket és mikor alkalmazzuk a gyakorlatban? Az előzőkben ugyan röviden méltattuk az egyes eljárásokat és azok alkalmazására és használhatóságára is tettünk megjegyzéseket, azonban mégis szükséges, hogy erre vonatkozólag olyan összefoglaló, átnézetes képet adjunk, hogy annak irányításával a becslő minden esetben el tudjon igazodni és a legbiztosabban célravezető utat hosszabb keresés nélkül meg tudja találni.

A módszer megválasztása elsősorban a becslés céljától s azonkívül a meglévő anyagi eszközöktől, az időtől és munkaerőtől függ. A becslés céljait nagy általánosságban így csoportosíthatjuk: 1. kísérleti célok, 2. értékmeghatározás, 3. erdőrendezési célok, 4. tájékoztatás.

Azok a szempontok pedig, amelyekből az egyes módszerek alkalmazását meg szoktuk ítélni: 1. a pontosság, 2. az időszükséglet, 3. a munka- és költségszükséglet szempontja. Vannak olyan célok, amelyek a pontosság tekintetében támasztanak fokozott igényeket, más célokhoz ismét gyors és olcsó módszerekre van szükségünk; Ehhez képest úgy választjuk meg az alkalmazandó eljárást, ahogyan azt éppen az észszerűség kívánja.

A *kísérleti célokra szolgáló becslésektől* igen nagy pontosságot kívánunk. Azon a területen belül tehát, amelyre nézve a fatömeget meg akarjuk határozni, feltétlenül a teljesbecslést (törzsenkinti számbavételt) kell alkalmaznunk és semmiesetre sem a próbateres eljárások valamelyikét. A próbatörzsek adatait rendszerint a ledöntött és közvetlenül köbözött fáknak kell szolgáltatniuk, tehát nem elégedhetünk meg pl. az alakszámtáblázatok vagy fatömegtáblák adataival. A döntést elhagyhatjuk akkor, ha módunkban van a próbatörzsek méreteit az állófán is pontosan meghatározni. Legbiztosabb a famászószerkezetek alkalmazása, mert ezek az átlaló közvetlen alkalmazását teszik lehetségessé. Neha a távcsöves dendrométerek is alkalmazást találhatnak. De elmaradhat a döntés akkor is, ha csak viszonylagos eltérések megállapításáról van szó. Ilyenkor a fatömegtáblához folyamodhatunk.

Mind a mellmagassági átmérőket, mind a szakaszosan köbözött próbatörzsek vastagságát lehetőleg szűkreszabott kikerekítéssel kell mérni. A kikerekítés egysége a kísérleti becslések esetén általában 1 mm szokott lenni. Az átmérőket mindig két irányból mérjük. A követendő eljárás módozatait többnyire a kísérleti állomások részletes utasításai szabják meg, itt azonban azokkal különleges természetüknél fogva nem foglalkozhatunk.

A próbatörzsek számának lehetőleg nagynak kell lennie, hogy a hibák kiegyenlítődése mennél jobb legyen. A kiegyenlítést legcélszerűbben függvényábrás úton hatjuk végre (tömeggörbe, tömegegyenes), vagy *Rónai* tangens fatömegtábláit használjuk. Ekkor azonban a próbatörzseket mindenesetre az átlagos vastagságú (vagy ahhoz lehetőleg közelálló) törzsek közül kell választanunk, mert csak így kerülhetjük el azt a hibát, amely a táblázat összeállításához alapul vett *c* állandó és a faállomány tényleges állandója között esetleg fennáll. Ha a választékok kimutatására is ki kell terjeszkednünk, különösen ha nem természetes, hanem szabványos választékokról van szó, nem használhatjuk a tangensfatömegtáblákat, hanem inkább a fatömeggörbés módszerhez folyamodunk, a választékokra vonatkozó görbék külön-külön való feltüntetésével. A németek előszeretettel alkalmazták *Urich* módszerét is, mely a választékok közös feldolgozását teszi lehetővé. Különös előnyei azonban ennek az eljárásnak a fentebbiekkel szemben nincsenek. Magától értetődik, hogy a kísérleti becslések esetén a költség- és az időszükséglet kérdése a pontossággal szemben egészen háttérbe szorul.

Ha értékmeghatározásról van szó, szintén pontos becslési adatokra van szükség, de ebben a tekintetben már korántsem olyan szigorúak a követelmények, mintha kísérleti vizsgálatokat végzünk. Ilyenkor is többnyire a törzsenkinti számbavételhez folyamodunk, de a kikerekítésben már jóval több szabadságot engedhetünk meg. A 2 cm-es kikerekítési egységnél kisebbet alkalmazni teljesen fölösleges, sőt az idősebb faállományokban ennél tovább (4—5 cm-ig) is mehetünk.

Ha sok erdőrészletet kell megbecsülnünk, s azoknak az értékét *egy* összegben megállapítanunk, akkor bátran alkalmazhatjuk a fatömegtáblákat is, mert az átlagtól való eltérések kiegyenlítik egymást. Ha azonban *egyes* erdőrészletek fatömegét (és értékét) önállóan is pontosan akarjuk tudni, a fatömeggörbés eljárást, vagy Rónai tangensfatömegtábláit használjuk. Flury táblázatainak (415. lap) is igen jó hasznát vehetjük. Hartig, Draut, Urich, Baur eljárásaira nincs szükség. Azok alkalmazása hosszadalmasabb és nem is jár különös előnyökkel.

Az értékmegállapítás szempontjából igen fontos, hogy a hibás részekre eső apadék figyelembevételéről ne feledkezzünk meg. Különösen az öreg tölgyesekben kell erre nagy gondot fordítani, ahol ez a hibás hányad a legkevésbbé állandó. Szükség esetén törzsenként külön-külön kell megállapítani a leütendő, illetőleg a tűzifához csapandó rész köbtartalmát.

Ha a becsülendő erdőrészletek száma nagy, s ha az állományok kisebb értékűek, esetleg vágásra még nem is érettek, de máskülönben egyenletesek, akkor a próbateres eljárások is szóbakerülhetnek. Semmiesetre se alkalmazzuk azonban a közönséges próbát, hanem mindig csak a körös- vagy rácsospróbát, lehetőleg nagy területszázalékkal (10—20%).

Az erdőrendezési célokra szolgáló becslések mindig sok erdőrészletre terjednek ki, ezért ilyenkor általában a próbateres eljárások alkalmazása van helyén a fatömegtáblákkal kapcsolatban. A próbatörzsek döntésétől tartózkodni kell. Ezzel nemcsak igen sok időt és kiadást takarítunk meg, hanem az üzemvezetőséget is megkíméljük attól a gondtól, amelyet a nagy területen szanaszét heverő, esetleg százakra rúgó átlagtörzsek számbavétele, nyilvántartása és értékesítése okoz. Méginkább megokolja a fatömegtáblák használatát az a körülmény, hogy a választékok pontos elkülönítésére az erdőrendezőnek nincs szüksége. A szerfa és tűzifa elkülönítése általános tapasztalati adatok alapján történhetik.

Az üzemi tervek elkészítésénél megokolt a próbaterek használata helyett a törzsenkénti számbavétel. Ugyancsak, ha a faállomány sűrűségében igen nagyok az egyenetlenségek (pl. a vető- és ritkítóvágásokban), vagy a különféle értékű fafajok eloszlása igen szabálytalan ; vagy végül, ha az erdőrészlet úgyis csekély terjedelmű, akkor megokolt lehet a megbízhatóbb törzskiszámlálást alkalmazni.

A fatermési táblákat a vágás alá még nem kerülő faállományok fatömegének a meghatározására és általában tájékoztató adatok szerzésére használjuk. Fontos részük van az erdőrendezési növedékszámításban is.

Az erdőrendezési munkák során Németországban helyenkint a faállományalakszámot is jó sikerrel használják, sőt Szászországban a szembecslést is rendszeresen alkalmazzák. Ez az ottani erdők nagy egyöntetűségében leli a magyarázatát.

A fentebb mondottak főképpen a magas vágásfordulójú, egykorú vagy közel egykorú szálerdőkre vonatkoznak. Tudjuk azonban, hogy más erdőalakok is vannak.

A sarjerdő egykorú ugyan, de igen fiatal korában szokták vágni, azért sohasem ad olyan értékes, nagyméretű anyagot, mint a szálerdő. Márpedig a becslési mód megválasztásában a faállomány értékes vagy kevésbbé értékes volta igen sokat határoz : a kisebb értékű erdő becsléséhez a pontosság tekintetében nem fűzünk olyan nagy követelményeket. Ezért a sarjerdő fatömegét majd sohasem szokás teljesbecsléssel meghatározni, hanem csaknem mindig beérjük a próbateres eljárásokkal is. Mint a leggyorsabbat, a rácsospróbát használhatjuk erre a célra, ha máskülönben elég munkásunk van hozzá. A fatömeg meghatározása faállományátlagtörzsek segítségével történhetik; melyeknek mellmagassági átmérőjét a Weise-féle szabály (310. lap) szerint határozhatjuk meg. Rendezett erdőgazdaságokban, ahol a sarjerdő jellemző képei kellően kialakultak és a szem azokat már megszokta, a szembecslés is megengedhető. De előnyösen alkalmazhatjuk a fatermési táblákat is. *Ez a leggyakoribb.*

A *középerdőben* a főfák megbecslése legcélszerűbben azok szerint a vastagsági osztályok szerint történhetik, amelyeket az erdőrendező a vastagodási időszaknak[1] megfelelően állapított meg. A fatömeget magát fatömegtáblákból olvashatjuk ki.

Ehhez azonban nem használhatjuk az egykorú szálerdő fáira vonatkozó fatömegtáblákat (pl. a Grundner—Schwappach-félét), hanem csak az olyan táblázatokat, amelyek különlegesen a középerdő főfáira (tehát szabadon álló fákra) vonatkoznak. Aránylag kevés munkával készíthetünk olyan fatömegtáblákat is, amelyek a fatömeget csupán az átmérő függvényeképpen mutatják ki, tehát a magasságra nincsenek figyelemmel. A középerdő főfái ugyanis szabadon állanak, magassági növekedésükben egymást nem zavarják s azért ezekre nézve a mellmagassági átmérő és a magasság kölcsönös viszonya ugyanazon a termőhelyi osztályon belül meglehetős állandónak tekinthető. Ha semmiféle fatömegtáblánk nincs, akkor a köbtartalmat döntött próbatörzsek segítségével határozhatjuk meg, akár úgy, hogy minden vastagsági osztályra nézve külön kiszámítjuk az átlagtörzs átmérőjét, akár pedig a fatömeggörbés módszer alkalmazásával.

Ami a törzsfelvétel módját illeti, kisebb erdőrészletekben teljesbecsléssel dolgozhatunk, a nagyobb kiterjedésűekben ellenben a körös- vagy a rácsospróba is alkalmazást találhat.

Az aljfa köbtartalmát úgy határozhatjuk meg, mint a sarjerdőét. Ha ilyenkor a próbateres eljárások valamelyikével becsülünk s a főfák felvétele ugyancsak ilyen módon történik, a próbaterületre eső aljfa és főfa átmérőit egyszerre vesszük fel, de a jegyzőkönyvben elkülönítve jegyezzük be. Ha az aljfa (a sarjerdőrész) fatömegét fatermési táblákkal számítjuk ki, ismernünk kell annak sűrűségét is. A sűrűség becslésekor a főfák alatti hézagokról sem szabad megfeledkeznünk.

[1] Az erdőrendezési fogalmak magyarázatára itt nem terjeszkedhetünk ki.

A *szálalóerdőben* a fatömegbecsléssel szintén alkalmazkodnunk kell az erdőrendezés megállapította vastagsági osztályokhoz. A fatömeget szintén megfelelő fatömegtáblákból olvashatjuk ki, ha pedig ilyenek nincsenek, akkor legcélszerűbben a fatömeggörbés eljáráshoz folyamodunk, vagy esetleg minden vastagsági osztályra külön kiszámított átlagtörzset döntünk.

Amint az előzőkből látjuk, a becslési eljárás megválasztásakor sokféle körülményre kell figyelemmel lennünk s általános érvényű utasítást éppen ennél az oknál fogva nem is lehet adni. A fentebbiekben tehát csak a főbb irányelveket foglaltuk össze, a részletekre vonatkozólag azonban a becslőnek a viszonyok kellő mérlegelésével mindig saját belátása szerint kell határoznia. Általános szabályul tekintsük azt, hogy olyankor, amikor kétségek merülnek fel arranézve, hogy több becslési eljárás közül melyiket válasszuk, elvből mindig a pontosabb eljárás mellett döntsünk.

MÁSODIK RÉSZ

A KOR

Általános szemléletek

Egyes fák vagy egész faállományok korának az ismeretére az erdőbecslőnek, az erdőrendezőnek és az erdő kezelésével megbízott üzemvezetőnek egyaránt gyakran van szüksége. A kor, a fatömeg, és az egyes fatömegtényezők közt a legszorosabb vonatkozás áll fenn, s azért az olyan tapasztalati táblázatokat, amelyek az utóbbiakat a kor függvényeképpen tüntetik fel, csakis úgy használhatjuk, ha a korra vonatkozó adatokat előzetesen megszereztük. Ilyen tapasztalati táblázatok pl. a fatermési táblák is, de tudjuk, hogy az alakszám- és fatömegtáblázatok, bár tágabb határok között, szintén feltételezik a kor ismeretét. A faállományok vágási érettségének a megállapítása is elsősorban a korhoz van kötve s általában a kor alapján írja elő az erdőrendező az üzemtervben azokat az erdőrészleteket, amelyek a legközelebbi jövőben véghasználat alá kerülnek, továbbá a kor alapján készíti el a használatoknak a messzejövőre vonatkozó tervezetét: az általános vágástervet is. A növekedés menetének a kipuhatolása sem képzelhető el a korra vonatkozó adatok előzetes ismerete nélkül. A később tárgyalandó »törzselemzés« egy- és ugyanazon fatörzs különböző életkorára mutatja ki számokban és rajzban a fatömeget és annak tényezőit és szemlélteti azok időszerinti összefüggéseit.

Az alábbiakban külön fogunk foglalkozni az egyesfa és külön a faállomány korának a meghatározásával.

I. Egyes fák kora

a) *A fekvőfa kora*

Ha a törzset ledöntöttük, a tuskó felszínén megszámlálhatjuk a fa *évgyűrűit* s ebből megtudhatjuk, hogy a törzsnek az illető keresztszelvény *fölött* fekvő része hány éves. Az évgyűrűk, amint a növénytanból tudjuk, nem egyebek, mint a fa testén évről-évre keletkezett növekvési rétegek (fapalástok) keresztmetszetei. Minden évben, amikor tavasszal a nedvkeringés megindul, kezdetét veszi a fa kambiumában a sejtosztódás és ezzel az új fapalást képződése, mely aztán a tenyészeti évad végéig tart. Az évgyűrű tavaszi pásztájában rendszerint nagyobb, vékonyfalú sejtek képződnek, míg az őszi rész kisebb és vastagabbfalú sejtekből áll. Ez a tavaszi és őszi pászta közt nemcsak jelentékeny szerkezeti és színbeli különbséget okoz, hanem ezenkívül keménységi eltérésekkel is jár. A legszembetűnőbbek ezek a különbségek a keresztmetszeten annak a határvonalnak a táján, amely az őszi pászta szélét az utána következő tavaszi pásztától elválasztja. Ha ez a hirtelen színátmenet elég szembetűnő, az évgyűrűk megszámlálása nem okoz különösebb nehézséget.

Vannak olyan fafajok, amelyeknek az évgyűrűzete nagyon világos és határozott. Ilyenek pl. általában a tűlevelűek. A lombfák közül a tölgy, a szelídgesztenye, az akác, a szil és a kőris évgyűrűi láthatók igen világosan. Ezeken a tavaszi pászta nagyobb likacsai (az edények keresztmetszetei) igen jól elkülönülnek a kisüregű őszi pásztától, míg más fajoknak a likacsai általában sokkal kisebbek és nem különülnek el nagyság szerint olyan élesen, hanem az évgyűrű egész szélességében többé-kevésbbé egyenletesen oszlanak meg. Az ilyen »szórtlikacsú« fák évgyűrűit már sokkal nehezebb, sőt néha csaknem lehetetlen szabad szemmel összeszámlálni. Ilyenek pl. a nyír, a hárs, a fűzek, az éger. Hasonlóképpen gyakran okoz nehézségeket a gyertyán, a bükk és juhar évgyűrűinek a megszámlálása is.

Többnyire segíthetünk ezeken a nehézségeken, ha a vágáslapot simára vágatjuk a fejszével. Az ilyen sima felületen sokkal élesebben láthatók az évgyűrűk, mint a fűrésszel felszaggatott metszési lapon. Ha az évgyűrűk nagyon keskenyek, akkor célszerű a tuskó felületét ferdén lecsapni fejszével, ilyen módon szélesebb évgyűrűket kapunk, mintha a vágáslap merőleges a fa hossztengelyére. Az is magától értetődik, hogy elég a számoláshoz a keresztszelvény egyik felét vagy egy kisebb körcikket előkészíteni, mert az évgyűrűk számát nem az átmérőn, hanem a sugáron olvassuk le. Ha a leolvasás mindenkép nagyon nehéz, nagyítóüveggel segítünk magunkon. Ha ez sem használ, híg anilinfestékkel, felhígított tintával, kékítővel, pikrinsavval kezelhetjük a vágáslapot, ami a kisebb és nagyobb likacsok, tehát a tavaszi és az őszi pászta színárnyalatai közti ellentétet fokozza s így a számlálást elősegíti.[1] Ezek híjján néha a földdel való bedörzsölés is segíthet.

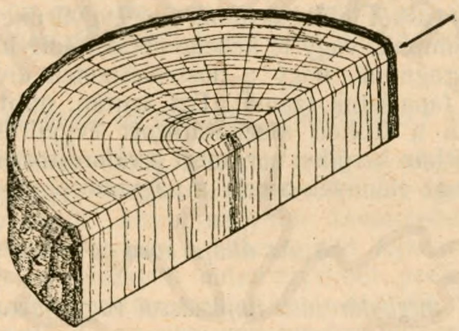
A szerző nehezebb esetekben a következő eljárást találta célravezetőnek:

A tusókóból lefűrészelünk egy vékony szeletet s azt a keresztszelvény (fiziológiai) középpontján át kettéhasítjuk. Azután az így kapott félkorong (esetleg kisebb körcikk) élét jó éles zsebkéssel

[1] *Tischendorf* szerint ez nem sokat használ.

lefaragjuk. (l. a 122. ábrán a nyilat). Ezen a sima vágásfelületen aztán, különösen nagyítóval, többnyire elég élesen lehet látni az évgyűrűket. Ez mindenesetre többet ér, mint a festőanyag használata.

Megnehezítik a számlálást az *álévgyűrűk*. Ezek gyakran teljesen hasonlók a valódi évgyűrűkhöz. De mégis megkülönböztethetők azoktól, mert nem haladnak a vágáslapon köröskörül, hanem megszakadnak s nem adnak teljes gyűrűt. Nem kerülhetjük ki a hibát akkor, ha (rossz években az elnyomott példányokon) az egyes évgyűrűk egyáltalában nem fejlődtek ki s a keresztszelvényen nincs nyomuk. Hogy ez is előfordulhat, azt a *Hartigok*, *Nördlinger*, *Flury* és *Lakari* vizsgálatai bizonyítják.[1] (*Lakari* szerint 10—15



122. ábra. Félkorong, lemetszett éllel (nyíl) az évgyűrűk megszámlálásához

évgyűrű is hiányozhatik.) Ezek azonban különleges esetek s a gyakorlatot alig érintik.

A számlálást a legkülső évgyűrűn kezdjük, ahol a farész és a kéreg érintkezik. Onnan a középpont felé haladva minden tizedik évgyűrűt irónnal jelölünk meg s a végén ezeket a vonásokat összeszámoljuk, azok számát szorozzuk 10-zel s ehhez még hozzáadjuk a legbelső vonás és a (fiziológiai értelemben vett) középpont közti évgyűrűk számát is. Így megkapjuk a törzs korát arra a keresztszelvényre, amelyben a vágáslap fekszik. Ezt azonban még nem tekinthetjük egyenlőnek a fa korával, mert addig is eltelt néhány év, amíg a fiatal csemete annakidején a tuskó magasságát elérte. Ezt a néhány évet tehát a vágáslapon leolvasott évszámhoz még hozzá kell adni, hogy a fa teljes korát megkapjuk. Kérdés: mennyit?

Erre a választ csakis tapasztalati alapon lehet megadni, s hogy ebben a tekintetben helyesen tudjunk ítélni, ahhoz helyi megfigyelésekre van szükségünk. Nagy általánosságban a következő adatokat

[1] *Tischendorf* erdőbecsléstana, 142. lap.

jegyezhetjük meg tájékozódásul: A sarjról keletkezett fák évgyűrűkorához nem kell hozzáadnunk semmit, mert a sarjak igen gyorsan nőnek s már az első évben biztosan elérik a vágáskori tuskómagasságot. A magról kelt fák korához a következő évszámot adhatjuk hozzá, hogy az illető fa valószínű teljes korát megkapjuk[1]: az akácéhoz 0—1, a nyáréhoz 0—1, a mézgás égeréhez 1, a kocsányos tölgyéhez 0—2, a kocsánytalan tölgyéhez 2—3, a bükkéhez és gyertyánéhoz 4—6, a vörösfenyőéhez 1—2, az erdeifenyőéhez 2—3, a lucfenyőéhez 4—5, a jegenyefenyőéhez 8—10 évet. Mennél vékonyabb a fa, annál alacsonyabb a tuskó, tehát annál kevesebbet kell hozzáadnunk.

Ha egészen pontosan akarnók a kort tudni, akkor vagy a föld színéig kellene a tuskót lefűrészelnünk s az évgyűrűket ezen a vágáslapon megszámolnunk, vagy le kellene azt a földig hasítanunk s az egyik felét lefaragnunk, hogy a hosszmetszeten olvashassuk le a vágáslap alatti fapalástok számát. Ezt azután, mint biztos adatot adhatnók hozzá a tuskón meghatározott évgyűrűszámhoz. Erre azonban csak ritkán kerülhet sor, mert a ráfordított munka nincsen arányban azzal az előnnyel, amely a nagyobb pontossággal jár.

b) *Az állófa kora*

α) *A kor meghatározása hajkolással vagy növedékfúróval*

A döntött fa tuskóján (a fekvőtörzs alsó vágáslapján) a törzs teljes keresztszelvénye előttünk áll s azt nehézség nélkül felhasználhatjuk az évgyűrűk megszámlálásához. Az állófán azonban gyakran nincs semmi külső jel, melyből a kort megbízhatóan meghatározhatnók. Ha az évgyűrűkhöz akarunk jutni, okvetlenül meg kell nyitnunk a fa testét, hogy a kívánt adatokat megszerezhessük. Ezt kétféle módon érhetjük el. A durvábbik eljárás az, hogy a fa tövén mély hajkot vágatunk, mely a törzs közepén túlér. Az ilyen ékalakú bevágás alsó lapja megközelítőleg vízszintes szokott lenni, a felső lapja mintegy 45°-os szöget zár be az előbbivel. Nyilvánvaló, hogy így óriási sebet kell ejtenünk a fa testén, ha az évgyűrűkhöz akarunk férkőzni s azért a kor meghatározásának ezt a módját az erdővédelmi szempontok nem engedik meg. Kevésbbé árt a fának, de azért szintén könnyen válhatik gombabetegségek okozójává a megfúrás *növedékfúróval.*

A növedékfúró leírását a III. részben találjuk meg. Lényegében külső csavarmenettel készített hengeres, belül üres fúró. Használat alkalmával ennek a csőszerű fúrónak a belsejébe nyomul be a kör-

[1] *Sóltz—Fekete* erdőbecsléstana, II. kiadás, 245. lap.

nyezetétől elválasztott, vékony, hengeres farész (dugóforgács), melyen az évgyűrűk jól látszanak. Ha sikerül a fúróval pontosan eltalálnunk a fa közepét, ahonnan az évgyűrűk kiindulnak, akkor az illető keresztszelvény korát az évgyűrűk összeszámolása útján határozhatjuk meg. Ha a fúrás a fa tövén, tuskómagasságban történt, annyi évet kell a kapott korhoz hozzáadni, amennyi ennek a tuskómagasságnak az eléréséhez nézetünk szerint szükséges volt. Jó a fúrt lyukat szurokkal vagy viasszal betömni, hogy a gombaspórák bejutását megakadályozzuk.

A kormeghatározásnak ez a módja sem mondható célszerűnek, mert hosszadalmas. Gyakran megesik, hogy a fúróval nem találjuk el a fa közepét, csak többszöri próbálgatással érünk célt. A vastagabb fákon pedig gyakran nem is használhatjuk a növedékfúrót, mert mérsékelt hosszúságánál fogva nem hatolhatunk be vele a fa közepéig.

β) A kor meghatározása az ágörvök (ágpereszlenek) megszámlálásával

A Pinus-féléken addig a korig, amíg a magassági növekvés még erőteljes, igen jól észlelhetők az *ágörvök* vagy *ágpereszlenek*. Ezek a törzset egymástól kisebb-nagyobb távolságban körülveszik. A csúcsrügy minden évben a csúcshajtást fejleszti, a csúcsrügy körül gyűrűsen elhelyezkedő oldalrügyekből pedig oldalhajtások keletkeznek, és ezek együttesen alkotják az ágörvöt. Számuk tehát a fa korával egyenlő s így nem kell egyebet tennünk, mint azokat összeszámlálnunk, hogy a kort megtudjuk. Az alsó oldalágak azonban, melyek a fának egészen zsenge korában keletkeztek, a felettük létrejövő erősebb ágörvök árnyékában hamar elpusztulnak s lehullanak. A leszáradt ágak helyén támadt forradási nyomokat a fiatalabb fapalástok teljesen benövik s ezért a törzs alján már sem az ágörvöt, sem az ágörv helyét jelző forradásokat nem találjuk meg. A számlálást tehát csak ott kezdhetjük, ahol a leszáradt ágpereszlenek nyomai még felismerhetők.

A fa csúcsáig végigszámolt ágörvök számához még hozzá kell adnunk annyi évet, amennyi nézetünk szerint szükséges volt, hogy a csemete annakidején a legalsó, még látható ágörvnyomok magasságát elérje. Ha az illető fa csúcsát a szomszédos fák takarása miatt nem láthatjuk, a legelső, még jól látható ágörvtől kezdve a számlálást ennek valamelyik oldalhajtásán folytatjuk egészen a hajtás végéig. Tudvalevőleg az oldalágakon is évente képződnek ágpereszlenek s így minden ágon annyi másodrendű ágörv található, ahány elsőrendű van a törzsnek az ág fölötti részén. Ilyen módon a fiatal Pinusok kora gyorsan és elég biztosan határozható meg. Sokkal szűkebb korlátok között alkalmazható ez az eljárás a jegenyefenyő és még korlátoltabb mértékben a lucfenyő korának kipuhatolására.

Ezek a fafajok ugyanis már nem fejlesztenek olyan határozott ágörvöket, és az ágörvök között elhelyezett oldalhajtások zavaró hatása folytán a számlálás ezeken sokkal nehezebb.

γ) *A kor meghatározása gazdasági feljegyzések alapján*

Ha tudjuk, hogy a fát mikor és hány éves korában ültették, és mikor keletkezett vetésből az az egykorú erdőrészlet, melyben az illető fa áll, akkor a kor meghatározása a legegyszerűbb számtani művelet, és amellett teljesen biztos eredményt is ad. A rendszeres erdőgazdaságokban rendszeresen nyilvántartják a teljesített erdősítéseket s így, ha teljesen egykorú faállományról van szó, ezek a feljegyzések minden egyes faegyed korának a megállapítását lehetővé teszik. Kivételesen *egyes* fákról is készítenek nyilvántartást (emlékfák, növénykertek és díszkertek faegyedei stb.). Ilyenkor a kort biztos alapon határozhatjuk meg.

δ) *A kor meghatározása szembecsléssel*

A legbizonytalanabb módszer az állófák korának a meghatározására a szembecslés. Tudnunk kell, hogy az azonos mellmagassági átmérőjű fák korában igen nagy eltérések lehetnek. *Hufnaglnak* a krajnai mészkőhegység szálalva kezelt erdeiben szerzett tapasztalatai[1] szerint pl. az átmérő és a kor között a következő összefüggések voltak:

Mellmagassági átmérő	Kor években	
cm	Jegenyefenyő	Bükk
15—29	40—190	40—190
30—39	90—210	80—120
40—49	96—240	120—305
50—80	145—385	200—280
81 és több	229—510	—

Károlyi Arpád szerint[2] pedig a 46 cm-es bükktörzsek kora a boszniai Karszton 87 és 363 év közt, a belhegységben 48 és 294 év közt váltakozott.

Igaz, hogy azonos termőhelyi viszonyok közt, s hosszabb idő óta következetesen alkalmazott gazdasági rendszer az ingadozásokat sokkal szűkebb határok közé szorítja és hogy a fa külsejéből és környezetéből a gyakorlott becslő olyan következtetéseket tud levonni, amelyek a kor helyes megítélésének a lehető-

[1] Österreichische Vierteljahresschrift 1892, 321. lap.
[2] Erdészeti Lapok, 1918, 84. lap.

ségeit szaporítják, *egyes* fák korának puszta ránézéssel való megbecslése mégis majd mindig annyi bizonytalansággal jár, amennyit a gyakorlati elfogadhatóság feltételei nem engedhetnek meg.

II. A faállomány kora

A gyakorlatban igen ritkán van közvetlen szükség arra, hogy *egyes* fák korát ismerjük, annál gyakrabban kell azonban egész *faállományok* korát tudnunk. Errenézve utalunk a jelen rész bevezetésében mondottakra.

1. Egykorú faállományok korának meghatározása

Az egykorú faállományok többnyire mesterséges úton, vetésből vagy csemeteültetésből keletkeztek, mégpedig tarvágások, erdőtelepítések nyomán. Ha az ültetés azonoskorú csemetékkel, egyszerre történt az egész területen, illetőleg, ha a vetést egyszerre hajtották végre s ha végül nem volt a területen már előzőleg természetes úton megtelepült újulat, akkor nyilvánvaló, hogy az így keletkezett erdő teljesen egykorú s ezt az egykorúságát mindvégig megtartja. Kivételesen természetes úton is keletkezhetnek egykorú faállományok, ha valamely kitűnő magtermő évben egyszerre az egész erdőrészlet területe benépesül csemetékkel. Többnyire egykorúak a sarjerdők is, mert azokat is tarvágással szoktuk kihasználni s valamennyi tuskó egyszerre sarjadzik ki. Csak az esetleges mesterséges pótlások okozhatnak kisebb koreltéréseket.

Ha vannak gazdasági feljegyzéseink (üzemnyilvántartási könyveink), amelyekből az illető faállomány keletkezésének idejét pontosan megtudhatjuk, vagy ennek híjján a személyzettől vagy a környék lakosságától kaphatunk határozott felvilágosítást az ültetés vagy vetés évére nézve, akkor ezzel a kor biztos meghatározásának az eszköze is a kezünkbe van adva. Ha ilyen adatokhoz nem u t-hatunk, vagy ha a kapott felvilágosítások helyességében okunk van kételkedni, akkor a próbatörzsekkel való kormeghatározáshoz folyamodunk.

Elméletileg elég volna egyetlenegy törzset ledönteni és annak az évgyűrűkből megállapított korát elfogadni az egész faállomány korául, ha azonban kétségeink vannak a faállomány teljes egykorúsága iránt, akkor több törzset is ledönthetünk, hogy az esetleges koreltérésekről bizonyosságot szerezzünk. Többnyire nem tekinthetjük az egykorúság fogalmával összeegyeztethetetlennek azt, ha a döntött próbatörzseket nem találjuk *tökéletesen* egykorúaknak, mert hiszen kisebb különbségeknek a gyakorlat szempontjából nincs jelentőségük. Az ilyen eltérések oka többnyire abban keresendő, hogy az eredeti erdősítésből annakidején a csemetéknek néhány százaléka kiveszett s azok helyét egy-két év mulva újabb csemetékkel »pótolták«. Ezek a pótlások rövid időközökben (többnyire évente) ismétlődnek mindaddig, amíg a fiatalos több kiegészítést már nem kíván. Ahány évig a pótlás tartott, annyi évi korkülönbség lehet a faállomány legidősebb és legfiatalabb fáinak a kora közt. Ha a döntött próbatörzsek kora ilyen kisebb eltéréseket mutat, akkor a rajtuk megállapított koroknak egyszerű számtani középarányosát fogadjuk el a faállomány korául.

2. Vegyeskorú faállományok átlagos korának meghatározása

A vegyeskorú faállomány faegyedei nem keletkeztek egyidőben. Különösen gyakoriak az ilyen erdők ott, ahol a természetes felújítás módszerét alkalmazzák, amikoris nem vágják l e az egész erdőt egyszerre (tarvágás), hanem csak részletekben, hogy a fokozatosan terjedő hézagok a fák lehulló magjáról megújulhassanak, de egyszersmind a megtelepült csemeték is az anyafák védelmében részesülhessenek. A vágás megkezdésétől annak befejezéséig hosszabb idő (10—30 év) is eltelhetik, s ezért ugyanannyi lehet a különbség a fák kora közt is. Minthogy azonban az ilyen különböző korokkal való számítás nehézségeket okozna, ilyenkor a faállomány *átlagos* korát szokás meghatározni s a számításokat és a gazdasági és az erdőrendezési természetű intézkedéseket ennek a kornak az alapján megtervezni. Ilyen módon nincs pl. akadálya annak, hogy a fatömegnek meghatározása a fatermési táblák szerint ennek az átlagos kornak az alapján történjék. Ezzel azonban az »átlagos kor« helyes értelmezésének az alapelve is tisztázódik: *Átlagos kor alatt a fentebbiek értelmében azt a kort kell értenünk, amelyben az egykorú faállomány az illető termőhelyen az adott sűrűségi és elegyarányviszonyok között azt a fatömeget adná, amelyet mint vegyeskorú faállomány valóban magában foglal.*

Ezt az átlagos kort azért egyesek *fatömegkornak* is nevezik, ellentétben a *területkorral*; erről alább szintén lesz szó. A fatömegkort képletesen így fejezhetjük ki:

$$A = \frac{V}{\Theta}$$

A jelenti a kort (aetas), Θ pedig az *átlagnövedéket*, mellyel bővebben a III. részben foglalkozunk. Az átlagnövedék egyébiránt nem más, mint a faállomány *A* év alatt létrejött fatömegének egy évi átlaga: $\Theta = \frac{V}{A}$. A fentebbi képlet ebből közvetlenül levezethető, tehát elméletileg egészen helyes alapon áll.

α) A fatermési táblák alkalmazása

A fentebbi fejtegetések után megokoltnak látszik, hogy az átlagos kort a fatermési táblák szerint határozzuk meg. Ha ismerjük a faállomány 1 holdra eső fatömegét, a sűrűséget, elegyarányt és termőhelyi osztályt, akkor a kor meghatározásának nincs akadálya. Minthogy a fatermési táblákban kimutatott fatömegek teljes sűrűségre vonatkoznak és a faállomány elegyetlenségét feltételezik, azért azok használatához az adott fatömeget először ezeknek a feltételeknek megfelelően kell átszámítanunk, hogy azt a fatermési tábla adataival összehasonlíthassuk. Amely korban az így átszámított fatömeg a fatermési tábla fatömegrovatában kimutatott adatok egyikével megegyezik, azt a kort fogadjuk el a faállomány átlagos korának. Ha a fatömeget nem találjuk meg a fatermési táblában pontosan, a közbesítéshez folyamodhatunk. Erre azonban többnyire nincs szükség, mert először is a kort csak ritkán kívánjuk pontosan tudni, másodszor pedig nagy pontosságra a fatermési táblákkal úgyis hiába törekednének, mert a valóságos termőhely csak ritkán felel meg egészen annak a termőhelyi osztálynak, amelyre a táblázatok adatai vonatkoznak.

1. példa. Egy III. termőhelyi osztályú, elegyetlen, teljes sűrűségű, de vegyeskorú bükkös egy holdra eső fatömegét 200 m³-re becsültük. Mennyi a faállomány átlagos kora?

A 439. lapon levő fatermési táblában a III. termőhelyi osztálynak megfelelő rovatban felkeressük azt a fatömeget, mely a 200 m³-hez a legközelebb áll, s az első rovatból kiolvassuk a hozzátartozó kort. Véletlenül pontosan megtalálhatjuk ezt az adatot s a megfelelő kor: $A = 100$ **év.**

2. példa. Fafaj: jegenyefenyő, termőhely IV., becsült fatömeg 1 kat. holdon 256 m³, $s = 1{\cdot}0$; $A = ?$

A 256-hoz legközelebb álló kisebb adat: 242. Ennek megfelel 90 év. A becsült 256 m³ és a 242 m³ különbsége 14 m³. Kérdés, hány évi növedéknek felel ez meg?

Az egy évre eső növedék a fatermési tábla szerint a 90 és a 100 év között 2·8. Ezzel osztva a 14 m³-t, megkapjuk az utóbbinak létrejöttéhez szükséges évek számát: $\frac{14}{2{\cdot}8} = 5$ év.

A faállomány kora tehát: $90 + 5 =$ **95 év.**

3. példa. Az adatok következők:

$$B: 0{\cdot}3 \quad V_b = 47 \text{ m}^3 \quad Th: \text{III.}$$
$$Jf: 0{\cdot}7 \quad V_{Jf} = 194 \text{ «} \quad s: 0{\cdot}7 \quad A = ?$$

Mindenekelőtt meg kell állapítanunk, mennyi volna a fatömeg fafajonként az *elegyetlen*, teljes sűrűségű faállományban? Ezt úgy számítjuk ki, hogy a becsült fatömeget osztjuk a sűrűségi és elegyarányviszonyszámmal:

$$B = \frac{47}{0{\cdot}3 \times 0{\cdot}7} = 224 \text{ m}^3; \quad Jf = \frac{194}{0{\cdot}7 \times 0{\cdot}7} = 396 \text{ m}^3.$$

Ezekután már megállapíthatjuk a megfelelő korokat a fatermési táblából.

A legközelebbi kisebb fatömeg:

1. a bükkre nézve:	217 m^3, ennek megfelel	110	év
2. a jegenyefenyőre nézve:	384 « « «	110	«

A különbségek osztva a folyónövedékkel:

$$1.\ B: \frac{224-217}{1{\cdot}5} = 4{\cdot}7 \text{ év};$$

$$2.\ Jf: \frac{396-384}{2{\cdot}4} = 5{\cdot}0 \text{ év}.$$

A fatömegkor tehát lesz:

1. a bükkre nézve	110 + 5 = 115 év
2. a jegenyefenyőre nézve	110 + 5 = 115 «

Az egész faállomány átlagos kora tehát: **115 év.**

4. példa. $B: \ 0{\cdot}3;\ V_B = 50\ m^3$; $Jf: \ 0{\cdot}7;\ V_{Jf} = 220\ m^3$; $Th = \text{III.},\ s = 0{\cdot}8,\ A = ?$

Teljes elegyetlenségre és sűrűségre átszámítva:

$$B = \frac{50}{0{\cdot}3 \times 0{\cdot}8} = 208\ m^3 \quad Jf = \frac{220}{0{\cdot}7 \times 0{\cdot}8} = 393\ m^3.$$

Ennek megfelel:

$$B:\ 100 + \frac{208-200}{1{\cdot}7} = 105 \text{ év};\ Jf:\ 110 + \frac{393-384}{2{\cdot}4} = 114 \text{ év}.$$

Itt tehát az egyes fafajokra nézve más-más kort kaptunk. Ha ragaszkodunk ahhoz, hogy az egész faállományra egyetlen *átlagos* kort határozzunk meg, s nem akarjuk a kor kiszámításába a területet is belevinni, akkor a fentebbi koroknak a fatömegek aránya szerint kiszámított átlagát kell megállapítanunk.

$$A = \frac{105 \times 50 + 114 \times 220}{220 + 50} = \mathbf{112\ \text{év.}}$$

β) Az átlagos kor kiszámítása a fatömeg és átlagnövedék szerint

Tudjuk már, hogy $A = \frac{V}{\Theta}$. Ha tehát a képlet jobboldalán szereplő tagok értékét ismerjük, ezzel a fatömegkor is adva van. A V, a faállomány fatömege, az egyes vastagsági fokok (vastagsági osztályok), fatömegéből tevődik össze, azaz:

$$V = V_1 + V_2 + \ldots V_x,$$

éppenígy:

$$\Theta = \Theta_1 + \Theta_2 + \ldots + \Theta_x$$

Eszerint:

$$A = \frac{V_1 + V_2 + \ldots\ldots\ldots + V_x}{\Theta_1 + \Theta_2 + \ldots\ldots \Theta_x}$$

De

$$\Theta_1 = \frac{V_1}{A_1},\ \Theta_2 = \frac{V_2}{A_2}, \ldots\ldots \Theta_x = \frac{V_x}{A_x}$$

S így

$$A = \frac{V_1 + V_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + V_x}{\frac{V_1}{A_1} + \frac{V_2}{A_2} + \ldots\ldots\ldots\ldots + \frac{V_x}{A_x}}$$ [1]

Ha ezt a képletet akarjuk gyakorlatilag alkalmazni, azt csak úgy tehetjük, ha a faállomány fatömegét előzetesen meghatároztuk, mégpedig vastagsági osztályok alakításával. Így kapjuk a $V_1 \ldots\ldots V_x$ értékeket. A döntött átlagtörzseken azután megállapítjuk az egyes osztályok átlagos korát ($A_1 \ldots A_x$). Ha minden vastagsági osztályból több törzset döntetünk, akkor azok korának számtani átlagát számítjuk ki s azt helyettesítjük a képletbe.

1. *példa.* Tegyük fel, hogy három vastagsági osztályt alakítottunk s azok egy holdra eső fatömegét a következőknek találtuk: $V_I = 34$ m³, $V_{II} = 61$ m³, $V_{III} = 105$ m³. A döntött átlagtörzsek kora a következő volt:

I. vast. oszt. $\left.\begin{matrix}86\\92\end{matrix}\right\}$ átlag 89 év, II. vast. oszt. $\left.\begin{matrix}100\\108\end{matrix}\right\}$ átlag 104 év, III. v. o. $\left.\begin{matrix}106\\114\end{matrix}\right\}$ átlag 110 év.

Eszerint:

$$A = \frac{34 + 61 + 105}{\frac{34}{89} + \frac{61}{104} + \frac{105}{110}} = \mathbf{104\ év.}$$

2. *példa.* Egy elegyes faállományban a becslés eredménye a következő volt (egy kat. holdon):

Fafaj	Vastagsági osztály	Fatömeg m³	A próbatörzsek átlagos kora
Lucfenyő	I.	20	68
Lucfenyő	II.	100	84
Lucfenyő	III.	80	90
Bükk	I.	30	82
Bükk	II.	50	94
Bükk	III.	120	99

[1] Ezt a képletet *Smalian* ajánlotta először (Enleitung zur Untersuchung des Waldzustandes, Berlin, 1840, 33. lap), bár az alkalmazására nézve némikép más felfogással, mint az fentebb értelmezve van.

Kiszámítandó az átlagos kor:

$$A = \frac{20+100+80+30+50+120}{\frac{20}{68}+\frac{100}{84}+\frac{80}{90}+\frac{30}{82}+\frac{50}{94}+\frac{120}{99}} = \mathbf{89\ év.}$$

γ) Az átlagos kor kiszámítása csupán a fatömeg szerint[1]

A képlet alakja ez:

$$A = \frac{V_1 A_1 + V_2 A_2 + \ldots\ldots + V_x A_x}{V_1 + V_2 + \ldots\ldots + V_x}.$$

A betűjelzés ugyanaz, mint a fentebbiekben.

Akár a *β*, akár a *γ* alatti képleteket alkalmazzuk, nem érünk el használható eredményt akkor, ha a faállományban igen nagy korbeli eltérések vannak. Különbenis, ezek a képletek olyan adatokat kívánnak, amelyeknek a megszerzése körülményes. Ezért gyakorlati jelentőségük alig van.

δ) Az átlagos területkor kiszámítása

Ha a faállomány különböző korú faegyedcsoportjainak a területét ismerjük, ezeknek a területeknek alapján is kiszámíthatjuk az átlagos kort. Ez az eljárás ugyan nem felel meg a helyesen értelmezett átlagos kor elméletének (458. old.), de egyszerűsége miatt mégis gyakran talál alkalmazást. A különféle korokra eső területek aránya többnyire az elegyarányszámokban nyer kifejezést. Ha pl. az elegyarány:

B : 0·4 100 éves
Jf : 0·6 120 éves, akkor ez azt jelenti, hogy a 100 éves bükk a terület 0,4 részét, a 120 éves jegenyefenyő pedig 0,6 részét foglalja el. A területszinti átlagkort ebben az esetben így számítanók ki:

$$A_t = \frac{0{\cdot}4\times100+0{\cdot}6\times120}{0{\cdot}4+0{\cdot}6} = \mathbf{112\ év}$$

A kor ilyetén meghatározásának általános képlete egyébként:

$$A_t = \frac{A_1 T_1 + A_2 T_2 + \ldots\ldots + A_x T_x}{T_1 + T_2 + \ldots\ldots + T_x}, \text{ ahol } T_1 \ldots\ldots T_x$$

[1] Ezt is többen ajánlották (*Smalián*, *Gümbel*, a két *Heyer*), de leginkább ismeretes a *Block*-féle átlagkor neve alatt. (Lásd *Tischendorf* könyvének 147. oldalát és *Müller* Erdőbecsléstanának 3. kiad. 343. oldalát.)

az egyes korcsoportok elfoglalta területeket, $A_1 \ldots\ldots A_x$ az illető területeken álló fák korát (esetleg átlagos korát) jelenti.

Az ritkán fordul elő, hogy ezeket a területeket a maguk valódi nagyságában ismerjük, mert hiszen azok az erdőrészleteken belül a természetben nincsenek elkülönítve,[1] hanem rendszerint tarka összevisszaságban keverednek egymással. Ilyenkor tehát csak viszonylagos területi adatokat lehet meghatároznunk. Ez a gyakorlatban többnyire szembecsléssel történik. Ez azonban nem akadálya annak, hogy a fentebbi képletet ne alkalmazzuk úgy, amint azt az előző példában is bemutattuk.

Tegyük fel, hogy valamely elegyetlen faállományban a korelosztást szembecsléssel így ítéltük volna meg:

B : 0·3 — 100 éves
B : 0·2 — 120 «
B : 0·5 — 130 «

$$A_t = \frac{0{\cdot}3 \times 100 + 0{\cdot}2 \times 120 + 0{\cdot}5 \times 130}{0{\cdot}3 + 0{\cdot}2 + 0{\cdot}5} = \mathbf{119}\ \textbf{év.}$$

Minthogy a területkor kiszámítása jóval egyszerűbb, mint pl. a fatömeg és az átlagnövendék szerinti átlagkor meghatározása, ez az eljárás a gyakorlat céljaira elfogadható, különösen, ha az adatok megszerzése nem fáradságos (pl. üzemtervből átvehetők) és ha a korok nem ingadoznak túlságosan tág határok közt.

ε) *Az átlagos kor meghatározása a próbatörzsek korának számtani átlaga szerint*

A gyakorlat az átlagos kor meghatározására túlnyomóan ezt a módszert alkalmazza. Ehhez különböző vastagságú próbatörzsek döntése szükséges, melyeknek a korát az évgyűrűkből határozzuk meg, s az így kapott korok számtani középarányosát számítjuk ki. Ha a próbatörzsek száma elég nagy, akkor az így kiszámított átlagos kor többnyire csak igen kevéssé tér el a valódi átlagkortól. Mennél nagyobb a korkülönbség a faállomány törzsei közt, annál több próbatörzset kell döntenünk, hogy megbízható adatokhoz jussunk. Többnyire elegendő azonban 3—5 törzs.

Példák: Számítsuk ki a faállomány átlagos korát az *α* és *β* pont alatti példákban foglalt adatok alapján (1. és 2. példa).

[1] Ekkor már külön-külön erdőrészleteket alakítanának a feltűnően különböző részekből, s minden ilyen részlet korát külön tüntetnők fel az erre vonatkozó kimutatásokban.

Az 1. példa adatai szerint:

$$A = \frac{86 + 92 + 100 + 108 + 106 + 114}{6} = \mathbf{101\ év}$$

(ezzel szemben az elméletileg helyes kor: 104 év volt).

A 2. példa adataiból:

$$A = \frac{68 + 84 + 90 + 82 + 94 + 99}{6} = \mathbf{86\ év}$$

(a más úton kiszámított 89-el szemben).

ζ) A gazdasági kor

A gazdasági kor az a kor, amely alatt a faállomány *szabályszerű gazdálkodás esetén* elérhetné azt a fatömeget, amellyel az adott viszonyok közt valósággal bír. Ha a faállomány keletkezése és növekedése rendes lefolyású volt, akkor a valódi és a gazdasági kor között nincs különbség, néha azonban ilyen eltérések előfordulhatnak, mégpedig nemcsak a vegyeskorú, hanem az egykorú faállományokban is.

Tegyük fel például, hogy valamely jegenyefenyvesben egy kiválóan jó magtermő évben sűrű újulat keletkezett, a vágás azonban még csak 20—30 év múlva következett el. Minthogy a jegenyefenyő csemeték a beárnyékolást igen hosszú időn keresztül kibírják, könnyen megtörténhetik, hogy a vágás idejéig a keletkezett újulat megmarad és a fokozatos felszabadítás után mint új »főállomány« a kihasznált öreg erdő helyébe lép. Ha azonban az ilyen fiatalos hosszú időn át árnyékban volt, ez alatt az idő alatt csak igen lassan fejlődött s messze mögötte maradt azoknak a faállományoknak, amelyek elejétől fogva szabadon fejlődtek. Az elnyomott újulat csak akkor indulhat gyorsabb fejlődésnek, amikor a beárnyékolás megszűnik. Ezért, ha pl. az ilyen módon keletkezett faállomány fatömegét a fatermési tábla szerint a *valódi kor* alapján határoznók meg, nagyobb fatömeget kapnánk a valóságosnál.

Minthogy pedig a gazdasági számítások szempontjából nem az a fontos, hogy a faállomány élettani korát ismerjük, hanem az, hogy olyan koradatunk legyen, melynek alapján biztos fatömeg- és növendékszámításokat végezhessünk, annálfogva az ilyen, kezdetben hosszabb ideig elnyomott faállományok korát tervszerűen csökkentenünk kell, ha annak az említett célra hasznát akarjuk venni. Ez a módosított kor: *a gazdasági kor.*

A döntött próbatörzsek tuskóján gyakran igen jól meg lehet állapítani, hogy mely korig volt az illető fa elnyomva. Az elnyomás ideje alatt keletkezett évgyűrűk sokkal keskenyebbek, mint a későbbbiek, amelyek már rendes fejlődésről tesznek bizonyságot.[1] Ezeket a rendes évgyűrűket teljes számukkal vesszük számba, az elnyomott évgyűrűk számát azonban mérsékelnünk kell. Ha vannak a közelben szabályos fejlődésű fiatalosok, melyek korát akár az üzemtervből, akár közvetlen becslés alapján már ismerjük, akkor azokon megállapíthatjuk, hány évet számíthatunk arra az átmérőre, amelyen belül az elnyomott évgyűrűk vannak. Ezt a kort adva azután hozzá a rendes fejlődésű évgyűrűk számához, kapjuk az illető törzsek *gazdasági korát.* Ezekből aztán, ha vegyeskorú erdővel van dolgunk, éppenúgy számíthatjuk ki az átlagos kort, amint azt az előzőkben írtuk le.

Lorey az elnyomott évgyűrűk átmérőjének megfelelő szabályos kor könnyebb meghatározására a egenyefenyőre vonatkozólag a következő adatokat adja.[2]

Ha a keskeny évgyűrűkre eső rész szélessége mm-ekben:

5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70,

akkor az ezekre eső szabályos kor években:

8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22.

A gazdasági kor megállapításakor, minthogy ennek a célja elsősorban a fatermési táblák használhatóságának biztosítása, feltétlenül tudnunk kell, hogy az illető táblázatok milyen eredetű faállományokra vonatkoznak. Ha például a fatermési táblák szerkesztéséhez felhasznált faállományok mind bizonyos beárnyékolás alatt fejlődtek, akkor a gazdasági kort is ilyen értelemben kell felfognunk, s az elnyomott évgyűrűk teljes számát be kell tudnunk a korba. Csak kivételes esetekben, ha az elnyomás korszaka szokatlanul hosszú volt, alkalmazhatunk ilyenkor is bizonyos mértékű csökkenést.

A helyes gazdasági kort, mint a fentebbiekből kiviláglik, biztosan megállapítani nem tudjuk, ilyenkor mindig csak hozzávetőleges becslésről lehet szó.

η) *A vezérállomány kora*

Tulajdonképpen ez is a gazdasági kor egy neme. Ha a jelenleg még fiatalabb faállomány korát abból a célból határozzuk meg, hogy annak alapján a messze jövőben várható fatömegre következtethessünk, azaz, hogy az a kor, amely szerint a fatermési táblából a fatömeget kiolvassuk, valóban megfeleljen az annakidején ural-

[1] V. ö. *Roth Gyulának* az Erdészeti Kísérletek 1909. évi kötetében megjelent cikkével: »Adatok az erdőlés élettani hatásához« (713. lap) és az ahhoz tartozó fényképrajzokkal.

[2] Ertragstafeln für die Weisstanne, II. kiadás, 1897, 10. lap.

kodó kornak, figyelemmel kell lennünk azokra az élettani folyamatokra is, amelyek a vegyeskorú erdőben az átlagos kor alakulására hatással vannak.

Ha idősebb, tehát erősebb fák fiatalabb fákkal vannak keverve a faállományban, ezek a nagyobb méretű, uralkodó faegyedek huzamosabb idő alatt sokat elnyomnak a fiatalabb, gyengébb egyedek közül, s az idők folyamán mindinkább az idősebb fák kora kezd érvényesülni. És ha ezek az idősebb korosztályok túlsúlyban vannak, az is bekövetkezhetik, hogy a fiatalabb fák teljesen eltűnnek idővel a faállományból és az uralmat kizárólag a magasabb korosztályok veszik át.

Ha tehát mi már *most* azt a kort akarjuk megadni, amelynek alapján a vágás esedékességének az idejére szóló fatömegszámításokat végezzük, akkor a faállomány jelenlegi átlagos korát megfelelően emelnünk kell. Ennek az emelésnek a mértékét a becslőnek belátása szerint kell megítélnie. Önként értetődik, hogy nagyobb biztosságot ebben az irányban sem lehet elérni.

Példa. Valamely faállományban a korösszetétel a következő:

Jegenyefenyő	0·8—30	éves
«	0·2—10	«

és a 10 éves fák többé-kevésbbé egyenletesen vannak elszórva a 30 évesek között. Nyilvánvaló, hogy mire a faállomány vágásra kerül (mintegy 70 év mulva), azokból a fákból, amelyek most 10 évesek, alig lesz meg egynéhány, mert az uralkodó 30 évesek azokat ilyen hosszú idő alatt majdnem mind el fogják nyomni. Ezért, ha a vágáskori fatömeg kiszámításához van szükségünk a kor ismeretére, bátran vehetjük a jelenlegi kort egyenlőnek a 30 éves »vezérállomány« korával s a 10 éveseket egyszerűen mellőzzük.

Az erdőrendezés terén a kor ilyen megállapításának néha ugyan van jogosultsága, tartózkodni kell azonban a túlságosan messzemenő következtetésektől.

ϑ) Szembecslés

Az előzőkben tárgyaltakból tudjuk, hogy a fák korának szemmel való megbecslése igen bizonytalan. De bár *egyes* fákra nézve az elkövetett hiba igen tág határok között mozog, a faállományok becslésében ez a bizonytalanság jelentékenyen mérséklődik.

Az illető gazdaság viszonyait ismerő becslő az egykorú vagy közel egykorú faállományok korát elég biztonsággal tudja megítélni, s 10—20 évnél többet ritkán téved. Ha azonban nem csupán tájékoztató, hanem olyan adatokra van szükségünk, amelyek alapján nyugodtan végezhessünk gazdasági számításokat, akkor a fentebb leírt eljárások egyikéhez kell folyamodnunk s a faállomány korát a gazdasági feljegyzések, vagy a döntött próbatörzsek szerint kell meghatároznunk.

HARMADIK RÉSZ

A NÖVEDÉK

Általános szemléletek

»Növedék« alatt általában a gyarapodás folytán létrejött méretkülönbséget értjük. Ha pl. valamely fa hossza ma 10 m, öt év előtt ellenben csak 8 m volt, akkor a két méret különbsége, azaz 10—8=2 m nem más, mint az illető fa magasságának a növedéke az elmúlt öt év alatt. Ilyen értelemben beszélhetünk a fára (és egyszersmind a faállományra) vonatkozólag a magassági növedéken kívül még az átmérő növedékéről (vastagsági növedék), továbbá a keresztszelvény (körlap) és a köbtartalom növedékéről is.

A fatömegtényezők és a fatömeg növedékének következő fajait különböztethetjük meg: *a)* folyónövedék (z), *b)* átlagnövedék (ϑ). A folyónövedék alatt általában azt a tényleges gyarapodást értjük, amely valamely időszakasz alatt létrejön. Ha ennek a hossza 1 év, akkor *folyó évi növedékről, ha több év, folyó korszaki növedékről* és végül, ha a fa vagy a faállomány egész életkorára kiterjed: *összes növedékről* (vagy *össznövedékről*) beszélünk. Folyónövedék alatt, ha annak természete nincs pontosabban megjelölve, közönségesen a folyó *évi* növedéket szokás érteni.

Az átlagnövedéket úgy kapjuk, ha a folyónövedéket elosztjuk annak a korszaknak az évei számával, amely alatt az illető folyónövedék létrejött. Ilyen értelemben megkülönböztetünk *korszaki* és *közönséges átlagnövedéket*, vagy egyszerűen *átlagnövedéket*. Az utóbbi a fa vagy a faállomány *egész* korára vonatkozik.

Példa. A .....lapon lévő fatermési táblának a bükkre vonatkozó adatai szerint az egy kat. holdra eső fatömeg az I. termőhelyi osztályon a 90 éves korban 275 m^3, a 100 éves korban 297 m^3. A 10 éves korszakra eső folyó korszaki növedék tehát a fentebbiek értelmében: 297 — 275 = 22 m^3, a »korszaki átlagnövedék«: $\frac{22}{10} = 2{,}2$ m^3. A folyó évi növedék közvetlen meghatározása a fatermési táblákból nem áll módunkban, mert ez azt feltételezné, hogy a fatömeg minden előfordulható korra ki legyen mutatva. Ha pl. ismernők a 92 éves és a 93 éves faállomány tömegét, akkor a kettő különbsége adná erre az egyéves korszakra a folyó évi növedéket. Megjegyezhetjük, hogy az utóbbi nagyon közel áll a korszaki átlagnövedékhez, azért az utóbbival rendszerint helyettesíthető. Ez azonban csak akkor van így, ha a korszak, melyre az átlagnövedéket vonatkoztatjuk, *rövid*.

Az »össznövedék« a 100 éves faállományra nézve 297 m^3, a közönséges átlagnövedék, vagy egyszerűen »átlagnövedék« $\frac{297}{100} = 2{,}97$ m^3.

A növedékszámításnak elsősorban az erdőrendezés szempontjából van jelentősége. A vágás évére várható fatömeget a jelenben megbecsült fatömeg alapján csak úgy állapíthatjuk meg, ha az utóbbihoz hozzáadjuk a megfelelő növedéket. Ilyen alapon vannak a »részletes véghasználati terv« adatai kiszámítva, de ezenkívül még más helyen is szükségünk van a növedékre. A növedékkel egészül ki újra meg újra az erdő fakészlete, s csak a folytonos kiegészítés teszi lehetővé az erdőgazdaság fatőkéjének állandó fenntartását. A növekedés törvényei a faállomány *értéknövekedésével* is a legszorosabb összefüggésben vannak, végül tudományos jelentőségük is van, ezért szükséges, hogy azokkal megismerkedjünk s a növedék kiszámításának módjaival foglalkozzunk. A növekvés menetének a korral, termőhellyel, fafajjal és a faállományszerkezeti viszonyokkal való vonatkozásait az erdőbecsléstannak egy mindinkább önállósuló ága: *a faterméstan* tárgyalja. Ennek az ismeretágnak rendkívül kiterjedt irodalma van, azonban erre a tárgyra nem térhetünk ki részletesen, s csak vázlatosan fogunk foglalkozni a fontosabb tételekkel.

A) *Az egyesfák növedéke*

A növedéket vagy feltétlen nagyságban, vagy viszonyszám alakjában fejezhetjük ki. A gyakorlatban mind a két módot alkalmazzák. Az alábbiakban külön-külön fogunk a növedéknek ezzel a két alakjával foglalkozni.

I. Az egységekben kifejezett növedék meghatározása

1. A magassági növedék

Ha a fekvőtörzs felső részéből egy darabot levágunk, a vágáslapon megszámlált évgyűrűk azt mutatják, hogy hány év kellett a levágott rész kifejlődéséhez. A levágott résznek a hossza a magasságnak erre az időre eső korszaki növedéke. Ha ezt a növedéket a korszak évei számával osztjuk, a korszaki átlagnövedéket kapjuk. A fa egész magassága az össznövedék, annak a fa egész korával mért hányadosa pedig a magasság átlagnövedéke. Ha valamely határozott hosszúságú korszakra keressük a magassági növedéket, a törzs felső végéből akkora darabot kell levágnunk, hogy a vágáslapon a korszaknak megfelelő évgyűrűszámot találjuk, mégpedig úgy, hogy a legbelső évgyűrű már csak pont alakjában jelentkezzék. Ha ez az első kísérletre nem sikerül, újabb darabot vágunk le vagy a törzsből, vagy a csúcsrészből mindaddig, míg a leolvasott évgyűrűk száma pontosan meg nem egyezik annak a korszaknak a hosszával, amelyre nézve a magassági növedéket meg akarjuk állapítani. Azután mérővesszővel lemérjük ennek a vágáslapnak távolságát a csúcstól: ez lesz a korszaki növedék és ennek a korszak éveivel számított hányadosa adja a korszaki átlagnövedéket.

Állófákon a magassági növedéket rendszerint nem tudjuk meghatározni, kivéve a fiatal tűlevelűeken (elsősorban a Pinus-féléken), ; ezeknek ágörvei világosan mutatják a folyó évi növedéknek megfelelő magassági különbségeket. A növedék meghatározása gyakorlatilag úgy történik, hogy az illető korszak végén és elején létrejött ágörv magasságát (a talaj vagy a szemsík felett) magasságmérővel meghatározzuk s a két adat különbségét kiszámítjuk. Magától értetődik, hogy megbízható adatokat csakis pontos magassági körrel felszerelt műszerrel kaphatunk.

2. Az átmérő növedéke (vastagsági növedék)

A vastagsági növedéket a törzs átmetszésével, vagy a *növedékfúró* segítségével határozzuk meg. A törzs keresztmetszete évgyűrűivel világosan feltárja előttünk a vastagodás menetét az illető keresztszelvény egész élettartamára s ha a keresztszelvény előttünk áll, a reá fektetett mérce segítségével akár az egyes években létrejött vastagsági folyónövedéket külön-külön, akár több évgyűrű együttes szélességét — *korszaki növedék* — közvetlenül meghatározhatjuk. Ha azonban a törzset valami oknál fogva nem metszhetjük keresztül, akkor a *növedékfúróhoz* kell folyamodnunk. A növedékfúrót *Pressler Miksa* találta fel[1]. Azóta a növedékfúró többféle javításon ment keresztül, jelenleg a legjobbak a *Mattson*-féle svéd növedékfúrók (Forstwissenschafliches Zentralblatt, 1911, 247. old.). Alakjukat a 123. ábra mutatja be.

Az 1. ábrán az eszköz tokját s egyszersmind fogantyúját látjuk. Használaton kívül a fúró és a nyelv is ebben rejthető el. A fúró felső végének a befogadására a tok közepén látható négyszögletes nyílás szolgál (világosság kedvéért üresen hagyva).

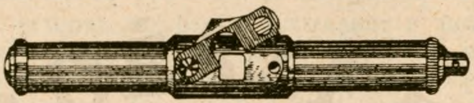
Hogy a fúrótest ki ne essék, azt egy sarkosan elforgatható zárólemez (l. (*1.*) biztosítja. A 2. ábra a fogazott végű félcsőszerű *nyelvet*, 3. pedig a használatra kész fúrót szemlélteti.

[1] Rationeller Waldwirt, 5. füzet, Drezda, 1865.

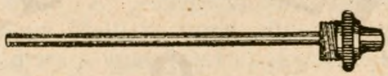
A fúrótest belül üres, hengeres, alul éles, hogy fúráskor vághasson s a kikerülő hengeres facsap egy darabban maradjon.

A fúrót a fa hossztengelyére merőlegesen fúrjuk be annak a keresztszelvénynek a síkja mentén, amelyre a vastagsági növedéket megakarjuk állapitani. Ha a kellő mélységig befúrtunk, a fogazott nyelvet a cső belső fala és a benne levő facsap közé nyomjuk be. Azután a fúrót visszafelé csavarjuk, amikoris a facsap letörik, s azt a nyelvvel kihúzhatjuk. Ezen a dugóforgácson az évgyűrűk

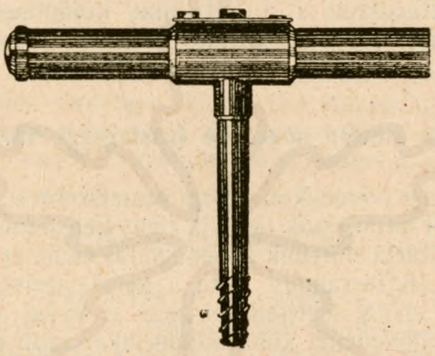
1.



2.



3.



123. ábra. A növedékfúró (Mattson-gyártmány). *1:* használaton kívül, *2:* kihúzónyelv, *3:* használatra készen.

metszeteit láthatjuk s a mérce segítségével lemérhetjük azoknak szélességét akár egyenként, akár csoportonként. Az első esetben a folyó évi növedékek, az utóbbiban a korszaki növedékek értékének a felét kapjuk. Minthogy ugyanilyen növedékek jöttek létre a keresztszelvény tulsó felén is, az így kapott eredményeket még meg kell szoroznunk 2-vel. Figyelemmel azonban arra, hogy az évgyűrűk szélessége a gyűrű egyes részein különböző lehet, célszerűbb a törzset két szembenfekvő oldalon megfúrni s a vastagsági növedékeket az így kapott adatok összegezése útján határozni meg. Sőt, ha nagy pontosságra van szükség, még keresztben is meg kell fúrnunk a fát, hogy a növedékeket több adat átlagából számíthassuk ki.

Természetes, hogy a sok fúrás időrabló munka és a fa minőségének is árt, ezért — ha lehet — tartózkodunk ettől. A fúrt lyukat az élőfán célszerű ojtóviasszal vagy faggyúval betömni. Állótörzseken a fúrót rendszerint csak a mellmagassági átmérő növedékének a meghatározására szoktuk használni.

1. példa. Egy állótörzset mellmagasságban megfúrva, a 10 legkülső évgyűrű vastagságát a dugóforgácson (kéreg nélkül) 6·5 mm-nek találtuk. Eszerint a legutolsó 10 év vastagsági növedéke $6 \cdot 5 \times 2 = 13$ mm. Ez a korszaki növedék. Az egy évre eső korszaki átlagnövedék pedig $\frac{13}{10} = 1{,}3$ mm.

2. példa. A fát négy oldalán (keresztben) megfúrva, a külső 10 évgyűrű szélességét a következőnek találtuk: 7·6, 7·9, 7·4, 8·2 mm.

Eszerint a korszaki folyónövedék:

$$\frac{7 \cdot 6 + 7 \cdot 9 + 7 \cdot 4 + 8 \cdot 2}{2} = 15 \cdot 55 \text{ mm},$$

a korszaki átlagnövedék pedig: 1,56 mm.

3. A keresztszelvény (körlap) növedéke[1]

Ha az átmérő valamely n éves korszak elején d, a korszak végén D, akkor a körlap korszaki növedéke:

$$z_g = \frac{\pi}{4} D^2 - \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2)$$

a korszaki átlagnövedék pedig:

$$\vartheta_g = \frac{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)}{n}$$

Gyakorlatilag célszerűbb a körlaptáblát használni, mert abból a körlapok területét minden számítás nélkül olvashatjuk ki s így a $\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$ helyett egyszerű levonással mindjárt a $(G - g)$ értékét kaphatjuk. A D-t és a d-t az átvágott fa keresztszelvényén közvetlenül mérhetjük le, különben pedig közvetve a növedékfúró segítségével határozhatjuk meg.

[1] A folyónövedéket aszerint, amint egyes fákról, vagy faállományról van szó, z-vel, ill. Z-vel, az átlagnövedéket ϑ-val, illetőleg Θ-val szokták jelölni.

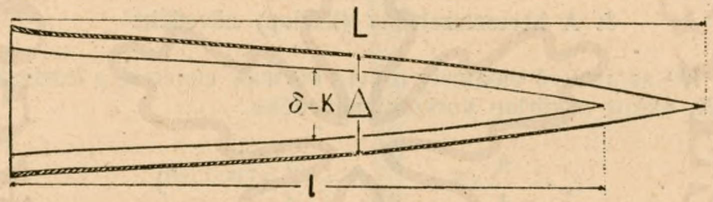
4. A fatömeg növedékének meghatározása

a) *A fekvőfán*

α. *A növedék meghatározása egészben*

A fatömeg növedékét valamely *n* éves korszakra (z_{v_n}) úgy kapjuk meg, hogy a korszak végén meglevő fatömegből (V) levonjuk a korszak elején létezett fatömeget (v); tehát $z_{v_n} = V - v$.

A fatömegeket magukat bármely testmértani képlettel meghatározhatjuk. A pontosság tekintetében itt is ugyanaz áll, mint amit a testmértani köbözésről szóló részben erre vonatkozólag mondottunk már. Legegyszerűbb a *Huber-féle képlet* alkalmazása; nagyobb pontosságot biztosít, de két átmérő megmérését kívánja meg *Schiffel* képlete. Az eljárás lényege azonban minden képlet alkalmazása esetén ugyanaz, azért itt csak a *Huber*-féle eljárással fogunk foglalkozni.



124. ábra. A fekvő törzs tömegnövedékének meghatározása a $v = \gamma\, l$ képlettel. *Δ :* jelenlegi átmérő kéreggel, *δ-k:* az *n* év előtti átmérő kéreg nélkül

A 124. ábra fekvő törzset ábrázol; ennek hosszát (L) mérőszalaggal, középátmérőjét (Δ) átlalóval határozzuk meg. A törzs köbtartalmát $V = \frac{\pi}{4}\Delta^2 \cdot L$ a hengertáblából olvashatjuk ki. Feltünteti az ábra az *n* év előtt létezett törzs szegélyvonalát is. Legyen ennek a forgási testnek a középátmérője δ, a hossza l, köbtartalma tehát: $\left(v = \frac{\pi}{4}\delta^2 \cdot l\right)$. Ezt is a hengertáblában kereshetjük meg, ha a δ-t és l-et ismerjük. Az *n* évi tömegnövedéket a két köbtartalom különbsége adja, azaz: $z_{v_n} = V - v$.

Az l-et úgy határozzuk meg, hogy a törzs csúcsából az *n* évnek megfelelő darabot levágjuk. A vágáslapon *n* évgyűrűnek kell lennie.

Ezt a szelvényt többnyire csak próbálgatással lehet megtalálni. Ha kevesebb évgyűrűt számolunk, a törzsből fűrészelünk le még egy szeletet, ha többet, a csúcsrészből. Ha pl. a 10. évi növedéket akarjuk kiszámítani és az első átfűrészelésre csak 7 évgyűrűt találtunk volna, a törzsből még egy darabot kell levágnunk (legyen pl. ennek a hossza 30 cm), ha ott azonban még mindig csak 9 évgyűrű volna látható, még egy kissé (pl. 20 cm-rel) meg kell azt rövidítenünk. Ezeknek a daraboknak a hosszát (itt 30 + 20 = 50 cm) az l hosszába bele kell számítani.

Ha az l-et ismerjük, felkeressük a mérőszalagon annak a felét s ott a növedékfúróval befúrva, meghatározzuk a δ-t. Ez úgy történik, hogy a jelenlegi (kéregben mért) átmérőből levonjuk a dugóforgácson megmért n évi vastagsági növedéket (egyoldali fúrás esetén n évgyűrű együttes szélességének a kétszeresét). Igaz, hogy a a jelenlegi kéreg, mely azon a keresztszelvényen található, esetleg nem egyezik pontosan azzal a kéregvastagsággal, mely annakidején a törzsnek ezen a helyén volt, biztos alapunk azonban a multban létezett kéregvastagság meghatározására úgy sincs, és azért, minthogy a *Huber*-féle eljárás úgysem biztosít nagyobb pontosságot, fölösleges volna hosszadalmasabb fogásokhoz folyamodni, amelyekkel a kéregre vonatkozó adat pontosságának valószínűségét esetleg fokozhatnók. (Az ábrán δ—k az n év előtti törzs kéreg nélküli középátmérőjét mutatja).

Ha a kéregnélküli törzs köbtartalmának a növedékét akarjuk megtudni, akkor a Δ-t és a δ-t is ebben az értelemben kell értelmeznünk nünk. A törzset ekkor a Δ táján is meg kellene fúrnunk, hogy a kéregvastagságot megállapíthassuk és az átlalómérés adatából levonhassuk, de a pontosság nagyobb sérelme nélkül elfogadhatjuk ehelyett a δ szelvényében kapott s a dugóforgácsból lemért kéregvastagságot is. Ilyen kis távolságra ez az adat nem változik észrevehetően. A kéregvastagság megállapításakor se feledjük azt, hogy a kéreg is teljes palástot alkot a törzs körül; ha tehát csak egyoldalú fúrással határoztuk meg a vastagságot, azt még 2-vel szoroznunk kell, hogy az egész kéregvastagságot kapjuk.

Úgy is eljárhatunk, hogy mérés előtt eltávolítjuk a kérget Δ és δ tájáról, s úgy végezzük az átlalást.

Magától értetődik, hogy a fatömegnövedék meghatározásának itt tárgyalt módját nemcsak egész törzsekre, hanem szálfákra és rönkökre is alkalmazhatjuk. Ezeken az eljárás lényegesen egyszerűsödhetik, mert a hossznövekvés meghatározásához szükséges törzsátmetszés munkája majd mindig elesik. A törzsből kivágott rövidebb rönkök növedékét a *Smalian*-féle képlettel is kiszámíthatjuk, s így a növedékfúró használata fölöslegessé válik.

β) *A növedék meghatározása szakaszos köbözéssel*

Lényegi eltérés e közt és az előbb leírt eljárás között nincs. A gyakorlati kivitelben csak annyiban van különbség, hogy a szakaszos köbözés esetén sokkal több fúrásra van szükségünk, mintha a köbtartalmat egy darabban határozzuk meg. Ilyenkor minden 2 (vagy 4) m-es szakasznak megmérjük átlalóval a középátmérőjét s az egyes részleteknek a hengertáblából kiolvasott fatömegét összegezzük :

$$V = V_1 + V_2 + \ldots\ldots V_x.$$

Ezután ugyanezekben a szelvényekben megfúrjuk a törzset és az n évi vastagsági növedék levonása után kapott átmérők szerint kiolvassuk az n év előtti köbtartalmakat és azokat összegezzük :

$$v = v_1 + v_2 + \ldots\ldots v_x.$$

Az n évi folyó korszaki tömegnövedék :

$$z_{v_n} = V - v.$$

Minthogy az átmérés pontosságának a fatömegre s méginkább a kisebb, tehát kényesebb növedékre igen nagy hatása van, azért, ha egyáltalában elfogadható eredményt akarunk elérni, az átmérőt feltétlenül mm pontossággal kell mérnünk. Ekkor azonban a közönséges hengertáblákat nem használhatjuk, csak az olyanokat, amelyek az átmérőket mm-es pontossággal mutatják ki. Ha ilyen táblánk nincs, a köbtartalmakat a

$$v = l\,(\gamma_{,}{}^{+}\,\gamma_a + ——+ \gamma_n$$

képlet szerint kell kiszámítanunk, de a *részletes* körlaptáblákat természetesen akkor sem nélkülözhetjük. (Erdőmérn. Segédtáblák 116. old., Erd. Zsebnaptár I. köt. 344. old.), Függelék, B.

A fatömeg korszaki átlagnövedékét úgy kapjuk, hogy a folyó korszaki növedéket elosztjuk a korszak évei számával.

γ) *A növedék meghatározása teljes törzselemzéssel*

A vastagsági- és a körlapnövedék meghatározása a törzs keresztszelvényén, valamint a növedékfúró alkalmazása erre a célra, továbbá a magassági növedék kipuhatolása a törzs csúcsának lemetszésével : mindmegannyi törzselemzési művelet, mert a növekedés tényezőit kutatja, s a törzset ebből a célból kisebb-nagyobb részletességgel elemeire bontva vizsgálja. A fatömegtényezőknek s magának a fatömegnek a korral való változásairól s ezek egymáshoz való viszonyáról azonban teljes képet csak akkor kaphatunk, ha ehhez a törzs minden részéből annyi adatot szerzünk, amennyi a fejlődés menetének biztos megállapításához szükséges. Ezt a célt szolgálja a *teljes törzselemzés*. Ezzel majd a fatermestani rész keretében foglalkozunk bővebben.

b) *Az állófán*

A növedéket elméletileg az állófán is éppenúgy határozhatjuk meg, mint a fekvőfán. Gyakorlatilag azonban a tömegnövedék meghatározása csak az utóbbira történhetik eléggé megbízhatóan, az állófákon ellenben az ehhez szükséges adatok megszerzése nagy nehézségekbe ütközik. Ha vannak is olyan eljárások, melyekkel célunkat valamennyire megközelíthetjük, pontos eredményeket azoktól egyáltalában nem várhatunk, s ezért a növedékmeghatározás ilyen módjának mindig csak tájékoztató jellege lehet.

α) *A fatömegnövedék meghatározása az alakszám szerint*

A fa jelenlegi köbtartalmát módunkban van a $v = g \,.\, h \,.\, f$ képlet segítségével megállapítani, mert a g-t az átmérőből számítjuk ki, a h-t magasságmérővel mérhetjük le, az f-t pedig megfelelő alakszámtáblázatból olvashatjuk ki. Az n év előtti fa köbtartalmát levonva a jelenlegi köbtartalomból, kapjuk az illető korszakra eső tömegnövedéket.

Hogy az n év előtt volt törzs fatömegét (v_1) is az alakszám segítségével határozhassuk meg, ismernünk kell annak mellmagassági körlapját (g_1), magasságát (h_1) és alakszámát (f_1). Ha ezeket megállapítottuk, a növedéket is ki tudjuk számítani:

$$z_{v_n} = g \,.\, h \,.\, f \,. - g_1 \,.\, h_1 \,.\, f_1.$$

A g meghatározása (közvetve) növedékfúróval történhetik. Az n év előtti magasságot azonban legfeljebb a fiatal fenyőkön határozhatjuk meg megbízhatóan, egyébként pedig csak érzék szerint kell azt becsülnünk, ez pedig ellenőrízhetetlen hibákat okozhat. Idős fákra nézve a hossznövedéket 0-nak tehetjük.[1] Az n év előtti alakszámot sem tudhatjuk, de azt, ha rövid korszakról van szó, különösen az idősebb faállományokban a mostanival tehetjük egyenlőnek. Bár az utóbbit is csak tapasztalati táblázatból olvassuk ki s a valóságos alakszám ettől jelentékenyen eltérhet, ebből nagyobb hiba mégsem származhatik, mert ugyanazzal számítjuk mind a v-t, mind a v_1-et, s így a *különbség* kiszámításából az említett hiba hatása kiesik.[2]

[1] Erősebb növekvésű állományok törzseinek átlagos magassági változásaira nézve a fatermési táblák adhatnak tájékoztató felvilágosítást.

[1]Az alakszám változása felől is tájékoztathat a fatermési tábla.

Nagyobb hiba, hogy h_1-et nem ismerjük, s azért az erősebb növekvésben levő fákra nézve a tömegnövedék alakszámmal való meghatározása meglehetős ingatag alapon áll.

β) A növedék meghatározása a növedékszázalék szerint

Ha v a fatömeg valamely korszak elején és p a növedékszázalék, akkor a korszaki folyónövedék :

$$z = v \cdot \frac{p}{100}$$

A növedékszázalékkal alább, II. alatt foglalkozunk bővebben.

Pressler szerint megközelítőleg áll ez a képlet :[1]

$$p_v = 3\, p_d \qquad (1)$$

Ha tehát az átmérő növedékét (növedékfúróval) s annak alapján a növedékszázalékot is meghatároztuk, ennek megháromszorozása útján megkapjuk a tömegnövedék százalékát, melynek segítségével kiszámíthatjuk az n előtt fatömeget s azt a jelenlegiből levonva, a növedéket magát.

Ha az n év előtti fatömeg v, a jelenlegi V, akkor

$$V = v + v \frac{p_v}{100} = \frac{v\,(100 + p_v)}{100},$$

s ebből

$$v = \frac{100\, V}{100 + p_v} \ldots\ldots\ldots\ldots \qquad (2)$$

a tömegnövedék pedig :

$$z_v = V - v = \frac{V \,.\, p_v}{100 + p_v} \ldots\ldots\ldots \qquad (3)$$

Példa. Valamely állófa mellmagassági átmérőjét 35 cm-nek, a 10 évi vastagsági növedéket 2 cm-nek, a fa jelenlegi köbtartalmát pedig a fatömegtáblák szerint 1,2 m³-nek találtuk. Mennyi a korszaki tömegnövedék az elmúlt 10 év alatt és mennyi lesz a jövendő 10 év alatt ?

A törzs átmérője 10 év előtt : 35 — 2 = 33 cm. A vastagság növedékszázaléka :

$$p_d = \frac{100 \times 2}{33} = 6{\cdot}06\ \%.$$

[1] *Udo Müller :* Lehrbuch der Holzmesskunde, III. kiad. 384. old.

A köbtartalom növedékszázaléka *Pressler* fennntebbi megközelítő képlete szrint:

$$p_v = 3 \times 6{\cdot}06 = 18{\cdot}2\ \%$$

A (3) képlet szerint:

$$v_v = \frac{1{\cdot}2 \times 18{\cdot}2}{118{\cdot}2} = \mathbf{0{\cdot}185\ m^3}$$

A jövő 10 évre pedig:

$$z_v = \frac{v\,.\,p_v}{100} = \frac{1{\cdot}2 \times 18{\cdot}2}{100} = \mathbf{0{\cdot}218\ m^3}$$

Ilyen úton is csak igen hozzávetőleges adatokhoz juthatunk s különösen nagy hibát követünk el ezzel az eljárással, ha hosszabb időre vonatkoztatjuk a számítást.

γ) Az átlagnövedék delelése szerint

Amint a *B)* alattiakból meg fogjuk tudni, a folyó és az átlagnövedék a faállomány és az egyes fák életének bizonyos időpontjában egyenlő, azon a rövid időszakaszon tehát, amelyre ez az egyenlőség esik, a folyónövedéket egyszerűen az átlagnövedékkel helyettesíthetjük. A közönséges átlagnövedéket a fatömegnek a korral való osztása útján kapjuk. Szükséges tehát ilyenkor tudnunk a fa korát és azt is, hogy mely korban egyenlő a folyó- és az átlagnövedék, illetőleg, hogy a fa kora ennél kisebb vagy nagyobb-e, amiből aztán a két növedékfaj egymáshoz való viszonyának az ismerete alapján némiképpen következtethetünk a folyónövedékre is. Ez az eljárás, mint az elmondottakból sejthető, igen bizonytalan, s így gyakorlati jelentősége legalábbis az egyesfára nézve nincs. Annyit azonban megjegyezhetünk, hogy ez az egyenlőség az egyesfán az előhaladottabb korban következik be.

II. A növedékszázalék

A növedéket nemcsak valódi értékben, hanem viszonyszám alakjában is kifejezhetjük. A közönséges növedékviszonyszám: $\frac{z}{v}$. A gyakorlatban azonban inkább a százalékos viszonyszámot: a *növedékszázalékot* alkalmazzuk, mely a közönséges növedékviszonyszám százszorosával egyenlő, s melyet a fatömegre nézve a következő aránylatból kapunk:

$$z : v = p_v : 100,$$

Ebből

$$p_v = \frac{100\, z_v}{v} \dots\dots\dots\dots\dots\dots \quad (1)$$

Ezt szóval így fejezzük ki: A fatömeg növedékszázaléka egyenlő a folyónövedék százszorosával, osztva *azzal a fatömeggel, amelyen a folyónövedék létrejött.* Éppenígy:

$$p_d = \frac{100\, z_d}{d} \dots\dots \quad (2) \qquad p_h = \frac{100\, z_h}{h} \dots\dots (3)$$

$$p_g = \frac{100\, z_g}{g} \dots\dots \quad (4) \qquad p_f = \frac{100 \cdot z_f}{f} \dots\dots (5)$$

Fekvőfákon mind az egyes fatömegtényezőkre, mind magára a fatömegre vonatkozó adatokat is nagy pontossággal határozhatjuk meg, s ez a növedékszázalék megbízható megállapítását is biztosítja. Természetesen minél pontosabb eljárást alkalmazunk magának a növedéknek a meghatározására, annál pontosabb lesz a növedékszázalék is.

Az álló törzseken a növedékszázalék csak az elérhető magasságokban fekvő átmérőkre és körlapokra, illetőleg a fiatal fenyőfélék (főleg a Pinusok) magasságára nézve határozható meg biztosan, a magasság és az alakszám tekintetében ellenben csak becslésekre vagyunk utalva. Éppen azért a fatömeg növedékszázalékának a meghatározása is nehézségekbe ütközik. Éppenúgy, mint magáé a növedéké is.

Pressler fennebb ismertetett képlete ($p_v = 3\, p_d$) abból a feltételből indul ki, hogy a magasság változása arányos a mellmagassági átmérő változásával. Ez azonban, mint általános szabály, korántsem fogadható el, s ezért ennek a képletnek a használata is csak tájékoztató eredményekhez vezethet. Hogy a koronahányadnak és a magassági növekvés erélyének a növedékszázalékra tett hatását is számba lehessen venni, *Pressler* olyan táblázatot ad,[1] amelyben a mellmagassági átmérőnövedék viszonyszámának szorzója az előbb említett tényezők függvényeképpen van kimutatva. Látjuk, hogy a tényező 3-nál jóval kisebb és nagyobb is lehet. A hibát azonban ez a táblázat sem szünteti meg teljesen, azért ennek használata esetén is csak megközelítőleges eredményt várhatunk.

[1] *Pressler—Neumeister:* Gebrauchsanweisung zum Zuwachsbohrer, 1898., 23 lap.

Pressler táblázata

A koronatő magassága	Megszűnt	Közepes	Erőteljes	Igen erőteljes
	magassági növekvés esetén			
½ h és kevesebb	2·33	2·67	3.00	3.0—3·33
½ h és ¾ h között ..	2·50	2.67—3·00	3.00—3·33	3·33
¾ h és több	2·67	3·00	3·3— 3·5	3·33—3·50

Példa. Egy idős törzs mellmagassági átmérőjét 40·5 cm-nek, magasságát 30 m-nek, koronatövének magasságát 20 m-nek, mellmagassági átmérőjének növedékét az elmult öt évre 5 mm-nek találtuk. Mennyi a fatömeg növedékszázaléka? A szorzó a táblázat szerint 2,5, a vastagsági növedékszázalék:

$$p_d = \frac{100 \times 5}{400} = 1{\cdot}25\ \%$$

eszerint:

$$p_v = 2{\cdot}5 \times 1{\cdot}25 = 3{\cdot}125\ \% \text{ és 1 évre: } \frac{3{\cdot}125}{5} = \mathbf{0{\cdot}625}\ \%.$$

Presslernek 1865-ből származó képlete szerint:

$$p = \frac{200}{n} \cdot \frac{r^2 - (r-1)^2}{r^2 + (r-1)^2}$$

Ebben a képletben p a törzsfa növedékszázalékát, n pedig annak a korszaknak az években kifejezett hosszát jelenti, amelyre a növedékszázalék vonatkozik .r az a viszonyszám, amely a jelenlegi mellmagassági átmérőnek az átmérő n évi folyónövedékéhez való viszonyát $\left(\frac{d}{z_d}\right)$ fejezi ki. d-t átlalóval mérjük, $^z d$-t a **növedékfúró** segítségével határozzuk meg.

A képletnek ez az alakja feltételezi, hogy az n éves korszak alatt sem a magasság, sem az alakszám nem változik. Ez a feltevés az idős fákra nézve többé-kevésbbé megáll ugyan, de a fiatalabb, növekvésben levő törzsekre már nem fogadható el. Ezért *Pressler* igyekezett olyan megoldást találni, mely a képlet használatát a kellő módosításokkal más esetekre is biztosítsa. Ezért öt osztályt alakított, ezek közül a fentebb megadott képlet az I. osztályra, a

$$p = \frac{200}{n} \cdot \frac{r^3 - (r-1)^3}{r^3 + (r-1)^3}.$$

képlet pedig a IV. osztályra vonatkozik. A kettő közt helyezkedik el a II. és III. osztály, a IV. osztályon túl pedig az V. osztály.

Busse tharandti tanár ezt még egy VI. és VII. osztállyal toldotta meg.[1]

[1] Zuwachsprozenttafel, Hannover 1931.

A VII. osztályra érvényes képlet:

$$p = \frac{200}{n} \cdot \frac{r^4 - (r-1)^4}{r^4 - (r-1)^4}$$

Busse a Pressleréhez hasonlóan olyan táblázatokat készített, amelyekből a növedékszázalék a növekvési osztály számának és r-nek a függvényeképpen közvetlenül kiolvasható.

Az osztály számát úgy állapítjuk meg, hogy az n évi valóságos magassági folyónövedéket elosztjuk a teljes magassági növedékkel ($Z_{h\ teljes}$), s az így kapott viszonyszámot hasonlítjuk össze az egyes osztályok alábbi jellemzékeivel:

$\frac{Z_{h\ valódi}}{Z_{h\ teljes}} =$	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	0·00	0·33	0·67	1·00	1·33	1·67	2·00

Amelyikhez a kiszámított viszonyszám a legközelebb áll, az mutatja, melyik osztályhoz tartozik az adott törzs.

A teljes magassági növedék alatt *Pressler* a $\frac{h}{r}$ viszonyszámot értette. (h a jelenlegi magasság, r jelentését lásd fentebb.)

Busse táblázataival a növedékszázalékot mind a multra, mind a jövőre meg lehet határozni. Lássunk egy gyakorlati példát:

Kivonat Busse tábláiból

r	Növedékszázalék a multra az I. növekvési osztályban	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	r
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
17·0	12·1	14	16	18	20	22	24	17·0
5	11·8	14	16	18	20	21	23	5
18·0	11·4	13	15	17	19	21	23	18·0
5	11·1	13	15	17	19	20	22	5
19·0	10·8	13	14	16	18	20	22	19·0
5	10·5	12	14	16	18	19	21	5
20·0	10·2	12	14	15	17	19	20	20·0
5	10·0	12	13	15	17	18	20	5
21·0	9·8	11	13	15	17	18	19	21·0
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.

Ha a fa jelenlegi átmérője: $d_j = 40$ cm, 10 év előtti (multbeli) átmérője: $d_m = 38$ cm, jelenlegi magassága: $h_j = 30$ m, 10 év előtti (multbeli) magassága: $h_m = 28$ m, akkor $Z_{d\,10} = 2$ cm és $Z_{h\,10} = 2$ m, továbbá $r = \frac{40}{2} = 20$ és $Z_{h\,teljes} = \frac{h}{r} = \frac{30}{20} = 1{\cdot}5$, a növekvési osztály viszonyszáma pedig:

$$\frac{Z_{h\ valódi}}{Z_{h\ teljes}} = \frac{2}{1{\cdot}5} = \frac{4}{3} = 1{\cdot}33$$

Mennyi a növedékszázalék az elmúlt 10 évre?

A törzs az V. növekvési osztályba tartozik, t.i. ennek jellemzéke véletlenül éppen pontosan 1·33. Most már kiolvashatjuk a fentebb megadott kivonatos táblázatból a növedékszázalékot. Ez az V. osztályban $r = 20$ esetére 17%. Az 1 évre eső átlagos növedékszázalékot megkapjuk, ha a kiolvasott eredményt a korszak hosszával (n-nel) osztjuk. Tehát:

$$p = \frac{17}{10} = \mathbf{1{\cdot}7\%}.$$

Busse táblázatai mindenesetre megszüntetik azt a merevséget, mely a képletadta szabályok gyakori gyengéje, mert hiszen módot adnak arra, hogy a magassági növekvés különféle fokához kellőképpen alkalmazkodni lehessen: de nem szüntetik meg azokat a nehézségeket, amelyeket az n évi magassági növedék meghatározása jelent.

Ezért az állófák növedékszázalékának megbízható meghatározása ezen az úton inkább csak az idősebb korban s ott is csak olyan pontossággal lehetséges, amilyen az ilyen következtetések természetének megfelel.

Schneider porosz akadémiai tanár a növedékszázalék meghatározására a következő képletet ajánlotta:[1]

$$p_v = \frac{400}{n\,.\,D}.$$

Ebben p_v a jövőre vonatkozó növedékszázalékot, n az 1 cm szélességre eső évgyűrűk számát (kívülről befelé számítva), D pedig a jelenlegi mellmagasság átmérőt jelenti. Ez a képlet arra az esetre érvényes, ha a magasság és az alakszám növedéke: 0. *Schneider* képletével, ha azt minden változtatás nélkül alkalmazzuk, igen sokat hibázhatunk. A fenti tört számlálójában szereplő szám a 400-tól a valóságban nagyon is eltérhet, gyakran emelkedik 500—

[1] Jahrbuch zum Forst- und Jagdkalender für Preussen, 1853, Forstliche Blätter 1886, 156. lap.

600-ig, sőt magasabbra is. (*Schüpfer* pl. az erdeifenyőre vonatkozóan a legmagasabb adatot 1292-nek találta).[1]

Bebizonyítható, hogy a fenti képlet ennek a feltételnek felel meg:

$$p_v = 2\ p_d.$$

Ha pedig feltesszük (mint *Pressler*), hogy a magasság növedéke a vastagság növedékével arányos, akkor a képlet így módosul:

$$p_v = \frac{600}{n\,D} = 3\ p_d.$$

Ha a számláló helyébe 800-at teszünk, Busse VII. képletének alapjára helyezkedünk. Látjuk, hogy *Schneider* képlete ezzel a feltétellel azonos a Presslerével, csak alakra nézve más. Ezt éppenúgy nem használhatjuk kiigazítások nélkül, mint a *Presslerét*. Miklitz készített is olyan táblázatokat, amelyekben a kiigazítást a $\frac{h}{d}$ viszonyszám függvényeképpen megadta. Ezek segítségével az elkövethető hibákat tetemesen csökkenthetjük.[2]

Meghatározhatjuk a köbtartalom növedékszázalékát megközelítően az egyes *fatömegtényezők növedékszázalékainak összegezése útján* is: $p_v = p_g + p_h + p_f$. A p_f tagot, különösen, ha rövid korszakról van szó, elhanyagolhatjuk, s csak az első két taggal kell számolnunk. Ezek közül a p_g-t növedékfúróval pontosan meghatározhatjuk, a p_h-t pedig — ha nincsenek ágörvök — a fatermési tábla adatai alapján becsülhetjük meg. Ehhez azonban a termőhelyi osztály és a kor ismeretére van szükségünk (ezeket az adatokat a rendezett gazdaságban az üzemtervből vehetjük ki). Ilyen módon a fentebbi képlet kedvező körülmények közt alkalmazást találhat.[3]

Ugyanennek az eljárásnak különleges alakja a Wally-féle.[4]

B) A FAÁLLOMÁNY NÖVEDÉKE

I. Általános szemléletek

A faállományra vonatkozóan a növedékeknek ugyanazokat a nemeit különböztetjük meg, mint amelyekről az előzőkben volt szó. De ha aránylag ritkán fordul elő, hogy a becslő *egyes* fák növedékét végcélképpen határozza meg, annál gyakrabban van szükségünk

[1] Lásd *Udo Müller:* Lehrbuch der Holzmessekunde, III. kiadás, 387. l.

[2] Die Ermittlung des Massenzuwachsprozentes an stehenden Stämmen und Beständen (Centralblatt für das gesamte Forstwesen 1925, 315. lap.).

[3] Lásd a bővebb méltatást, *Tischendorf:* Lehrbuch der Holzmessekunde c. művének 173—175. lapján.

[4] Die Ermittelung des Massenzuwachsprozentes an stehenden Stämmen und Beständen (Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 1925, 314. lap).

a *faállomány* növedékének ismeretére, hogy aztán annak alapján végezzünk fontos gazdasági számításokat. Mert bár az alábbiakban az *A)* alatt mondottakkal szoros elméleti összefüggésben vannak, a gyakorlat szempontjából a faállomány növedékének meghatározása nagyobb jelentőséggel bír.

A faállomány *fatömegtényezőinek* a növedékét meghatározni a gyakorlatban ritkán lehet önálló célja. Annál gyakrabban kívánjuk azonban *magának a fatömegnek* a növedékét ismerni: azért itt túlnyomóan ezzel fogunk foglalkozni.

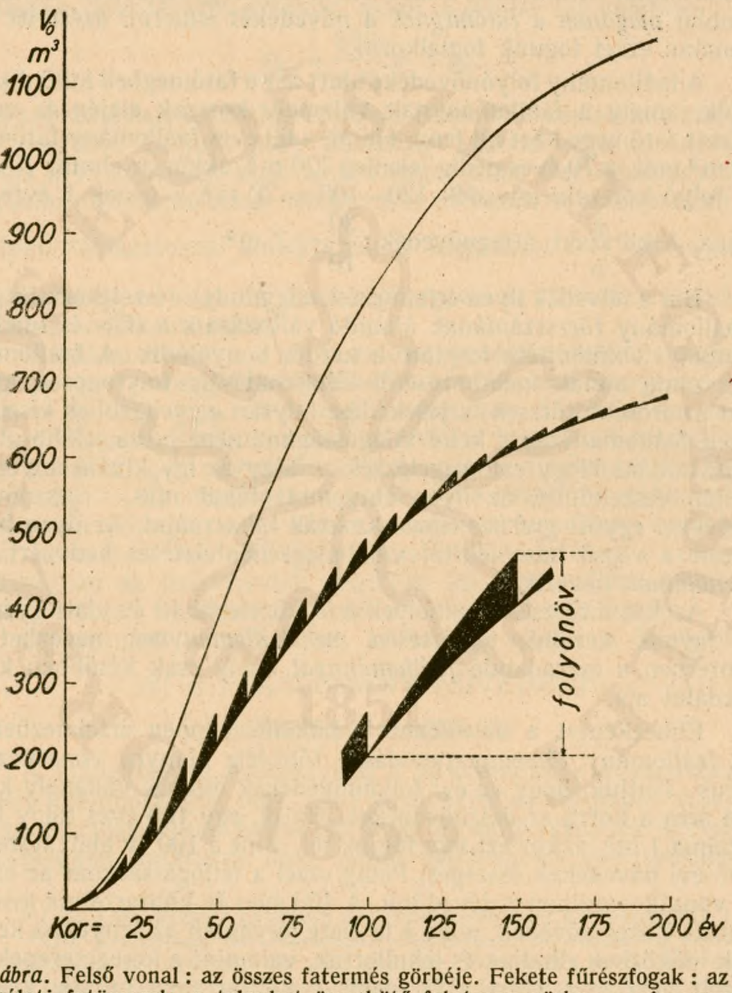
A faállomány folyónövedéke alatt azt a fatömegbeli különbséget értjük, amely a faállománynak valamely korszak elején és végén létezett fatömege közt áll fenn. Ha pl. a 60 éves faállomány fatömege 100 m^3 volt, a 70 éves pedig jelenleg 120 m^3, akkor az elmúlt 10 évre eső folyó korszaki növedék 120—100 = 20 m^3, s ennek 1 évre eső átlaga, a korszaki átlagnövedék : $\frac{20}{10} = 2\ m^3$.

Bár a növedék ilyen értelmezése nagyon természetesnek látszik, a faállomány törzsszámának állandó változása s a »fő«- és »mellékállomány« elkülönítése folytán a kérdés bonyolódik. A faállomány törzsszáma annak keletkezésétől kihasználásáig folytonosan apad, mert az erősebb törzsek terjeszkedése folytán a gyengébbek kiszorulnak a faállományból s kellő világossághoz nem jutva, előbb-utóbb elpusztulnak. Hogy ezt megelőzzék, s hogy az így kíváló anyag ne menjen veszendőbe, az ilyen elnyomott fákat más, rossznövésű törzsekkel együtt *gyérítés* címén szokták kihasználni. Az ilyen használatot a végső használattól való megkülönböztetés kedvéért *előhasználatnak* nevezik.

Azokat a törzseket, amelyek a legközelebbi 10 év alatt gyérítés alá fognak kerülni, együttesen *mellékállománynak* nevezhetjük, ellentétben a maradandó *főállománnyal*, mely csak későbben kerül használat alá.

Ehhezképest a növedéket is különféleképpen értelmezhetjük s a faállomány tömeggyarapodását többféle alanyra vonatkoztathatjuk. Tudjuk, hogy az évi folyónövedékek összege valamely korig adja arra a korra az össznövedéket. Ha pl. egy 100 éves tölgy köbtartalma 1 m^3, akkor ezt úgy fogjuk fel, mint a 100 év alatt létrejött folyó évi növedékek összegét. Pedig ezzel a felfogással már az egyes fák vonatkozásaiban is tévedünk. A 100 éves fa köbtartalma kisebb, mint az összes növedék, mert a fa élete folyamán az árnyékba került ágak időközben elhaltak és lehullottak, valamint a kéregcserepekben is volt veszteség, ezért a fa meglevő köbtartalma mindig kisebb, mint az összes fatömeg, mely ugyanazon a faegyeden együttvéve létrejött.

Méginkább így van ez a faállományt illetőleg, melynek fatömegét az ilyen természetű veszteségeken kívül a maguktól kiszoruló, illetőleg a gyérítés útján kihasznált törzsek teljes köbtartalmukkal apasztják. Erősebb gyérítések alkalmazásánál az előhasználatok a végső vágás idejéig az összes fatermésnek 40—50%-át is elérhetik. Hogy milyen viszony van az időnkinti gyérítésekkel eltávolított fák



125. ábra. Felső vonal: az összes fatermés görbéje. Fekete fűrészfogak: az előhasználati fatömegek, a talpukat összekötő folytonos görbe: a visszamaradó főállomány fatömeggörbéje, az alsó ábra: nagyított részlet a folyónövedék magyarázatához fatömege és a valódi összfatermés közt, azt a 125. ábra szemlélteti.[1]

Látjuk, milyen természetű a faállomány növekvése általában (kezdetben lassú, később gyors, majd ismét megcsappanó).

A növedéket mármost vonatkoztathatjuk a faállomány keletkezése óta létrejött *összes fatermésre*, a maradandó főállományra, vagy a fő- és mellékállomány összegére. De még más értelmezések is elképzelhetők. Ebből könnyen keletkezhetnek zavarok, azért szükséges, hogy ebben a tekintetben előre megszabott elvekhez alkalmazkodjunk.

Az összes fatermést, mely a múltban létrejött, nem tudjuk a jelenlegi faállományon megállapítani, ezt tehát csak tapasztalati táblázatok segítségével tehetjük. Közvetlen méretezés útján csak a faállomány jelenlegi fatömegét és ugyanezeknek a fáknak *n* évi növedékét tudjuk meghatározni.

A faállomány növedéke alatt általában azt az összes fatömeggyarapodást szokás érteni, amely valamely korszak alatt létrejött. Ezt a 125. ábra szerint valamely korszakra nézve a fűrészgörbe megfelelő fogának alsó és felső töréspontja közötti rendszálkülönbség fejezi ki. Az 50 és 60 év között például a korszaki folyónövedék : $368 - 310 = 58$ m³. Így szokták a folyónövedéket a fatermési táblák is értelmezni. Úgy képzelendő tehát a dolog, hogy a faállomány a korszak elején közvetlenül a gyérítés *után* van, a korszak végén pedig közvetlenül a gyérítés előtt áll. (Lásd magyarázatképpen jobbra lent a nagyított részletábrát.) Ugyanerre az eredményre jutunk, ha az összes fatermés (legfelső görbe) rendszálainak a különbségét határozzuk meg.

Elemezhetjük a fatömeg és a növedék összefüggéseit a következő módon is (*Lönnroth* módszere) :

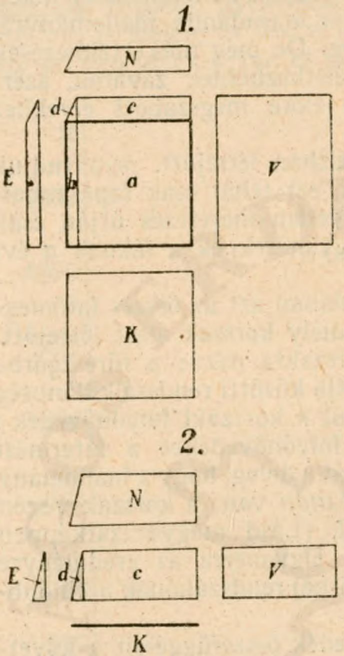
Jelképezze a faállomány fatömegét valamely korszak elején a 126. ábra 1. sz. ábrájának közepén látható, vastag vonallal határolt négyzet. Ez a kezdő fatömeg, amelyet *K*-val jelölünk s melynek a képe az ábra alján is látható.

Tegyük fel egyelőre, hogy mesterséges beavatkozásoktól mentes, természetes fejlődésű faállománnyal van dolgunk. Ha az állomány még fejlődésre képes, akkor korszakvégi fatömege nagyobb lesz mint a kezdő fatömeg volt, mert a fák közben nőttek, gyarapodtak. A növedéknek az a része, amely erre a gyarapodásra esik, tevőleges értelemben növeli a fatömeget.

Mindenesetre vannak azonban olyan harmad- és negyedrangú faegyedek is, amelyek a korszak végéig elpusztulnak és megszűnnek az élő faállomány tagjai lenni. Ezeknek a kivesző fáknak az összesége

[1] V. ö. *Guttenberg :* Holzmeskunde (Loreys Handbuch der Fortwissenschaft, 3. kiadás, 306. lap).

tehát csökkentő hatással van a növedékre. A faállománynak azt a részét, amelyik a korszak végéig megmarad, főállománynak, a veszendő részt mellékállománynak nevezzük. Az ábrán az előbbit az a-val, az utóbbit a b-vel jelölt terület ábrázolja.



126. ábra. A faállomány folyónövedéke s a fatömeg vátozásai (lásd a szöveget)

A főállományon létrejövő növedéket c-vel, a mellékállományon létrejövőt d-vel jelöltük. Ezt az ábrán azért ábrázolja háromszög alakú terület, mert vannak olyan fák, amelyek mindjárt a korszak elején pusztulnak el, azokon tehát semmiféle növedék nem jöhet létre, egyesek pedig csak a korszak végén halnak el s addig még nőnek is, a többiek e közé a két határ közé esnek.

A jelenlegi (maradandó) főállomány a rajta létrejövő növedékkel együtt ($a + c$) adja a korszakvégi fatömeget (az ábrán jobbra V). A mellékállomány szaporodékával együtt $= b + d$ (az ábrán balra: E). A gyakorlatban ezt a fatömeget a rossznövésű és a beteg fákkal együtt, rendszerint mint gyérítési anyagot, előhasználatképpen szoktuk értékesíteni. Ha ez mindjárt a korszak elején történik meg, akkor a $d = \varnothing$. Ilyenkor a faállomány fatömegében hirtelen visszaesés áll be (lásd a 125. ábrán a fűrészfogakat).

A kezdőállományon létrejövő korszaki növedékek összegét ($c + d$) az 1. ábra N jelzésű idoma mutatja.

A 126. ábra 2. képe arra az esetre vonatkozik, amikor a korszak eleje összeesik a faállomány keletkezésének idejével.

A képletek betűszámtani kifejezését adják a fatömeg és a növedék legegyszerűbb vonatkozásainak.[1]

Az 1. ábra szerint:	A 2. ábra szerint:
$V = K + N - E$	$V = N - E$
$K = V + E - N$	$K = V + E - N = 0$
$N = V + E - K$	$N = V + E$
$E = K + N - V$	$E = N - V$
$V - K = N - E$	

[1] *Lönnroth* errevonatkozó tanulmányában 42 képletet ad (Theoretisches über den Volumzuwachs stb. Helsinki 1929, Acta Forestalia Fennica, 34. köt.).

II. A NÖVEDÉK GYAKORLATI MEGHATÁROZÁSA

1. Közvetlen méretezés útján

a) *Döntött próbatörzsekkel*

A faállomány folyó korszaki növedékének a meghatározása következő módon történhetik: Mindenekelőtt valamely ismert módon, mégpedig próbatörzsek döntésével, meghatározzuk a faállomány jelenlegi fatömegét. Azután a döntött próbatörzseken a növedékfúró segítségével megállapitjuk az *n* év előtti méreteket s azok alapján kiszámítjuk az *n* és előtti fatömeget. A jelenlegi és az *n* év előtti fatömeg különbsége adja a korszaki növedéket.

Az erdészírók azt ajánlják, hogy a növedék meghatározására ne használjunk »állományátlagtörzsek«-et, hanem alakítsunk vastagsági osztályokat és mindeniken belül külön döntsünk átlagtörzseket, s a növedék meghatározása általában mennél behatóbb részletezéssel történjék. Erre azért van szükség, mert a faállomány átlagos vastagságú fája, ha a fatömeg tekintetében megfelel is az összes törzsek átlagának, az átlagos növedék kipuhatolására nem alkalmas.

Ha a faállományátlagtörzs *n* évi növedékét szorozzuk az összes törzsek számával, az így kapott növedék elméletileg mindig eltér a valóságostól, mert a jelenlegi átlagtörzs *n* év előtt az átlagosnál nagyobb fatömegű volt. Ha tehát a faállománynak ezen az alapon kiszámított *n* év előtti fatömegét kivonjuk a mostaniból, kisebb növedéket kapunk az igazinál. Ez a hiba a vastagsági osztályok elkülönítésével csökkenthető. A vastagsági osztályokon belül döntött törzseken azután akár magát a növedéket határozzuk meg és szorozzuk a törzsek számával, akár az *n* év előtti fatömegét állapitjuk meg, s a kiszámított fatömegek összegét egyszerre vonjuk le a faállomány jelenlegi fatömegéből. Az utóbbi eljárás célszerűbb.

Bármint járjunk is el, az átlagtörzsek méretezését igen pontosan kell végezni, mert az aránylag kismennyiségű növedék kiszámítása az átmérőmérés hibái iránt igen érzékeny. Megbízható eredményt csakis a szakaszos köbözés útján érhetünk el, minden részletnek a középen történő megfúrásával. Ebből látjuk, hogy a növedék ilyen meghatározása körülményes és mégsem egészen megbízható, mert hiszen az átlagtörzsek még a vastagsági osztályokon belül sem képviselik tökéletesen a növedék átlagát is. Jobban megfelel a célnak a fatömeggörbés módszer alkalmazása. Ha mind a jelenlegi, mind az *n* év előtti fatömeget a kiegyenlítő fatömeggörbéről olvassuk le, a fennebb említett hibát kiküszöböljük. Az eljárás azonban így is elég körülményes és hosszadalmas. Azért inkább ajánlható a következő, jóval egyszerűbb, de mindamellett helyes alapon álló eljárás.

b) *Fatömegtáblákkal* (A szerző eljárása)[1]

A fatömegtáblával az általánosan ismert módon meghatározzuk a faállomány jelenlegi fatömegét. Ehhez tudvalevőleg az erdőrészlet (vagy próbaterület) minden törzsének mellmagassági átmérőjét meg kell mérnünk és jegyzőkönyveznünk. Ezenkívül fafajonkint 20—30 törzs magasságát is meg kell határoznunk (famagasságmérővel), hogy azok alapján milliméterpapíroson megrajzolhassuk a famagasságok kiegyenlítő görbéjét. Erről a görbéről minden egyes vastagsági fokra leolvashatjuk azt a magasságot, amely szerint az egy törzsre eső köbtartalmat a fatömegtáblában felkeressük. Ezeket a köbtartalmakat az illető vastagsági fok törzsszámával megszorozzuk és az így kapott szorzatok összege adja a faállomány fatömegét.

Az *n* évi növedék becslése lényegében úgy történik, hogy a faállomány jelenlegi fatömegéből levonjuk az *n* év előtti fatömeget. Ezt az utóbbit pedig a következőképpen határozzuk meg: Fafajonkint 15—30, különféle vastagságú fán meghatározzuk növedékfúróval az *n* évi vastagsági növedéket. Ezt levonva a jelenlegi átmérőből, megkapjuk az *n* év előtti átmérőt. Ezeket az átmérőket, mint a jelenlegi átmérők függvényét ábrázoljuk egy tengelyrendszerben. Az így kapott pontok kiegyenlítővonala igen közel fog állani az egyeneshez.

A 127. ábrán a fekvőtengely a jelenlegi átmérőt mutatja, a rendszálak az *n* (a mi esetünkben: 5) év előtti átmérőket tüntetik fel. A karikák a felrakott pontokat jelölik. Ezek vezetésével a kiegyenlítő egyenest könnyű volt megszerkeszteni, mert útját a karikák biztosan mutatják.

Erről a kiegyenlítő egyenesről most már a milliméterpapíroson igen pontosan le lehet olvasni, illetőleg egyszerűbben: közbesítéssel kiszámítani bármely jelenlegi átmérőre nézve az *n* év előtti átmérőt.

Módunkban van tehát olyan becslési jegyzőkönyvet készíteni, amelyben a jelenlegi átmérők helyett az *n* év előttiek adják a vastagsági fokokat. Da ha a jelenre vonatkozó jegyzőkönyvben egy-két centiméteres kikerekítést alkalmaztunk is, az *n* év előtti átmérőket feltétlenül milliméteres pontossággal kell feltüntetnünk.

[1] Ermittelung des Bestandszuwachses mittelst Massentafeln bzw. in Verbindung mit dem Massenkurvenverfahren (Erdészeti kísérletek, 1931, 256. old.) és: A fatömegtábla és a fatömeggörbe a növedékszámítás szolgálatában (Erdészeti Lapok, 1933, 635. és a köv. lapok).

Hogy a fatömegtáblából az egyes vastagsági fokok *egy* törzsre eső átlagos *fatömegét* is meghatározhassuk, ahhoz még az *n* év előtti magasságok ismeretére is szükségünk van. Erre a célra felhasználhatjuk a fennebb már említett magassági görbét. (Szerkesztésének módját a 81. ábra mutatja a 278. lapon.)

Feltehetjük ugyanis, hogy bármely adott vastagsági foknak *n* év előtt ugyanolyan magasság felel meg, mint ma. Hogy tehát például azok a fák, amelyek 5 év előtt mellmagasságban 30 cm vastagok voltak, annakidején ugyanolyan magasak voltak, mint a jelenlegi 30 cm-es törzsek.

Ez az egyedüli »feltevés«, mellyel ez az eljárás egybe van kötve. Ennek az elfogadhatósága azonban annyira nyilvánvaló, hogy helyességéhez alig férhet kétség. Legfeljebb kisebb állományszerkezeti eltolódások mondhatnak némikép ellene ennek a feltevésnek.[1] Minthogy azonban a növedékszámítás csak rövid (5—10 éves) időszakra terjed ki, a fennebb említett eltolódások hatása, különösen az idősebb faállományokban, kétségtelenül sokkal csekélyebb, mintsemhogy azzal gyakorlati szempontból számolni kellene.

Növedékbecslésről lévén szó, mindenesetre kívánatos, hogy a magasságokat mind a jelenlegi, mind az *n* év előtti állományra nézve deciméternyi pontossággal olvassuk le a görbéről. Miután ezeket a magasságokat az *n* év előtti vastagságok szerint összeállított becslési jegyzőkönyv megfelelő rovatába bejegyeztük, kiolvassuk a fatömeget a fatömegtáblából és vastagsági fokonként megszorozzuk azt a törzsszámmal. A szorzatok összege adja az *n* év előtti fatömeget Ennek és a jelenlegi fatömegnek a különbsége nem más, mint az *n* évi növedék.

Némi nehézséget okoz az, hogy a fatömegtábla az átmérőt egész centiméterekben, a magasságot pedig egész méretekben mutatja ki. A közbeeső értékeket tehát közbesítéssel kell meghatározni. Ez feltétlenül munkatöbbletet jelent, de korántsem túlságosan nagyot. Egy félóra munkatöbblet mindenesetre megér egy-két napi munkamegtakarítást (próbatörzses, szakaszos becslés), vagy a képletes eljárások bizonytalanságából származó hátrányok kiküszöbölését.

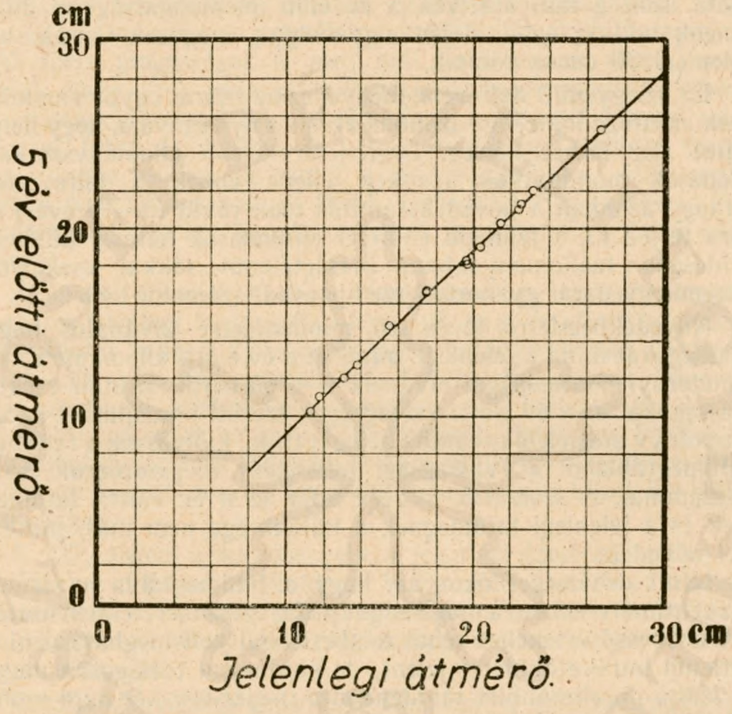
Szolgáljon az eljárás megvilágítására a következő, gyakorlatból vett példa: Az 1. számú kimutatás azoknak a próbatörzseknek az adatait tünteti fel, amelyek alapján a 127. ábra készült. Az 1. rovatban foglalt mellmagassági átmérőket milliméterre beosztott átlalóval mértük.

A második rovat a növedékfúróval meghatározott 5 évi vastagsági növedéket, a harmadik pedig az előbbi kettő különbségét

[1] A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a magasság görbéje a kor emelkedésével felfelé tolódik el.

tünteti fel. Az első rovat adja az ábrában felrakott pontok metszékeit, a 3. rovat azok rendszálait. A kiegyenlítő vonal csaknem teljesen egyenes, csak igen kevés domború görbülete van.

Kérdés, nem a véletlenen múlik-e, hogy a kapott vonal nem teljesen egyenes, hanem kissé hajlított? A domborúság csekély volta méltán adhat okot erre a feltevésre. Ha azonban meggondoljuk,



127. ábra. **A korszak elején létezett átmérők meghatározása a korszakvégi átmérőkből, a növedékfúróval szerzett adatok alapján.**

hogy a vékonyabb, elnyomott fáknak a dolog természeténél fogva viszonylagosan is kisebb a vastagsági növedékük mint az erősebb törzseknek, be kell ismernünk, hogy az említett görbületnek elméleti magyarázata is van.

Ne törekedjünk tehát a pontok közt feltétlenül tökéletesen egyenes kiegyenlítő vonal húzására, hanem szükség esetén erre a gyenge hajlásra is legyünk figyelemmel. Úgy is eljárhatunk, hogy a vastagsági növedékeket rakjuk fel a $d_{1\cdot 3}$ függvényeképpen s azokat egyenlítjük ki szerkesztéssel, majd levonjuk a megfelelő átmérőkből.

Az 1. számú kimutatás 4. és 5. rovata 15 fának az átlalóval mért mellmagassági átmérőjét és magasságmérővel meghatározott teljes magasságát adja. A mi esetünkben ezek nem ugyanazok a fák, amelyeket az 1—3. rovat kitöltéséhez használtunk fel, azonban nincs gyakorlati akadálya annak sem, hogy mind a vastagsági növedék kiszámításához, mind a magassági görbe megszerkesztéséhez ugyanazokat a törzseket használjuk fel. A magasságokat is mérhetjük ½ méteres pontossággal egy méter helyett. Megfelelő magasságmérővel ez nem okoz munkatöbbletet. A 4. és 5. rovat adatai alapján készült a kiegyenlítő görbe, erről a 8. rovatban kimutatott átlagos magasságokat olvastuk le minden vastagsági fokra. (A görbét magát itt nem mutatjuk be, mert ahhoz hasonlót már többször láttunk, pl. a 81., 110. és 113. ábrán.)

Ezekután most már semmi akadálya annak, hogy a jelenlegi és az *n* év (itt 5 év) előtti fatömeget s a kettő különbségeképpen a növedéket meghatározzuk.

5 évi folyónövedék: 336·518 — 285·501 = **51·018 m³**
Évi átlag: **10·2 m³**. — Növedékszázalék: **3·57%**.

A 2. sz. kimutatás első része nem szorul bővebb magyarázatra. A vastagsági fokok alakítása 2 cm-es kikerekítéssel történt. A 2. rovat adatait a görbéről olvastuk le, a 3. rovat a törzsszámot tünteti fel (a becslési jegyzőkönyvbe jegyzett vonáskákat itt az egyszerűség kedvéért elhagytuk). A 4. rovat adatait a *Grundner—Schwappach*-féle fatömegtáblákból kaptuk közbesítéssel, az 5. rovat ezeknek a törzsszámmal való szorzatát mutatja. Hogy ez a közbesítés milyen egyszerű, arról bárki meggyőződhetik, ha egy-két adat kiszámítását az idézett fatömegtáblából ellenőrzi.

A kimutatás jobboldala az 5 év előtti faállomány adatait tünteti fel. A 6. rovat egyezik az 1. sz. kimutatás 7. rovatával, a 7. rovat az előbbi 8. rovatával. A 9. rovatot ismét közbesítés útján határozzuk meg. Itt azonban a közbesítés már körülményesebb, mert nemcsak a magasságokat, hanem az átmérőket is közbesíteni kell. Ez a munkatöbblet azonban alig számíthat ott, ahol a próbatörzsek szakaszos elemzésével szemben napokat takaríthatunk meg. Egyszerűsíthetjük egyébként a dolgot, ha a gyakrabban előforduló esetekre nézve legalább az átmérők viszonylatában előre kiszámítjuk s egyszersmindenkorra feljegyezzük az arányos részeket (partes proportionales).

Maga a növedék kiszámítása aztán, mint a kimutatás alatt levő sorokból látható, már igen egyszerű és gyors.

A fentebb ismertetett eljárás ellen felmerülhet az a kifogás, hogy a növedéknek a fatömegtáblákkal való meghatározása tulajdon-

1. sz. kimutatás

(Lásd az 1. sz. ábrát is)

Az átmérőnek			A magasságnak		Leolvasás a görbéről		
az állótörzsekről nyert adatai							
Jelenlegi átmérő ($d_{1\cdot 3}$)	5 évi vastagsági növedék	5 év előtti átmérő	Mell-magassági átmérő	Magas-ság	Jelenlegi mellm. átmérő	év 5 előtti átmérő	5 év előtti magasság
c e n t i m é t e r				m	cm		m
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
11·3	1·1	10·2	10	12	8	7·1	9·5
11·8	0·8	11·0	11	13	10	9·1	11·5
13·1	1·1	12·0	12	15	12	11·1	13·2
13·8	1·1	12·7	13	14	14	13·1	14·6
15·7	0·9	14·8	14	15	16	15·1	15·8
17·7	1·0	16·7	15	16	18	17·0	16·9
17·7	1·1	16·6	16	16	20	18·9	17·8
19·6	1·5	18·1	16	16	22	20·8	18·5
19·6	1·3	18·3	18	17	24	22·7	19·0
20·3	1-3	19·0	18	19	26	24·6	19·4
21·4	1·1	20·3	19	18	28	26·5	19·6
22·3	1·3	21·0	20	18	30	28·3	19·7
22·5	1·2	21·3	21	19	—	—	—
23·1	1·1	22·0	22	18	—	—	—
26·7	1·4	25·3	22	19	—	—	—

2. sz. kimutatás

Jelen állapot					5 év előtti állapot				
$d_{1\cdot 3}$	h	Törzs-szám	Vastagfatömeg		$d_{1\cdot 3}$	h	Törzs-szám	Vastagfatömeg	
			egyen-ként	összesen				egyen-ként	összesen
cm	m	db	köbméter		cm	m	db	köbméter	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
8	10·1	30	0·020	0·600	7·1	9·5	30	0·006	0·180
10	12·1	156	0·041	0·396	9·1	11·5	156	0·031	4·836
12	13·8	324	0·078	25·272	11·1	13·2	324	0·061	19·764
14	15·2	420	0·122	51·240	13·1	14·6	420	0·098	41·160
16	16·4	402	0·168	67·536	51·1	15·8	402	0·140	56·280
18	17·4	306	0·228	69·168	17·0	16·9	306	0·198	60·588
20	18·2	150	0·294	44·100	18·9	17·8	150	0·254	38·100
22	18·8	96	0 364	34·944	20·8	18·5	96	0·324	31·104
24	19·2	48	0·434	20·832	22·7	19·0	48	0·391	18·768
26	19·5	24	0·510	12·240	24·6	19·4	24	0·456	10·944
28	19·7	6	0·588	3·528	26·5	19·6	6	0·530	3·180
30	19·8	1	0·662	0·662	28·3	19·7	1	0·597	0·597
Összesen:		1963	—	336·518	—	—	1963	—	285·501

képpen nagyon merész dolog. Hogy lehet ott, ahol az átmérőmérés legkisebb hibája is erősen megbosszulhatja magát, a *fatömegtáblákat* használni, amelyekkel magában a fatömeg becslésében is igen tetemes (akár 10%-ig tehető) hibákat követhetünk el?

Bár ez a kifogás az első pillanatra valóban megokoltnak látszik, az aggályok mégis hamarosan eloszlanak ha meggondoljuk, hogy itt csak két fatömeg *különbségéről* van szó; mely akkor is helyesen mutatja a növedék nagyságát, ha a számítás alapjául szolgáló fatömegek maguk eltérnek a valóditól. Feltéve természetesen, hogy az eltérés mind a korszak elején, mind a korszak végén meglevő fatömegre nézve egyértelmű és azonos nagyságú.

Ha pl. a valódi fatömeg valamely 5 éves korszak elején 200 m^3, a végén 205 m^3 volna, akkor az 5 évi folyónövedék 5 m^3-re rúgna. Ugyanerre az eredményre jutnánk, ha a fatömegtáblával a fennebbi fatömegek helyett a korszak elejére 205 m^3-t, a végére pedig 210 m^3-t kaptunk volna. A kettő különbsége szintén 5 m^3.

Ha a fatömeget nem fatömegtáblával, hanem próbatörzsek döntésével határozzuk meg, akkor a növedéket a következő módon becsülhetjük előnyösen.

c) *A fatömeggörbével*

A szerző *b)* alatt leírt eljárását a fatömeggörbés módszerrel kapcsolatban is alkalmazhatjuk.

A különböző vastagságú próbatörzseken ledöntés előtt pontosan meghatározzuk a jelenlegi és (növedékfúróval) az *n* év előtti mellmagassági átmérőt. Ezeknek az adatoknak a segítségével éppenúgy megszerkesztjük a kiegyenlítő egyenest (l. a. 127. ábrát), mint ahogy azt fennebb már leírtuk, s arról leolvashatjuk az *n* év előtti valószínű átlagos átmérőt minden egyes vastagsági fokra nézve. (1. sz. kimutatás, 7. rovat.)

A döntött és a szakaszosan köbözött törzsek köbtartalma szerint megszerkesztjük a fatömeg görbéjét, amelyről mind a jelenlegi, mind az *n* év előtti átmérőnek megfelelő köbtartalmat vastagsági fokonkint leolvashatjuk és beírhatjuk a becslési jegyzőkönyvbe. Miután a faállomány köbtartalmát az így kapott adatokkal a korszak elejére is, végére is meghatároztuk, egyszerű kivonás útján kiszámíthatjuk a növedéket magát.

Az elmondottak megvilágítására szolgáljon az alábbi példa.

Egyszerűség kedvéért feltételezzük, hogy az 1. sz. kimutatásban szereplő 15 törzset használtuk volna fel próbatörzsnek. Az 1—3. és 6—7. rovat adatai tehát itt is érvényesek. A szakaszos köbözéssel meghatározott köbtartalmak alapján készült a fatömeggörbe. (Ilyet láthatunk a 107. ábrán, 377. lap.)

Erről a görbéről olvastuk le minden vastagsági fok átlagos köbtartalmát, mégpedig mind a jelenlegi, mind az 5 év előtti átmérőnek megfelelően (4. sz. kimutatás, 3. és 7. rovat). Ezeket szorozva a törzsszámmal (2, illetve 6. rovat) s az így kapott szorzatokat (4. és 8. rovat) összegezve, kapjuk az összes vastagfatömeget az 5 éves korszak végére, illetőleg elejére. Ezek különbsége osztva 5-tel, adja az 1 évre eső folyónövedéket (10,0 m³).

4. sz. kimutatás

Jelen állapot				5 év előtti állapot			
$d_{1\cdot 3}$ cm	Törzsszám	A vastagfa köbtartalma (m³) egyenként	összesen	$d_{1\cdot 3}$ cm	Törzsszám	A vastagfa köbtartama (m³) egyenként	összesen
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
8	30	0·020	0·600	7·1	30	0·015	0·450
10	156	0·042	6·552	9·1	156	0·031	4·836
12	324	0·079	25·596	11·1	324	0·060	19·440
14	420	0·120	50·400	13·1	420	0·098	41·160
16	402	0·173	69·546	15·8	402	0·348	59·496
18	306	0·232	70·992	17·0	306	0·201	61·506
20	150	0·296	44·400	18·9	150	0·259	38·850
22	96	0·365	35·040	20·8	96	0·322	30·912
24	48	0·432	20·736	22·7	48	0·390	18·720
26	24	0·510	12·240	24·6	24	0·450	10·982
28	6	0·589	3·534	26·5	6	0·530	3·180
30	1	0·663	0·663	28·3	1	0·600	0·600
Össz.	1 963	—	340,299	—	1 963	—	290,142

5 évi folyónövedék : 340·299—290·142 = 50·157 m³

1 » « : 50·157 : 5 = 10,0 m³

Növedékszázalék : = 3,46%

Amint látjuk, ez a számítás nem kívánja meg sem a magassági görbe megszerkesztését, sem a közbesítéssel járó munkát. Használata igen ajánlható akkor, ha nemcsak a növedéket, hanem a fatömeget magát is pontosan és megbízhatóan kívánjuk meghatározni s ezért nem elégszünk meg a fatömegtáblák eredményeivel.

Ha a *Rónai*-féle tangens-fatömegtáblákból indulunk ki, éppenúgy kell eljárnunk, ahogy azt az előzőkben leírtuk; különbség csak abban van, hogy az *n* év előtti átmérőknek megfelelő köbtartalmakat nem a fatömeggörbéről olvassuk le, hanem a tangensfatömegtábla megfelelő rovatából írjuk ki.

2. A fatermési táblák alkalmazása

A fatermési táblákról már több ízben volt szó s így azok lényegét már ismerjük. (268. 439 és lap). Ezek a táblázatok a fatömegen és egyéb adatokon kívül a folyónövedéket (tulajdonképpen korszaki átlagnövedéket), a közönséges átlagnövedéket és a növedékszázalékot is tartalmazzák a területegységre vonatkozólag. Ha a termőhelyi osztályt, a kort, a sűrűséget és az elegyarányt ismerjük, a területegységre eső növedéket a fatermési táblák segítségével igen gyorsan kiszámíthatjuk, anélkül, hogy közvetlen helyszíni méretezésre volna szükségünk. A növedék kiszámítása ekkor úgy történik, hogy a fatermési táblákból kiolvasott folyónövedéket megszorozzuk az illető fafaj elegyarányszámával és a faállomány sűrűségével.

Nálunk Magyarországon rendszerint így becsülik a növedéket. S valóban az erdőrendezési célokra szolgáló növedékszámításokhoz legcélszerűbb a fatermési táblákat használni, amelyek a pontosság tekintetében kielégítően megfelelnek. Ennek feltétele az, hogy maguk a fatermési táblák is helyes alapon álljanak, és hogy a korra, termőhelyre, sűrűségre és elegyarányra vonatkozó adatok szintén helyesek legyenek.

Néha azonban tetemesebb eltérésekkel is kell számolnunk. Ismert dolog például, hogy az erősen megritkított erdőben a fák térfogati növekvése jóval nagyobb, mint a szabályosan zárt faállományban, s azért az ilyen hiányos záródás esetén a fatermési táblák a valódinál kisebb adatokat szolgáltatnak. Hogy ezek az eltérések milyenek, arranézve eddig még rendszeresen táblázatba foglalt számadataink nincsenek, miértis ilyenkor a fatermési táblával történő növedékmeghatározás nem megbízható. Helyénvaló lehet tehát az 1. alatti eljárások valamelyikéhez folyamodni; ezzel a fatermési táblákra alkalmazandó kiigazítások mértékére nézve is jó tapasztalati adatokhoz juthatunk.

1. *példa.* A faállományleírási adatok a következők:

$$Lf.\ 1{\cdot}0;\ A = 40 \text{ év};\ s = 0{\cdot}8.$$

Mennyi az *összes fa* jövendőbeli egy évi folyónövedéke 1 kat. holdon?

A folyónövedék az alábbi fatermési tábla szerint (498. lap) a 40 év 50 éves kor között 9,6 m³. Ezt még meg kell szoroznunk a sűrűségi viszonyszámmal. Tehát: $Z_{v.ö.} = 9{\cdot}6 \times 0{\cdot}8 = \mathbf{77\ m^3}$.

2. *példa.* $\begin{matrix} B = 0{\cdot}2 \\ Jf = 0{\cdot}8 \end{matrix}\ A = 50 \text{ év};\ s = 0{,}7$

A termőhely megfelel a 439. oldalon lévő fatermési tábla II. Th. osztályának. Mennyi a *vastagfa* növedéke a következő évben?

$$\left.\begin{matrix} B: & 4{\cdot}0 \times 0{\cdot}2 \times 0{\cdot}7 = 0{\cdot}56\ m^3 \\ Jf: & 7{\cdot}8 \times 0{\cdot}8 \times 0{\cdot}7 = 4{\cdot}37\ m^3 \end{matrix}\right\}\ \text{Összesen: } \mathbf{4{\cdot}93\ m^3}.$$

Ha tehát a fatömeget magát ismerjük és valamely módon a növedékszázalékot is megállapítottuk, kiszámíthatjuk a növedéket is. Ha a faállomány sűrűsége nem tér el túlságosan a teljes sűrűségtől, akkor a növedékszázalékot a fatermési táblából vehetjük át. Mennél ritkább az erdő, annál kevésbbé egyezik meg a fatermési tábla adata a valósággal. Néha tehát kívánatos lehet a növedékszázalékot közvetlenül meghatározni.

Erre többféle eljárást ajánlottak. Egyike ezeknek a következő: Több vastagsági osztályt alakítunk a *Hartig* eljárása szerint (349. lap) s mindeniken belül külön-külön kiszámítjuk a növedéket; az így kapott növedéket összeadjuk:

Lúcfenyő fatermési tábla 1 kat. holdra
(II. termőhely)[1]

Kor	Törzsszám	Vastagfa				Összes fa			
		fatömeg	folyónövedék	növedékszázalék	átlagnövedék	fatömeg	folyónövedék	növedékszázalék	átlagnövedék
év		m³		%	m³	m³		%	m³
10	3 200	0			.	40			4·00
			5·3	.			7·2	18·00	
20	1 830	53			2·65	112			5·60
			10·2	19·25			9·4	8·39	
30	1 255	155			5·17	206			6·86
			10·0	6·45			10·0	4·85	
40	905	255			6·38	306			7·65
			9·6	3·76			9·5	3·10	
50	675	351			7·02	401			8·02
			8·3	2·36			8·4	2·09	
60	515	434			7·23	485			8·08
			7·0	1·61			7·0	1·44	
70	400	504			7·20	555			7·93
			5·5	1·09			5·5	0·99	
80	325	559			6·99	610			7·63
			4·4	0·79			4·5	0·74	
90	285	603			6·70	655			7·28
			3·5	0·58			3·7	0·56	
100	266	638			6·38	692			6·92
			2·9	0·45			3·1	0·45	
110	254	667			6·06	723			6·57
			2·6	0·39			2·7	0·37	
120	245	693			5·78	750			6·25

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 + \ldots\ldots + Z_x = Z.$$

Ha a vast. osztályok fatömegét a múltra nézve

$$V_1, V_2, V_3, \ldots\ldots\ldots\ldots V_x$$

[1] Erdészeti Lapok 1893, 146. lap.

A fatermési táblákból sohasem a folyó évi növedéket magát, hanem mindig csak a 10—10, vagy 5—5 évre vonatkozó korszaki átlagnövedéket olvashatjuk ki. Az alábbi fatermési tábla összesfájára vonatkozólag pl. a 40. és 50. év közötti korszakra ezt így számítottuk ki:

$$\frac{V_{50} - V_{40}}{10} = \frac{401 - 306}{10} = \mathbf{9{\cdot}5\ m^3}$$

Ezt az adatot találjuk a folyónövedék rovatában a 40 és 50 éves korok fatömegei között. Ilyen rövidebb korszakokra nézve a folyónövedéknek a korszaki átlagnövedékkel való helyettesítése minden aggály nélkül megengedhető, mert a kettő között olyan csekély a különbség, hogy az, az első tizedesben még nem jut kifejezésre. Meggyőzhet erről a 167. ábra szemlélete. Tanulmányozzuk azon a legfelső (összes fatermés) görbéjét.

A görbe a fatömeg változását mutatja a kor függvényeképpen. Ha a folyónövedéket a korszaki átlagnövedékkel vesszük egyenlőnek, ezzel azt tételezzük fel, mintha a fatömeg az egyes 10—10 éves korszakokon belül *egyenes* vonalban emelkednék. Amint az ábrából látjuk, ez a feltevés nem állhat meg, mert a fatömeg emelkedése folytonosan változó görbe futásának felel meg. Rövidebb szakaszokon azonban a görbe és a húr közötti eltérés oly csekély, hogy a kettő gyakorlatilag egybeesőnek tekinthető. Legfeljebb egészen fiatal korban van a görbének olyan erős homorú hajlása, hogy az eltérés esetleg már az első tizedesben jelentkezhetnék. Az ilyen fiatal faállományok folyónövedékére azonban a gyakorlatnak úgy sincs szüksége. Ezért a korszaki átlagnövedékkel való helyettesítés nem kifogásolható.

A faállomány közönséges *átlagnövedékét* úgy kapjuk, hogy a fatömeget osztjuk a korral. Ha pl. a fatömeg a 100 éves korban 200 m³, akkor az átlagnövedék $\frac{200}{100} = 2\ m^3$

3. A növedékszázalék alkalmazása

A növedékszázalék lényegével már a II. alatt megismerkedtünk. Faállományokra alkalmazva:

$$p = \frac{100 \cdot Z}{V}$$

Ebben Z a faállomány folyónövedékét, V pedig azt a fatömeget jelenti, amelyen Z létrejött. Ebből

$$Z = \frac{V \cdot p}{100}$$

jelenti, akkor a faállomány növedékszázaléka:

$$p = \frac{100\,Z}{V_1 + V_2 + \ldots . + V_x}$$

Pressler képlete szerint, mely azt feltételezi, hogy a növekedés hasonló a pénztőke kamatozásához:

$$p = \frac{200}{n} \cdot \frac{V - v}{V + v}$$

V a korszak végén, v a korszak elején meglevő fatömeget, n pedig a korszak hosszát jelenti években.

Guttenberg a faállomány növedékszázalékának a meghatározására leginkább a 484. lapon ismertetett képletet ajánlja, mely szerint:

$$p_v = p_g \cdot p_h \cdot p_f$$

A p_f-et, mely igen kis érték, nyugodtan elhanyagolhatjuk, s így csak a p_g-t és a p_h-t kell meghatároznunk. Ezt az erre a célra választott, s a törzsszám figyelembevételével a vastagsági fokok közt kellőképpen elosztott próbatörzseken végezzük.

Példa. A próbatörzsek adatai valamely 130 éves bükkösben a következők:

A próbatörzs száma	Átmérő (cm)		Körlap (cm²)	
	jelenleg	1 év előtt	jelenleg	1 év előtt
1	24·1	24·0	0·0456	0·0452
2	29·0	28·9	0·0661	0·0656
3	30·5	30·3	0·0731	0·0721
4	34·5	34·3	0·0935	0·0924
5	39·1	38·9	0·1201	0·1188
6	49·5	49·2	0·1924	0·1901
		Összesen:	0·5908	0·5842

$$p_g = \frac{100(0{\cdot}5908 - 0{\cdot}5842)}{0{\cdot}5842} = 1{\cdot}13\,\%$$

A faállomány átlagos magasságát 32 m-nek, magassági növedékét 0·125-nek találtuk volna, tehát:

$$p_h = \frac{100 \times 0{\cdot}125}{32} = 0{\cdot}39\% \text{ ; eszerint } p_v = 1{\cdot}13 + 0{\cdot}39 = 1{\cdot}52\%$$

Ha dönteni nem akarunk, a p_g-t állótörzseken határozzuk meg, p-t pedig a fatermési tábla segítségével számítjuk ki:

Schneider eljárása, bizonytalansága miatt nem ajánlható.[1]

Busse az ő táblázatainak (480. lap.) használatát a faállomány növedékszázalékának a meghatározására a következő alakban ajánlja.

Mintegy 10 állótörzsön meghatározandó a növedékszázalék, úgy amint azt az álló törzsre vonatkozólag fennebb leírtuk. Azután az adatok számtani átlagát alkalmazzuk az egész faállományra. De eljárhatunk úgy is, hogy a növekvési osztályt nem állapítjuk meg külön minden próbafára nézve, hanem *átlagos osztállyal számítunk.*

Magának a növedéknek meghatározása, ha már a növedékszázalékot ismerjük, igen kényelmes és megvan az az előnye is, hogy a sűrűségnek és az elegyaránynak a számtani műveletbe való bevonását nem kívánja meg. Ezért nagyon ajánlatos az errevonatkozó tapasztalati adatokat összegyüjteni, hogy azok aztán adott esetben hasznosíthatók legyenek.

1. példa. Hogyan számítottuk ki az összesfa növedékszázalékát a 499. lapon lévő fatermési tábla szerint a 60. és 70. év közé eső korszakra?

$$p = \frac{100\,Z}{V} = \frac{100 \times 7{\cdot}0}{485} = \mathbf{1{\cdot}44}\,\%$$

2. példa. Egy fennebb közölt példában a növedékszázalékot egy bükkösre nézve 1,52%-nak határoztuk meg.

Tegyük fel, hogy ez a bükkös 4 év mulva kerül vágás alá. Kérdés, mennyi lesz akkor a fatömege, ha jelenleg: 2470 m³?

Először kiszámítjuk a növedéket egy évre a

$$Z = V\,\frac{p}{100}$$

képlet szerint, az így kapott, egy évre vonatkozó eredményt megszorozzuk 4-gyel és azt hozzáadjuk a jelenleg 130 éves faállomány fatömegéhez:

$$V_{130+4} = 2470 + 4 \times 2470\;\frac{1{\cdot}52}{100} = 2470 + 150 = \mathbf{2620\ m^3}$$

3. példa. Valamely I. termőhelyű lucos fatömege a 70 éves korban 1900 m³. Számítsuk ki ennek egy évre eső folyónövedékét az összesfára vonatkozólag, a *Schwappach* fatermési táblái alapján (Erdőmérnöki Segédtáblák, 75. lap, 29. rovat).

A kiolvasott növedékszázalék: 2,9%.

Tehát:

$$Z = 1900 \times \frac{2{\cdot}9}{100} = \mathbf{55{\cdot}1\ m^3}$$

[1] *Borggreve* Die Forstabschätzung (Berlin, 1888) című munkájában *Schneider* képlete helyett annak egy módosított alakját ajánlja. Ezt *Udo Müller* is elfogadhatónak tartja. (Holzmesskunde, 3. kiad. 405. lap.) Gyakorlati jelentősége azonban ennek sem nagy.

NEGYEDIK RÉSZ

A FATERMÉSTAN VÁZLATA

A fatermméstan vázlata

A fatermméstan a fatömegnek és a fatömegtényezőknek a korral, termőhellyel és némely más ható tényezővel való összefüggéseit és változásait tárgyalja, azok törvényszerűségeit kutatja és magyarázza. Minthogy pedig ezek a változások nagyobbára a növedékben jutnak kifejezésre, azért voltaképpen a növedékről szóló tudnivalók tetemes része is ebbe a tárgykörbe tartoznék.

Ezekből látnivaló a fatermméstan és az erdőbecsléstan igen szoros összefüggése. Ez a két erdészeti tudományág ezért nem is választható el teljesen egymástól, és mindíg szoros kapcsolatban kell maradnia.[1]

A) *Az egyesfa*[2] *fatermméstana*

Előre bocsátjuk, hogy a gyakorlatnak ezzel a tárgykörrel, legalábbis közvetlenül, sokkal kevesebb kapcsolata van, mint a *faállomány* fatermméstanával. Azért az utóbbival fogunk bővebben foglalkozni. Ezt már csak azért is megtehetjük, mert a faállomány fejlődésének és fatermése, növedéke stb. változásának a törvényszerűségei nagyjából ugyanazok, mint az egyesfáéi. Ezt természetesnek kell találnunk, mert hiszen a faállomány összetevői az egyesfák.

1. A törzselemzés

A fatörzs és a vastagabb ágak fejlődéséről a faegyed életének elmúlt szakára nézve a *teljes törzselemzés* ad felvilágosítást.

A törzselemzés gyakorlati végrehajtásának munkálatai (vázlatosan) a következők: A ledöntött törzset képzeletben 2 (vagy 4)

[1] A külföldi erdészeti főiskolákon is csak újabban kezdik a fatermméstant külön tantárgyként előadni, s ilyen irányú tankönyv is csak egy jelent meg eddig, *Vanselow Károly* müncheni egyetemi tanár tollából: Einführung in die forstliche Zuwachs- und Ertragslehre, München — Pasing, 1941.

[2] Ezt az elnevezést fogjuk alkalmazni a *faegyedre*, ellentétben a fák sokaságát felölelő *faállománnyal*.

m-es részletekre osztjuk, azután minden ilyen szakasznak a közepéről, annak vastagságához képest, merőlegesen a törzs hossztengelyére, egy-egy 2—10 cm vastag korongot fűrészeltetünk ki s mindegyikre ráírjuk a vágáslaptól mért távolságot (1, 3, 5, . . . stb. m). Ugyancsak kivágunk egy korongot a vágáslap magasságából (ezt a 0 számmal jelöljük) és a mellmagasságból (1,3 m) is. Az így kivágott korongokat hazaszállítjuk, legyalultatjuk, s akkor (még mielőtt kiszáradnának) kezdetét veheti a méretezés.

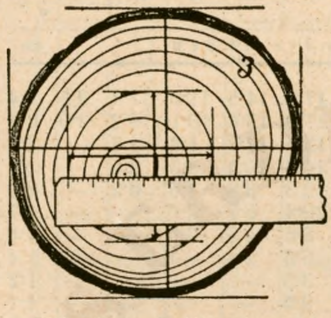
Hogy a kiszáradásnak és megrepedezésnek elejét vegyük, tanácsos a korongok metszéslapját mindjárt a helyszínén faggyúval vagy viasszal jól bekenni, aztán minden korongot papírosba csomagolva rakni be a szállítóládába. Így a korongok, ha hűvös helyen tartjuk azokat, hónapokig is épen maradnak.

A kiállítási korongok megóvásának is egyedüli eszköze a (forró) viasszal való beeresztés. Különben a megrepedezés elkerülhetetlen.

A fa korát az évgyűrűk megszámlálásával még a helyszínén meg kell határozni. A tuskónak a föld szinéig való lefűrészelésével, vagy a bélig való lehasításával pontosan meg kell állapitani, hogy hány éves volt a csemete, amikor a vágáslap magasságát éppen elérte. De, ha egy-két évnyi hibát megengedünk, megelégedhetünk az egyszerű *becsléssel* is. (454. lap.) Ezt a kort azután hozzá kell adni a vágáslapi korongon leolvasott évgyűrűk számához, hogy a fa pontos korát megtudjuk. Azután minden egyes korongról le kell mérni és jegyzékbe foglalni az 5—5, vagy 10—10 évre kikerekített korokra vonatkozó átmérőket, hogy azok alapján a törzselemzési rajzot elkészíthessük.

Ebből a célból a símára gyalult korongot magunk elé helyezzük, és az illető koroknak megfelelő évgyűrűk szélét színes irónnal kirajzoljuk. Ha pl. a fa kora 83 év, akkor kívülről befelé leszámolunk 3 évgyűrűt, hogy a 80 éves fának megfelelő évgyűrűhöz jussunk, ezt kirajzoljuk, majd attól befelé haladva minden ötödik vagy tizedik évgyűrűt hasonlóképpen megjelölünk, hogy majd ezek segítségével a 70—60 stb. éves korban létezett fatörzs átmérőjét meghatározhassuk. Meg kell ezenkívül mérni a kéreg külső széléig terjedő átmérőt is, és meg kell számolni a legbelső kirajzolt körön belül fekvő évgyűrűket is. Az átmérők megmérése legcélszerűbben mm-ekre beosztott háromélű famércével, vagy fogantyús fémmércével történhetik. Minthogy pontos adatokra van szükség, többnyire nem elégszünk meg egyetlen átmérővel, hanem minden korra nézve 2—2, egymással keresztbenálló átmérőt mérünk le tizedmilliméter pontosságig, s azután azoknak középarányosát határozzuk meg. Ezt már egész mm-ekre kerekítjük ki.

Az átmérőt úgy mérjük, mintha átlalóval dolgoznánk. Erre a célra derékszögű háromszöget használunk, melyet vonalzó mellett csúsztatunk tova, mígcsak az illető évgyűrűt nem érinti. A háromszög éle (befogója) helyettesíti az átlaló szárát. Az érintőket esetleg irónnal meghúzzuk, s egymástól való távolságukat lemérjük. Ez az llető évgyűrű átmérője.



128. *ábra.* A törzselemzési korongok előkészítése és méretezése

A korong előkészítését és mérését a 128. ábra magyarázza meg. A keresztszelvény kora 100 év. A nyilasvégű keresztek a 100 éves és az 50 éves fa számbaveendő átmérőjét mutatják (az előbbit kéreggel, az utóbbit kéreg nélkül). Az átmérő az egyközű érintők egymástól való távolsága. A korongon fekvő mérce az 50 éves törzs egyik átmérőjének a megméréséhez van előkészítve.

A 3 szám azt jelenti, hogy a korong a vágáslaptól 3 m távol-ságból való.

A kirajzolt évgyűrűk átmérőjét (mint két adat számtani középarányosát) az alábbi mintához hasonlóan foglaljuk kimutatásba.

Van az átmérő meghatározásának egy más módja is, mely azonban sokkal körülményesebb. A legyalult korong felületén az évgyűrűk puhább részeit gyenge savval kimaratjuk, a keményebb őszi pászta ellenben, mint kiálló rész, megmarad. Ezzel kész képdúcot kapunk, mellyel síma papírosra grafitporos vagy nyomdafestékes lenyomatot készíthetünk és azon az 5—5 vagy 10—10 évre kikerekített koroknak megfelelő évgyűrűket kirajzolva, a körlapok területét planiméterrel határozhatjuk meg. Ezekből a területekből mint körökből számítjuk ki (a körlaptáblából) a megfelelő átmérőket. Így igen pontos munkát végezhetünk s a szabálytalan korongról is helyes eredményeket kaphatunk. Az első eljárás azonban egyszerűbb s a gyakorlatban követett becslési módnak (átlaló használata) jobban megfelel.

A kimutatásban összefoglalt adatok alapján azután megszerkeszthetjük a törzselemzési rajzot (129. ábra). Mindenekelőtt megrajzoljuk a fa hossztengelyét,[1] és erre merőlegesen a korongok síkjának megfelelő merőlegeseket (szakadozott vonalak), azután a tengelytől jobbra-balra felrakjuk a táblázatban kimutatott átmérők felét. Végül összekötjük egymással a megfelelő pontokat s akkor

[1] Az ábrán hiányzik.

100 éves erdeifenyő törzselemzése

1. A korongokról lemért adatok

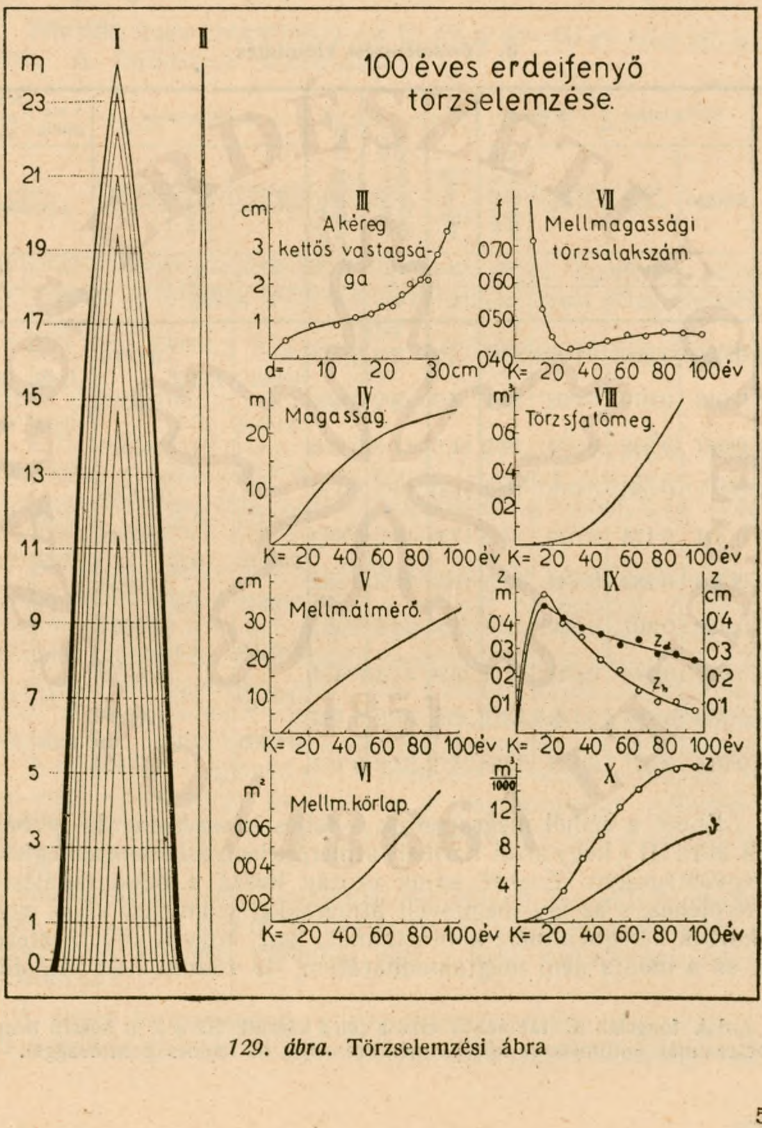
A korong távolsága a vágáslaptól	Az évgyűrűk száma	A keresztszelvény átmérője a											A kéreg kettős vastagsága
		kéregben	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10	
m		éves korban centiméterekben											cm
0	97	34·9	31·5	29·1	26·4	25·6	20·7	17·8	14·5	11·0	7·4	3·5	3·4
1	92	32·9	30·0	27·9	25·5	23·0	20·0	17·0	13·6	10·1	6·2	2·0	2·8
3	86	30·4	28·3	26·5	24·3	21·5	18·7	15·5	12·2	1·4	4·7	—	2·1
5	82	28·8	26·7	24·9	28·6	20·0	17·3	14·0	10·5	4·6	2·5	—	2·1
7	78	27·0	25·0	23·3	21·0	18·5	15·6	12·3	8·8	4·6	0·2	—	2·0
9	73	25·2	23·5	21·6	19·4	16·5	13·6	10·4	6·7	2·6	—	—	1·7
11	68	23·2	21·8	19·7	17·5	15·0	12·0	8·6	4·7	0·5	—	—	1·4
13	62	21·4	20·0	17·7	15·4	13·0	10·0	6·5	2·4	—	—	—	1·4
15	56	19·2	18·0	15·5	13·1	10·4	7·4	3·5	—	—	—	—	1·2
17	48	16·3	15·2	13·1	11·6	7·8	4·5	0·5	—	—	—	—	1·1
19	40	12·7	11·8	9·9	7·4	4·5	0·8	—	—	—	—	—	0·9
21	27	8·5	7·6	5·6	3·4	—	—	—	—	—	—	—	0·9
23	10	3·2	2·7	0·7	—	—	—	—	—	—	—	—	0·5

előttünk áll a fa hosszmetszetének képe (129. ábra, I.). Ez nemcsak a jelenlegi törzset mutatja kéregben és kéreg nélkül, hanem azt is szemlélteti, milyen volt a fa alakja 10, 20, 30 (esetleg 5, 10, 15) stb. éves korában.

A magasság és az átmérő valódi arányát természetesen nem mutatja a rajz hűen, de ez nem is kívánatos, mert ilyen ábrázolás esetén annyira keskeny, elnyúlt alakot kapnánk, hogy egyrészt az alkotóvonalak természetéről nem volna világos képünk, másrészt a fapalástok szegélyei olyan közel kerülnének egymáshoz, hogy különkülön való megrajzolásuk nem is volna lehetséges. (129. ábra, II.) Ezért mindig erős *torzítást* alkalmazunk. Ábránkon pl. a torzítás tízszeres (az átmérő mércéje a magasság mércéjének tízszerese. Az előbbi méretaránya 1 : 20, az utóbbié: 1 : 200. A 129. ábra II. méretaránya mind az átmérőt, mind a magasságot illetőleg 1 : 200).

Az adatok kimutatása nem ad felvilágosítást arról, hogy milyen volt a törzs magassága a különböző korokban, ezért a csúcsok helyét az ábrán közbesítéssel határozzuk meg, mégpedig vagy úgy, hogy a két egymás fölött fekvő korong évgyűrűszámának és egymástól való távolságának a viszonyából számítjuk ki az egy évre eső átlagos magassági növekedést, mellyel azután az alantabb fekvő legbelső évgyűrűk számát kell szoroznunk, hogy a korong fölé eső csúcsdarab hosszát megkapjuk, vagy pedig az illető fapalást vonalának érzékszerinti meghosszabbítása (extrapoláció) útján, mely módon többnyire a csúcs természetesebb elhelyezést kap, mintha annak a fekvését az erőszakosabb közbesítés módszerével határoztuk volna meg.

Az 1. táblázat alapján, mely minden 2 m-es szakasz középátmérőjét kimutatja, éppenúgy határozhatjuk meg az egyes részletek köbtartalmát, mint ahogy azt a fekvőtörzseken tesszük, csak rész-



129. ábra. Törzselemzési ábra

letesebb henger-, illetőleg körlaptáblákra van szükségünk,[1] mert az átmérők mm-ekben vannak megadva. A kiszámított köbtartalmakat a 2. kimutatás 2. és 3. rovata foglalja magában. A 2. rovatban kimutatott, kéreggel együtt értendő fatömeg kiszámításához csak a 100 éves fáról szerezhettünk közvetlenül adatokat, a belső fapalástokhoz tartozó kéreg vastagságát azonban közvetlenül nem mérhetvén meg, azt csak következtetés útján kell megállapítanunk.

2. Törzselemzési kimutatás

Kor	Köbtartalom		A kéreg		Magasság	Mellmagassági átm. kéreggel	Mellmagassági törzs-alakszám	A köbtartalom			A magasság	A mell-mag. átm.
	kéreggel	kéreg nélkül	köbtartalma	viszonylagos mennyisége				folyó-növedéke	növedék-százaléka	átlag-növedéke	folyó-növedéke	
év	köbméter			%	m	cm		m³	%	m³	m	cm
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
10	0·0009	0·0006	0·0003	33·3	2·8	2·4	0·714			0·0001		
								0·0012	133·3		0·49	0·45
20	0·013	0·010	0·003	23·1	7·7	6·9	0·459			0·0007		
								0·0034	26·2		0·39	0·41
30	0·047	0·038	0·009	19·2	11·6	11·0	0·426			0·0016		
								0·0064	13·6		0·34	0·37
40	0·111	0·093	0·018	16·2	15·0	14·7	0·436			0·0028		
								0·0093	8·4		0·26	0·35
50	0·204	0·175	0·029	14·2	17·6	18·2	0·445			0·0041		
								0·0122	6·0		0·22	0·31
60	0·326	0·282	0·044	13·5	19·8	21·3	0·462			0·0054		
								0·0141	4·3		0·15	0·33
70	0·467	0·407	0·060	12·9	21·3	24·6	0·461			0·0067		
								0·0159	3·4		0·11	0·28
80	0·626	0·544	0·082	11·5	22·4	27·4	0·474			0·0078		
								0·0163	2·6		0·11	0·28
90	0·789	0·684	0·105	13·3	23·5	31·2	0·469			0·0088		
								0·0165	2·1		0·08	0·26
100	0·954	0·821	0·133	13·9	24·3	32·8	0·465			0·0095		

Ebből a célból megrajzoljuk a teljes kéregvastagság görbéjét (129. ábra III.), hogy arról bármely átmérőre leolvashassuk a megfelelő kéregvastagságot. Ezeket adjuk ezután hozzá a belső fapalástok átmérőjéhez, s az így megnövelt átmérőkkel számítjuk ki az egyes szakaszok kéregben mért köbtartalmát. Igaz, hogy a következtetésnek ez a módja nem megtámadhatatlan, de viszont más megoldás

[1] A függelék *C* táblázata erre a célra készült. Ez a 2 m hosszú henger köbtartalmát milliméteres középátmérőkre adja, öt tizedes pontossággal.

nincs s azért az ebből származó kis hibákba bele kell nyugodnunk. A 4. rovat a 2. és 3. rovat különbségét, az 5. ezeknek a különbségeknek a kéregben mért fatömeghez való viszonyát mutatja. A 6—8. rovat kitöltése nem kíván külön magyarázatot. A folyónövedék rovatai tulajdonképpen a korszaki átlagnövedékre vonatkoznak, ez azonban a folyó évi növedékhez olyan közel áll, hogy gyakorlatilag azzal felcserélhető.

Nézzük, hogy számítottuk ezt ki pl. a 40—50 év *közé* eső korszakra. A fatömegek különbsége:

$$z_{40\text{-}50} = V - v = 0{\cdot}204 - 0{\cdot}111 = 0{\cdot}093 \text{ m}^3.$$

$$\text{Ennek egy évre eső átlaga: } \frac{0{\cdot}093}{10} = 0{\cdot}0093 \text{ m}^3.$$

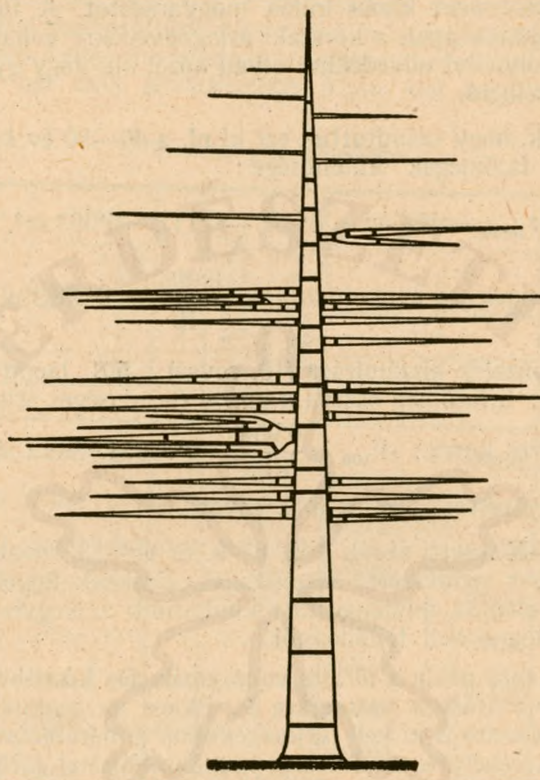
A növedékszázalék kiszámítása (10. rovat) a 501. lapon van leírva. A 11. rovat: a fatömeg osztva a korral (közönséges átlagnövedék). Pl. a 100 éves korra: $V_{100} = \frac{0{\cdot}954}{100} = 0{\cdot}00954$. A 12. és 13. rovat kitöltése úgy történik, mint a 9. rovaté.

A IV—X. alatti ábrák a 2., 6—9. és 11—13. rovatban feltüntetett számsor természetét szemléltetik. Ezeknek figyelmes tanulmányozása alapján felvilágosítást kaphatunk a megvizsgált erdeifenyő egyed múltbeli fejlődéséről.

A fentebbi példa a *törzsre* vonatkozik. De készíthetünk törzselemzési kimutatást a vastagfára is. Ekkor az ágaknak 7 cm-nél vastagabb részeire is ki kell terjeszkednünk a méretezéssel. Ha a fa igen ágas, terebélyes, az tetemes munkatöbblettel járhat. A 130. ábra például egy szabadon nőtt akác vázlatos képét mutatja be a törzsből és az ágakból kivágott korongok helyének megjelölésével (vastag harántvonalak). Ha a fa szabálytalanságai nem engedik meg, hogy a korongokat egyenlő (pl. 2 méteres) távolságban vágjuk ki, akkor ettől eltérhetünk, de ilyenkor a szegélyvonalat milliméterpapírosra kell rajzolnunk s az egyenlő hosszúságú szakaszok középátmérőjét onnan leolvasnunk.

Megjegyzendő, hogy gyakorlatilag mindig elegendő a hosszmetszet (hosszanti) *felének* a megszerkesztése. Példánkban csak a természetesség kedvéért rajzoltuk meg a törzs részarányos, teljes hosszmetszetét.

A teljes törzselemzésre a gyakorlatban ritkán van szükség. Tudományos és kísérleti szempontból azonban nagy jelentősége van, mert ez az egyedüli eszköze annak, hogy a fák növekedési törvényeiről világos képet kaphassunk s a korhoz való vonatkozásokat biztos alapon deríthessük fel.[1]



130. ábra. Szabadon nőtt akác vázlatos képe, a törzselemzési korongok helyének megjelölésével

2. A fatömegnek és tényezőinek általános fejlődési törvényszerűségei

A törzselemzés csak *egyes* törzsek fejlődésének menetét deríti fel. Az általános törvényszerűségeket azonban csak nagyobb tömegű megfigyelések eredményeiből hámozhatjuk ki.

A két főváltozó, melytől a faegyed fatömegtényezői függnek s melyeknek a növedékre is döntő hatásuk van: a kor és a termő-

[1] Beható törzselemzési tanulmányt írt többek közt *Guttenberg Adolf* (volt bécsi főisk. tanár) Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge (Wien u. Leipzig 1915) cím alatt, mely számos adatot és törzselemzési ábrát tartalmaz.

hely. Ezenkívül igen fontos része van a fák fejlődésében a környezetnek is. Egészen másképpen nő a fa a zárt erdő belsejében, mint az erdő szélén vagy éppen szabad állásban. Az egyesfára nézve tulajdonképpen a termőhelyet is másképpen kellene értelmezni, mint a faállományra nézve, s a környezetet (a fa állását) is mint termőhelyi tényezőt kellene felfognunk. Főképpen ettől függ ugyanis a fának jutó fénymennyiség, az élet s a fejlődés egyik legfontosabb kelléke. Teljesen azonos jóságú talajon is különtéleképpen fejlődnek az eltérő környezetű fák. Ebben része lehet az árnyékoláson kívül a szomszédos fák gyökérversenyének is. Ez tehát szintén környezeti hatás.

Azt is lépten-nyomon tapasztaljuk, hogy a különféle fafajok természete a fejlődés szempontjából más és más. Ezért, ha törvényszerűségeket akarunk megállapitani, azt minden fafajra külön kell megtennünk.

a) A termőhely és a kor hatása

Ez bővebb magyarázatot nem kíván. Nyilvánvaló, hogy a jobb talajon s kedvezőbb éghajlati viszonyok közt a faegyed gyorsabban nő s nagyobb méreteket ér el, mint a rosszabb termőhelyen. Kellő mennyiségű statisztikai megfigyelési anyag alapján aztán a számszerű összefüggéseket is ki lehet puhatolni.

Errenézve használható alapot szolgáltathatnak az olyan »növekvési táblák«, amilyeneket a szerző szerkesztett a szabadon álló akácról.[1] Ennek az I. termőhelyi osztályra vonatkozó kivonatát az alábbiakban adjuk. Ha több termőhelyről van hasonló táblázatunk (a szerző művében pl. négy termőhelyről), akkor a megfelelő számadatok összehasonlítása felvilágosít a termőhelyi eltérések hatásáról is.

α) A fatömeg változása

A növekvési táblák számsorai kevésbbé áttekinthetők mint a függvényábrák. Ezért az összefüggéseket célszerűbben szemléltethetjük az utóbbiakkal. A helyszűke miatt azonban természetesen nem terjeszkedhetünk ki minden vonatkozásra.

A szabadon nőtt akác vastagfatömegének görbéit a 131. ábrán láthatjuk. A vékonyabb (római számmal megjelölt) vonalak a termőhelyi osztályok átlagos számsorainak, a vastag vonalak pedig az illető osztályok határértékeinek felelnek meg.

Ha tisztán a termőhelyi minőségnek a fatömeggel való összefüggéseit vizsgáljuk, a 132. ábrán feltüntetett eredményekhez jutunk.

[1] Az akác sorfa fatömeg- és növekvési táblái, Sopron, 1931.

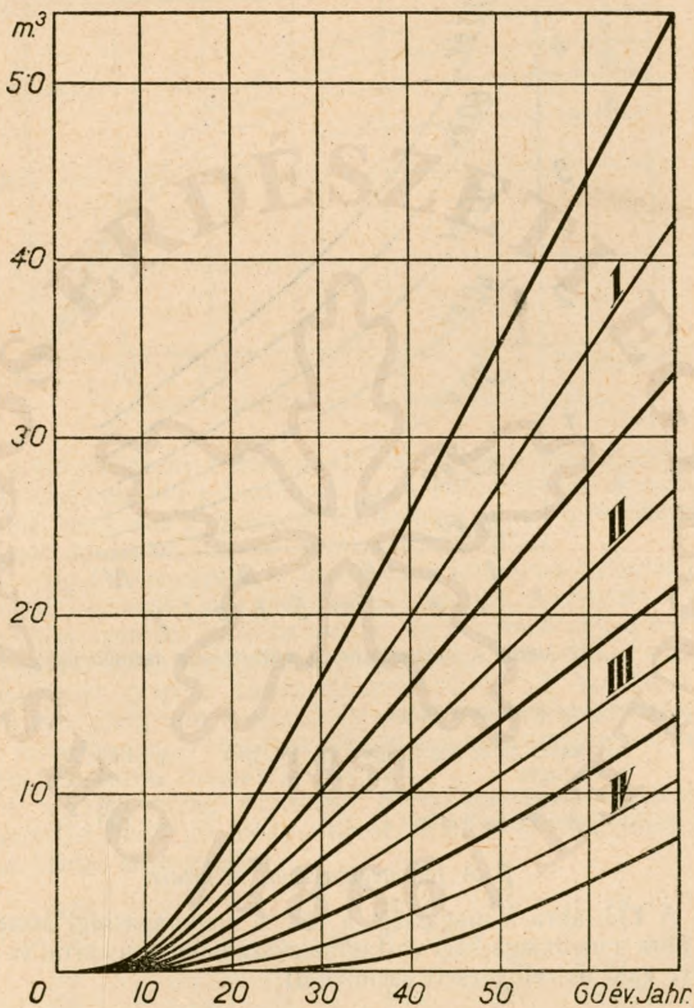
A szabadonálló akácegyed növekvési táblái az I. termőhelyre
(kivonat)

Kor	Mellmagassági átmérő	Famagasság	Fatömeg a) vastagfa	b) vékonyfa	c) összesfa (a)+b))	d) Gyökér- és tuskófa	e) c) és d) együtt	A nyesési faanyag évi átlaga	10 évente	összege	Összes fatermelés 8+11	Vastagfaalakszám
év	cm	m	tömörköbméter									
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
10	17·5	8·1	0·090	0·066	0·156	0·045	0·201			0·0035	0·205	0·462
								0·0055	0·0551			
20	34·2	13·6	0·602	0·184	0·786	0·240	1·026			0·0586	1·085	0·482
								0·0115	0·1151			
30	46·1	16·4	1·269	0·259	1·528	0·428	1·956			0·1737	2·130	0·464
								0·0122	0·1215			
40	54·6	17·8	1·987	0·330	2·317	0·582	2·899			0·2952	3·194	0·477
								0·0118	0·1175			
50	61·0	18·5	2·726	0·391	3·117	0·705	3·822			0·4127	4·235	0·504
								0·0112	0·1120			
60	65·9	18·8	3·473	0·445	3·918	0·794	4·712			0·5247	5·237	0·542
								0·0105	0·1050			
70	70·0	18·8	4·220	0·500	4·720	0·850	5·570			0·6297	6·200	0·583

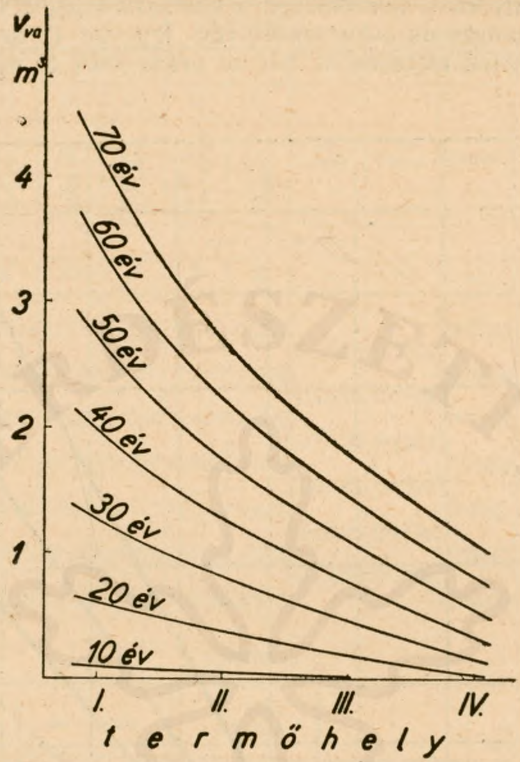
Folytatás

Kor	A vastagfa folyó-	A vastagfa átlag-	Az összesfa folyó-	Az összesfa átlag-	Az összes fatermés folyó-	Az összes fatermés átlag-	A vastagfa	Az összesfa	Az összes fatermés	A vékonyfa	A tuskó- és gyökérfa
	növedéke						növedékszázaléka			a vastagfa %-ában	
év	tömörköbméter						%				
1.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.
10		0·0090		0·0156		0·0205				73·3	50·0
	0·0512		0·0630		0·0880		56·9	40·4	42·9		
20		0·0301		0·0393		0·0543				30·6	39·9
	0·0667		0·0742		0·1045		11·8	9·4	9·6		
30		0·0423		0·0509		0·0710				20·4	33·7
	0·0718		0·0789		0·1064		5·7	5·2	5·0		
40		0·0497		0·0579		0·0799				16·6	29·3
	0·0739		0·0800		0·1041		3·7	3·5	3·3		
50		0·0545		0·0624		0·0847				14·3	25·9
	0·0747		0·0801		0·1002		2·7	2·6	2·4		
60		0·0579		0·0653		0·0873				12·8	22·9
	0·0747		0·0802		0·0963		2·2	2·0	1·8		
70		0·0603		0·0674		0·0886				11·8	20·1

Látjuk, hogy az I. termőhelyen a vastagfatömeg a IV. termőhelyi osztály fatömegének sokszorosára rúg. Így van ez az összesfa és a többi választék esetében is, bár az arány más és más.



131. ábra. A szabadon nőtt akác vastagfatömegének görbéi a különböző termőhelyeken. Számozott (vékony) vonalak: termőhelyi átlagok, vastag vonalak: határértékek



132. ábra. A vastagfatömeg változása a termőhellyel

Az 50 éves korban például

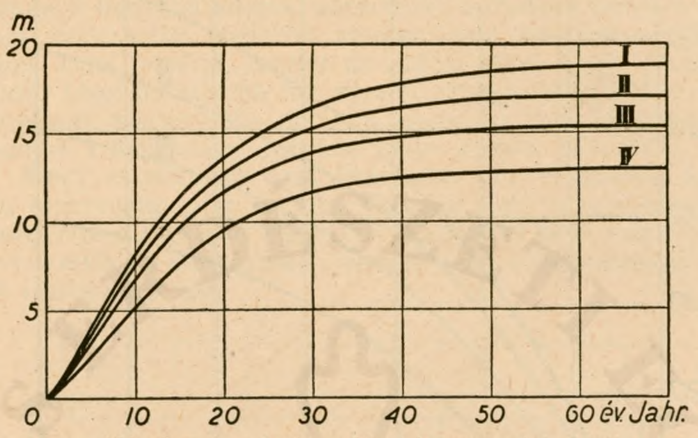
az összes fatermés aránya (I : IV. th.)	=	100 : 30
a vastagfa « « « «	=	100 : 25
a vékonyfa « « « «	=	100 : 41
a tuskó és gyökérfa « « « «	=	100 : 44

β A fatömegtényezők változása

A 133. ábra a magasság, a 134. a mellmagassági átmérő s a 135. ábra a mellmagassági vastagfaalakszámoknak a korral és termőhellyel való összefüggéseit szemlélteti.

γ Az ághulladék és a nyesési anyag. A lombhulladék. A kéreg

Már a 485. lapon megemlékeztünk arról, hogy az idősebb fa tövön álló fatömege mindig kisebb, mint a fa egész élettartama alatt létrejött növedékek összege. Különösen a faállomány belsejében, zárt állásban nőtt törzsekre nézve van ez így; ezek a szomszédos fák árnyékolása folytán ágaik nagy részét elvesztik s (külö-



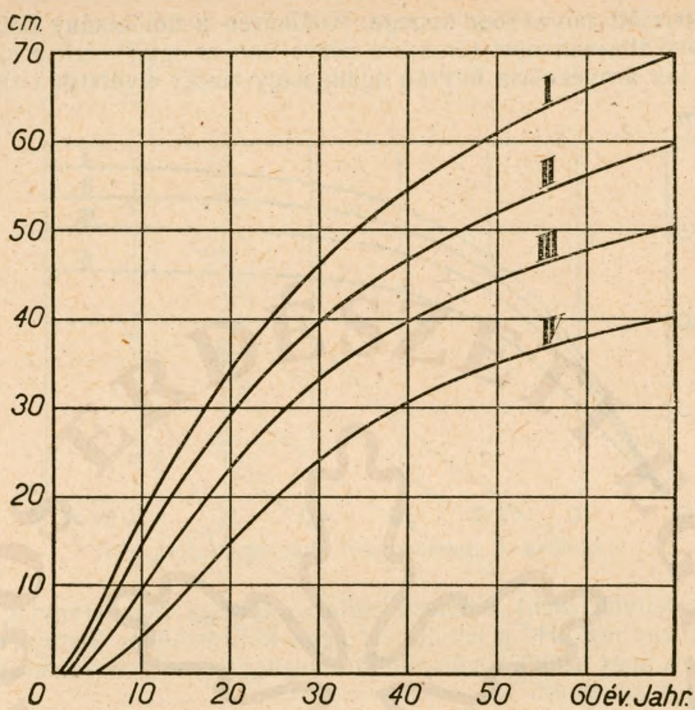
133. ábra. A szabadon nőtt akác magassági görbéi

nösen a fenyőféléken) a hosszú, ágtalan törzsek csak aránylag kis koronát viselnek. Ha a lehullatott ágak köbtartalmát összegeznők, kiderülne, hogy azok a tövön álló fatömeghez képest igen számottevő százalékot adnak ki.

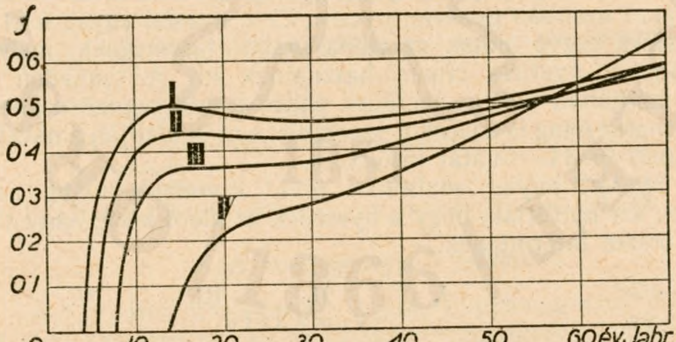
A maguktól elszáradó és lehulló ágak többnyire értékesítetlenül maradnak, s az erdőtalaj televényét gyarapítják. Az útszéli és egyéb szegélyfákat azonban gyakran nyesik. Ez a nyesési anyag felel meg az egyesfára nézve annak az előhasználati fatömegnek, melyet a faállományból gyérítés címén használnak ki. A szabadon nőtt akácról módjában volt a szerzőnek ennek a faanyagnak a mennyiségére vonatkozólag is adatokat szereznie, s azok alapján a növekvési tábláknak a 9—11. rovatát kitöltenie.

A nyesési anyag adatainak rövid kivonatát alább adjuk. A számok azt mutatják, hogy a nyesedék az illető korig hány *százaléka* az összes fatermésnek.

Kor év	I.	II.	III.	IV.
	termőhely			
10	1·7	1·9	2·3	—
20	5·4	6·5	5·8	11·2
30	8·2	9·8	9·1	12·1
40	9·2	11·2	10·7	12·2
50	9·7	12·1	11·4	11·7
60	10·0	12·4	11·8	11·3
70	10·2	12·5	11·9	10·6



134. ábra. A szabadon nőtt akác vastagsági görbéi

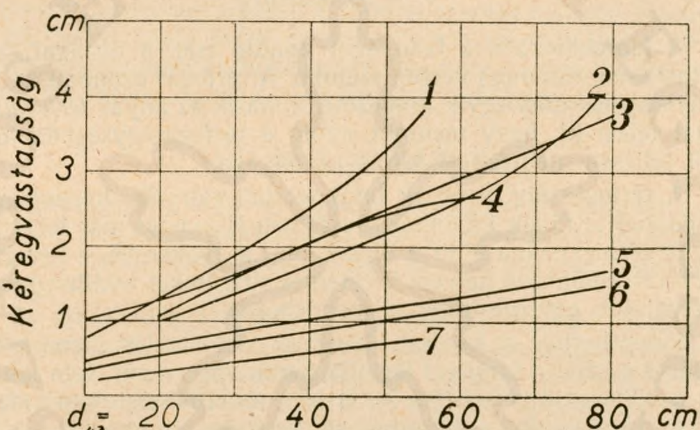


135. ábra. A szabadon nőtt akác vastagfaalakszám-görbéi

Az első három termőhely számsorai nagyjából azonos futásúak: a 30 éves korig gyorsan, onnan kezdve lassabban emelkednek. Legnagyobb a nyesési százalék a II. termőhelyen. A IV. termőhely görbéje magasan kezdődik, aztán a 47 éves kortól kezdve átvág az I. és III. th. görbéjén.

Mindez azonban csak az akácra és arra a vidékre vonatkozik, ahonnan a helyszíni adatok származnak. Általános érvényű szabályokat csak széles alapokon nyugvó, igen kiterjedt vizsgálatok alapján lehet leszűrni. Annyit az akácra nézve mégis megállapíthatunk, hogy az idősebb fák nyesési anyaga nagyjából az összes fatermésnek mintegy 10—12%-ára tehető. Ez jóval kevesebb, mint amennyit a faállomány gyérítése útján kapunk (40—50%).

Hogy az elszáradt ágak lemetszése hány százalékos apadást okoz, arravonatkozólag szabatos vizsgálatokat, legalábbis nagyobb terjedelemben, nem igen végeztünk. A lehullott lomb mennyiségéről már szereztek itt-ott adatokat, azokról majd a faállományra vonatkozó részben lesz szó.



136. ábra. A kéregvastagság és az átmérő vonatkozásai*) *1:* vörösfenyő, *2:* tölgy, *3:* erdeifenyő, *4:* akác, *5:* jegenyefenyő, *6:* lúcfenyő, *7:* bükk

A kéreg viszonylagos mennyiségéről nagy általánosságban már a 145. lapon megemlékeztünk. A mellmagassági átmérőnek megfelelő átlagos kéregvastagságokat pedig a 136. függvényábra mutatja meg[1].

A kéreg aránylagos vastagsága egyébként ugyanazon a törzsön is változó. Erre is nagy hatása van a környezetnek, s a korona nyomott vagy szabadabb állásának. A kéreg megoszlása a törzsön az egyes fafajokra többé-kevésbbé jellemző. Különben *Flury* vizs-

[1] *Vaselow:* Einführung in die forstliche Zuwachs- u. Ertragslehre, 26. lap. (*Guttenberg* ismertetései alapján.)

gálatai szerint[1] a kéreg aránylagos köbtartalma a mellmagassági átmérővel ellentétes értelemben változik, a következő határok közt.

Fafaj:	Vastagsági határok:	Kéregszázalék:
Bükk	30—50 cm	8,0—5,7%
Lucfenyő	20—60 «	11,6— 7,8%
Jegenyefenyő	20—70 «	11,9—10,0%
Erdeifenyő	30—40 «	14,2—12,0%
Vörösfenyő	8—80 «	25,3—19,1% (Schober).

Az ágfa viszonylagos mennyisége a fiatal korban a legnagyobb, később egyre csökken, az idősebb korban pedig már alig változik. *Vanselow* szerint a zárt állásban nőtt bükk és tölgy ágfaszázaléka mintegy 15—20%, a luc- és jegenyefenyőé 7—10%, az erdeifenyőé 8—12%.

δ A térfogatsúly

A fentebbiekben a faanyagot mindig csak a térfogat szerint (köbtartalom, fatömeg) vettük számba. A térfogat azonban az anyag mennyiségének csak egyik tényezője, a másik az anyag *térfogatsúlya.* Ez azt fejezi ki, hogy mennyit nyom a térfogategységben foglalt, víztől teljesen mentesített fának az anyaga.

A térfogatsúly nemcsak fafaj szerint változik, hanem egy- és ugyanannak a fának különböző részeiben is más és más lehet ; más az ágak térfogatsúlya mint a törzsé, más a gyökereké, a kéregé stb. De a törzs különböző helyein is tetemes eltéréseket találhatunk, s ez a vizsgálatok egységesítését is megnehezíti.

Felvethetjük a kérdést, hogy az erdőbecslés szempontjából szükséges-e ezzel a tárggyal foglalkoznunk vagy nem. Nem kétséges, hogy a térfogatsúly fogalma kívül esik az erdőbecsléstan tulajdonképpeni tárgykörén, a faterméstan keretébe azonban mégis beleilleszthető. Műszaki és ipari szempontból ugyanis fontos a térfogatsúly ismerete, tehát az erre vonatkozó vizsgálatok gyakorlati jelentősége tagadhatatlan, s nem fölösleges tudnunk, hogy kor, termőhely és fafaj szerint ebben a tekintetben is milyen fatermésre számíthatunk.

Hogy a fatömeg- és a térfogatsúly szerinti fatermés között milyen tetemes eltérések lehetnek, azt meggyőzően világítják meg *Guttenberg* következő adatai, melyeket az ofenbachi állami erdőkben végzett törzselemzések eredményeképpen kapott[2] a 110 éves tör-

[1] Einfluss der Berindung auf die Kubierung des Schaftholzes (Mittheilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, V. kötet, 1897, 203. lap.)

[2] *Vanselow* faterméstana, 4. old.

zsekre. A megvizsgált törzsek fatömege így aránylott egymáshoz (ha a bükk fatömegét 100-nak tesszük fel):

1. Erdeifenyő: 123, 2. lúcfenyő: 105, 3. bükk: 100, 4. jegenyefenyő: 83.

Ha azonban a fatömeget *azonos térfogatsúlyra* vonatkoztatjuk, a viszonyszámok így alakulnak:

1. Bükk: 100, 2. erdeifenyő: 91, 3. lucfenyő: 72, 4. jegenyefenyő: 54.

Tehát a sorrend és az arány egészen megváltozik.

Más tenyészeti tájakon a viszony ismét eltérhet az előbbitől Erre a kérdésre az állományok faterméstanával kapcsolatban még visszatérünk. Annyit azonban már az eddigiekből is láthatunk, hogy a fatömeg maga még nem fejezi ki a fatermés valódi nagyságát, mert a becsült köbmétertartalom a termelt szerves faanyag mennyiségéről tökéletlen képet ad. A fennebbi adatokból például kitűnik, hogy a bükk az ofenbachi erdőkben 110 éves koráig mintegy 85%-kal több anyagot termel, mint a vele egyenlő térfogatú jegenyefenyő.

b) *A környezet hatása*

Említettük már, hogy az egyesfa kifejlődésére és fatömegére nagy hatással van a környezet. Ezt az illető faegyed szomszédságában nőtt törzsek elhelyezése, erőteljessége és beárnyékoló képessége szabja meg.

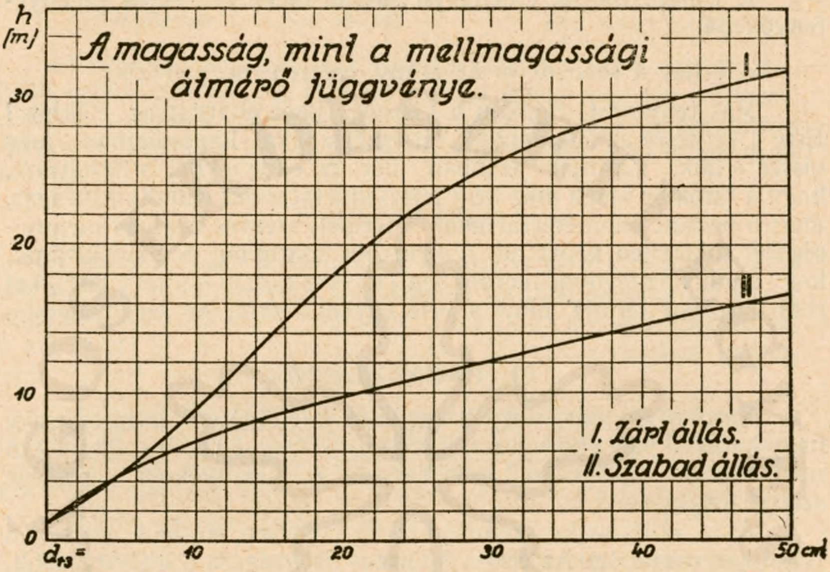
A fa »állásának« szélsőségei: a teljesen szabad állás s a teljes elnyomottság. Az első a fatermés nagyságára a legkedvezőbb, a második a legkedvezőtlenebb. A zárt erdőben többé-kevésbbé minden fa a környezet hatása alatt áll s ebben a versengésben csak a fejlődőképesek maradnak meg, a gyengébbek előbb-utóbb elpusztulnak. A zárt állást az alábbiakban úgy értelmezzük, hogy az az egykorú, szabályszerű faállományban nőtt törzsek átlagos környezetének felel meg. Amint pedig a környezet hatása tekintetében *egy* fafajra fogunk megállapítani az, habár különböző számszerű összefüggések alakjában, nagyjából és általánosságban, a többi fafajra nézve is érvényesnek tekinthető.

A szerző a szabad állásban nőtt akácon is végzett beható megfigyeléseket,[1] és készített fatömegtáblákat a rendes záródású erdő fáira vonatkozólag is.[2] Módjában volt tehát igen eltérő környezetnek a hatását is összehasonlítani és számszerűleg egybevetni. Erre vonatkozó eredményeit többekközt az Erdészeti Lapokban is kö-

[1] Lásd a talpjegyzetet az 510. lapon.
[2] Akácfa-tömegtáblák és szerfabecslési táblázatok, Sopron, 1935.

zölte[1]. Ennek a tanulmánynak a nyomán a következőket állapíthatjuk meg.

1. A jó záródású faállományokban nőtt akác, ugyanazon mellmagassági átmérőt feltételezve, sokkal magasabb (20 cm-től felfelé csaknem kétszer akkora), mint a szabad állásban nőtt. Ezt mutatja a 137. ábra.



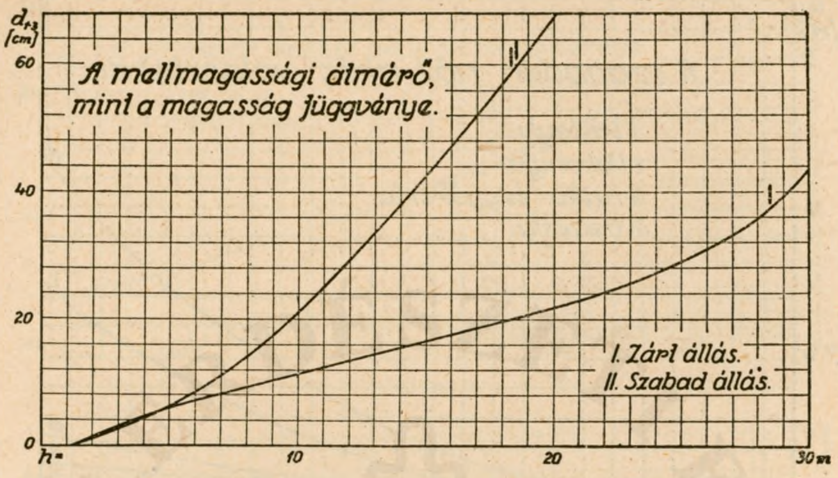
137. ábra

2. A törzsvastagság szempontjából az arány fordított: azonos magasság esetén a szabadon nőtt törzsek mellmagassági átmérője általában messze felülmúlja a zártállásúakét. (138. ábra).

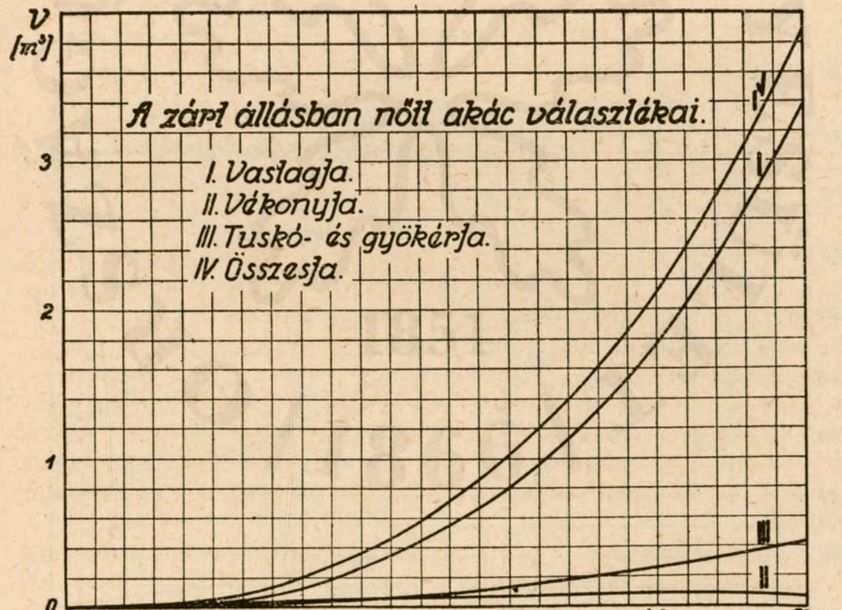
3. A vastagfa, vékonyfa, tuskó- és gyökérfa mennyiségi összehasonlítására szolgáljon a 139. és 140. ábra. Zárt állásban a vékonyfa, valamint a tuskó- és gyökérfa mennyisége a vastagfához és összes fához képest jóval kisebb, mint a szabad állásban. Ezzel szoros kapcsolatban az is kitűnik, hogy a vastagfa és az összesfa mennyisége közt a zárt állásban sokkal kisebb a különbség, mint a szabad állás esetén.

4. A vékonyfa- s a tuskó- és gyökérfaszázalékok kölcsönös viszonyát a 141. ábra mutatja.

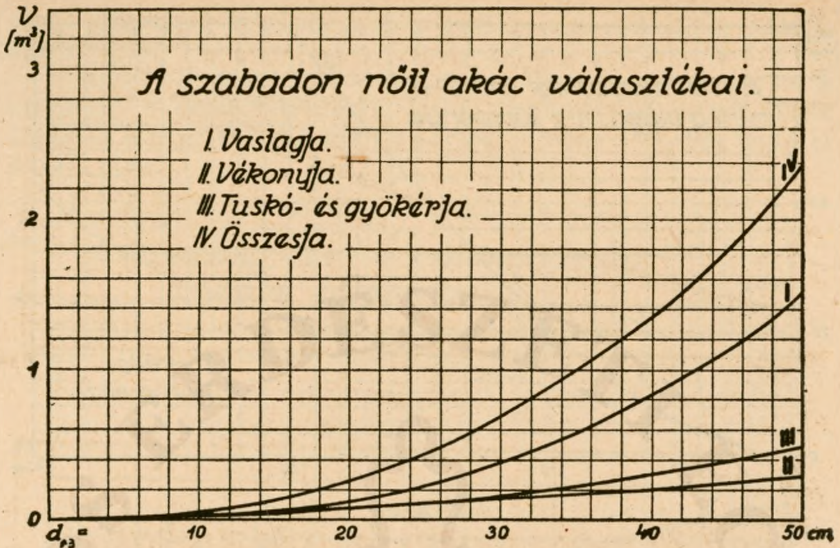
[1] A sűrűség és záródás hatása az akácnegyed fejlődésére. 1938. évf. 8. lap.



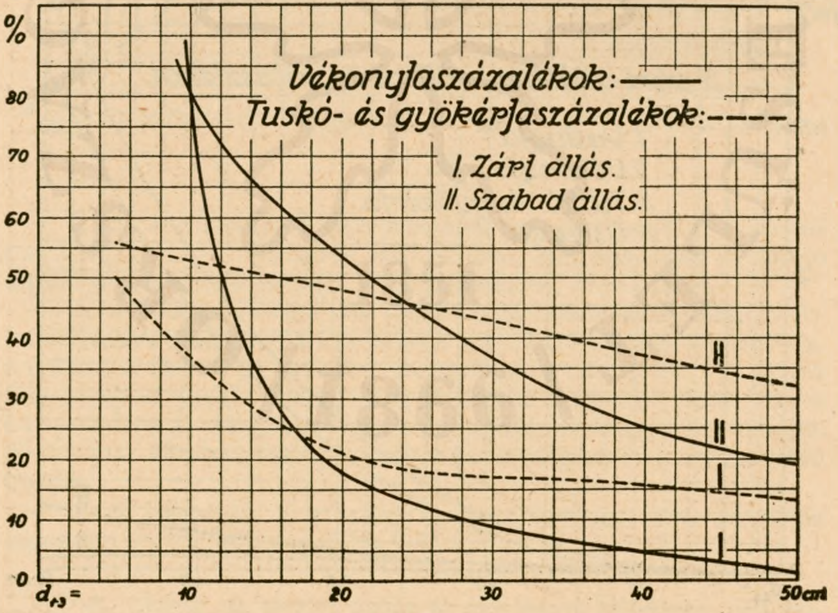
138. ábra



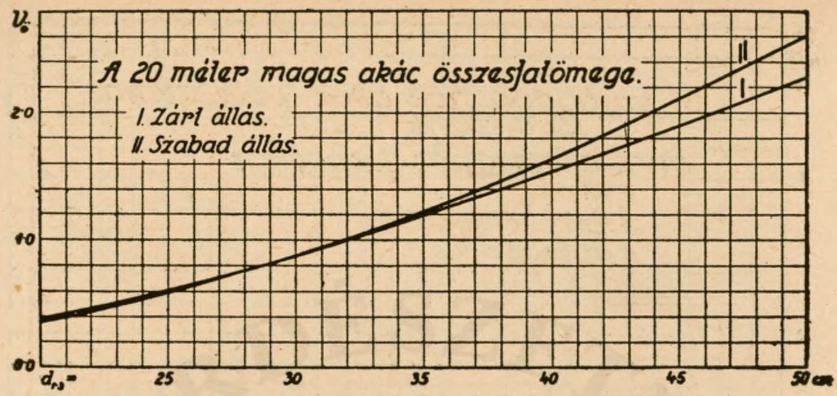
139. ábra



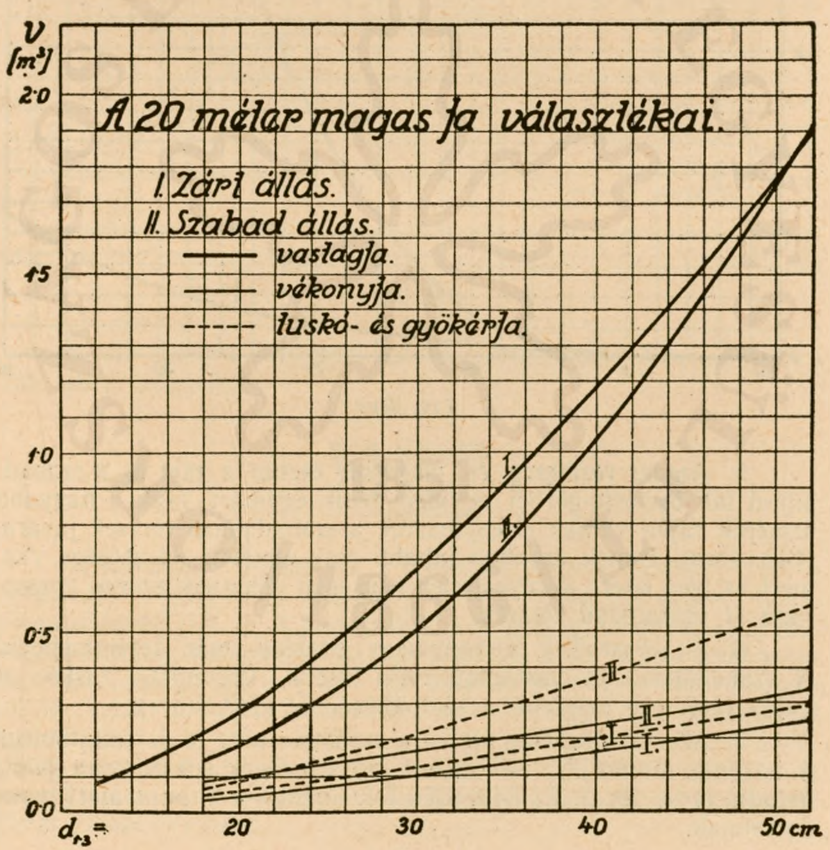
140. ábra



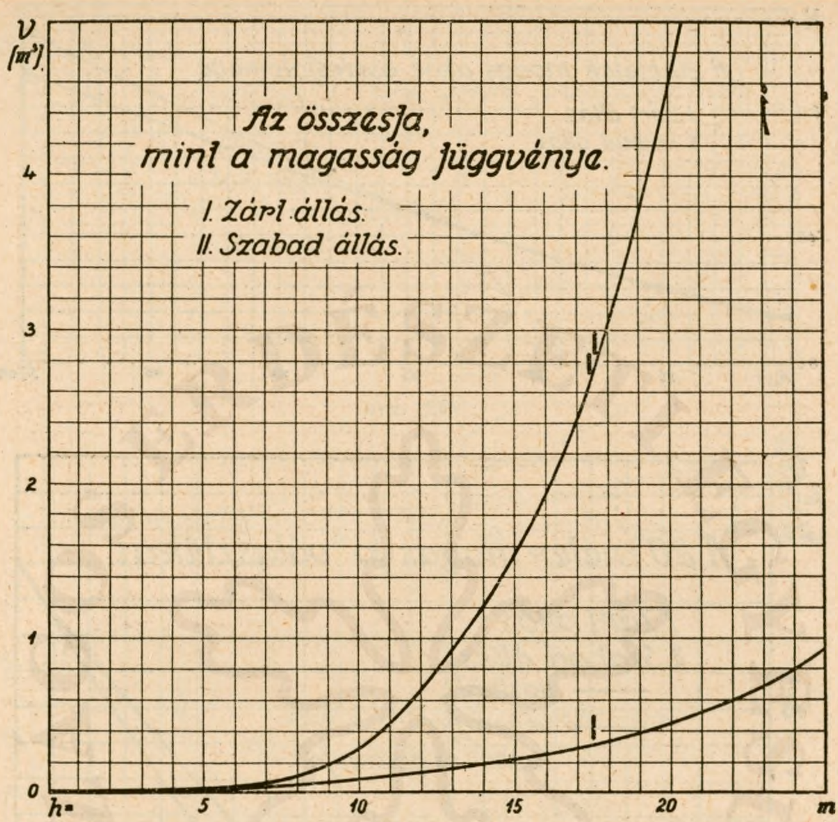
141. ábra



142. ábra



143. ábra

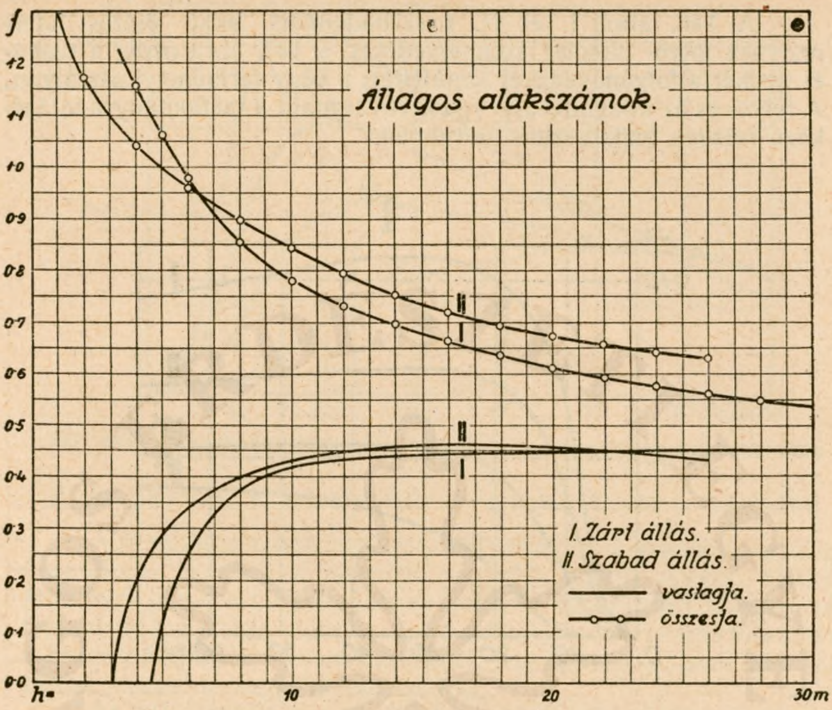


144. ábra

5. *Azonos vastagság és magasság* esetén a zárt és a szabadállású fák összesfa-görbéi egyideig fedik egymást, csak a nagyobb átmérők táján válnak el egymástól, a szabadállású törzsek javára. (142. ábra). Ennek azonban inkább csak elméleti jelentősége van, mert az igen eltérő környezetben nem igen nőhetnek azonos magasságú és vastagságú törzsek.

6. A *választékok* viszonylagos eltérései már tetemesebbek. A szabadállású fa vastagfatömege kisebb, vékonyfa-, tuskó- és gyökérfatömege nagyobb a zárt állásúénál (143. ábra).

7. Azonos magasság esetén a szabadon nőtt fa összesfatömege a hasonló átmérőjű, zártállású fa fatömegét sokszorosan felülhaladja (144. ábra). Ez közvetlen folyománya a 2. pont alatt mondottaknak.



145. ábra

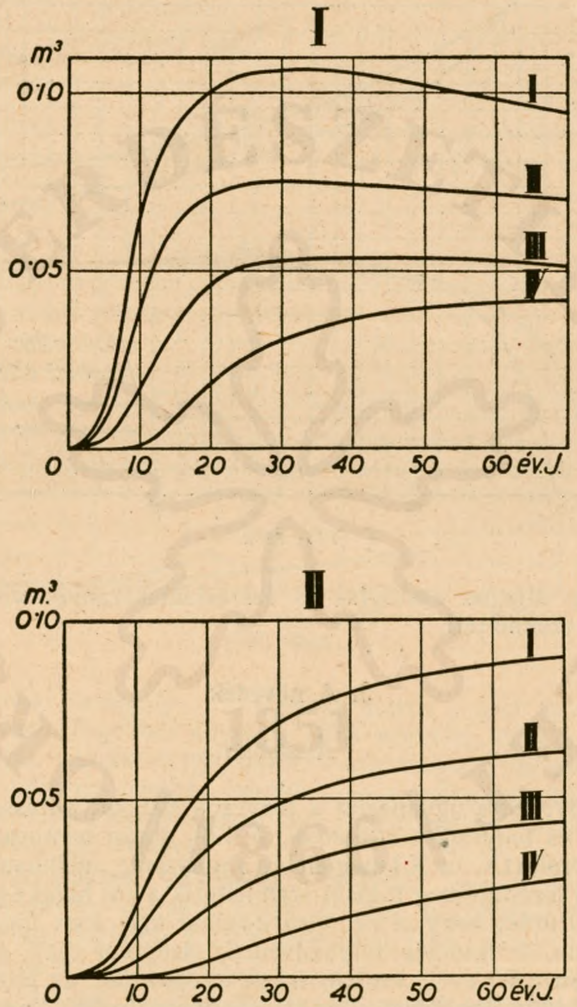
8. Az átlagos vastagfa- és összesfaalakszámok viszonyát a 145. ábra szemlélteti.

3. A növedék

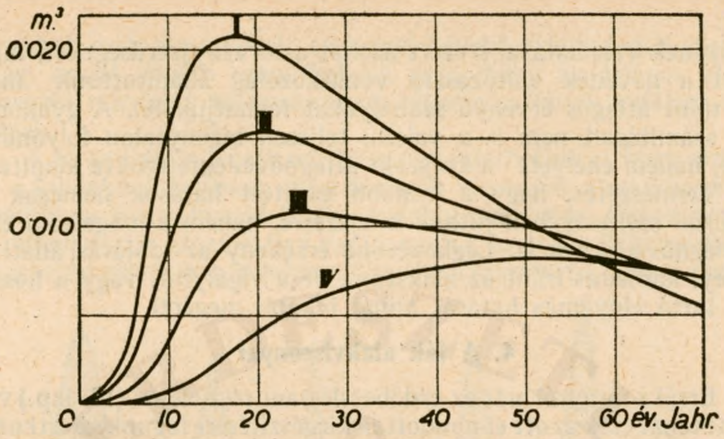
Általában

A növedékre ugyanazok a tényezők vannak hatással, mint a fatömegre és tényezőire általában. A 129. ábrán bemutatott törzselemzési ábrák (IX. és X.) megjelölve a magasság, mellmagasság vastagság és a törzsfatömeg futását szemléltetik a kor függvényeképpen. Ezekből kitűnik, hogy a két első delelése már igen fiatal korban elkövetkezik, a fatömeg folyónövedéke azonban csak az idősebb (példánkban a 90 éves) korban éri el tetőpontját, az átlagnövedék pedig még jóval későbben. Már itt megjegyezhetjük, hogy ez csak az egyesfára nézve van így, a faállomány folyó- és átlagnövedéke jóval hamarább delel.

A 146. ábra I. és II. a szabadonnőtt akác összes fatermésének folyó- illetőleg átlagnövedékét, a 147. ábra pedig a tuskó- és gyökérfa folyónövedékét szemlélteti a négy termőhelyi osztályon. A folyó- és az átlagnövedék viszonyával majd a faállományra vonatkozó részben foglalkozunk bővebben.



146. ábra. A szabadon nőtt akác folyó- (*I*) és átlagnövedéke (*II*) négy termőhelyi osztályon



147. ábra. A szabadon nőtt akác tuskó- és gyökérfájának folyónövedéke

β Az időjárás, állományápolás és egyebek hatása a növedékre

A fa növekvésének legfőbb szabályozója a csapadékmennyiség. Csapadékos években a növedék nagyobb, száraz évekbe kisebb. Minthogy pedig a mi éghajlatunk ebben a tekintetben a legszeszélyesebb változásokat mutatja, azért a fák növekedése sem követheti a kisímított görbék törvényszerűségét, s a valóságban csak igen sok törésű, zegzugos vonallal fejezhető ki.

Az időjárásnak vannak kisebb évi rendellenességei, s vannak hosszabb időszakokra kiterjedő változásai. Mindezeknek a visszahatását az évgyűrű szélessége, s az évgyűrűn belül is gyakran található álévgyűrűk s a sejtüregek szélességével változó színárnyalatok tükrözik vissza. Ha idősebb fák keresztszelvényét vizsgáljuk, azon a nagyobb szárazságok éveit és korszakait a múltra visszamenőleg elég biztonsággal megállapíthatjuk.

De hatással van az évgyűrűk szélességére a környezet változása is. Erősebb gyérítések vagy vigályító vágások után szélesebb évgyűrűk fejlődnek.[1]

Nyilvánvaló azonban, hogy az évgyűrűszélesség nemcsak egy, hanem több ható tényezőnek eredőszerű kifejezője. A külső hatások lehetnek egyirányúak (csapadékos évek, vigályítás) vagy ellentétes értelműek (száraz évek, vigályítás). Az első esetben növelik, a másodikban csökkentik vagy esetleg teljesen közömbösítik is egymás hatását.

Zavarokat okozhatnak azután még a növekvés szabályosságában a rovarrágások, gombabetegségek, fagyok s egyéb légköri hatások is. Mindezekből láthatjuk, hogy a növekvésre igen sok

[1] L. Roth Gy. Erdőműveléstanát (II. köt. 877. lap.)

tényezőnek van hatása, s ezért azokat a törvényszerűségeket, amelyeket a növedék változására vonatkozólag állapítottunk meg, csak mint átlagos érvényű szabályokat foghatjuk fel. A gyakorlat az ő számításait nem is a valódi, teljesen bizonytalan folyónövedékre, hanem ehelyett a korszaki átlagnövedékre szokta alapítani.

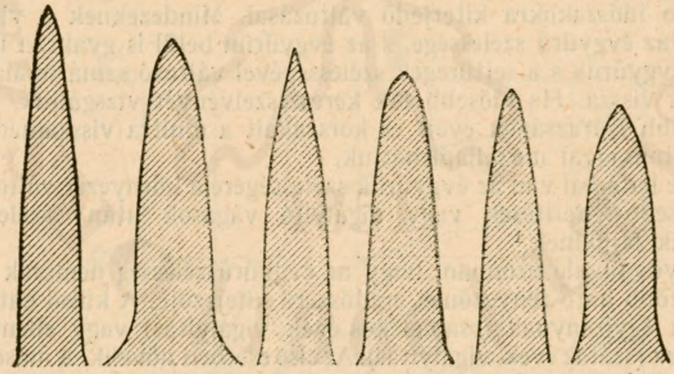
Természetes, hogy a fennebb említett hatások nemcsak az évgyűrűk szélességében jutnak kifejezésre, hanem a magassági és a fatömegnövedékben is. Legkevésbbé érzékeny az időjárás, állati és növényi károsítás iránt az alakszám, de a vigályítás vagy a hosszú ideig tartó elnyomás hatását annál inkább megérzi.

4. A fák alakviszonyai

Erről a tárgyról már az erdőbecsléstani rész elején (17. lap.) volt szó. Itt tehát csak az ott elmondottak kiegészítésére fogunk szorítkozni.

Annak az általános megállapításnak a keretén belül, hogy a *törzs* alakja egészbenvéve leginkább a domborúkúpot közelíti meg, legalsó része azonban mindig homorú hajlású: a fafaj, kor és környezet hatása folytán mindenféle átmeneti alakkal számolhatunk. Errevonatkozólag bemutatjuk a 148. ábrán 22 különféle fafajú, korú és lelőhelyű törzs hosszmetszetét.[1]

Ezek a törzsek alak tekintetében nagyon változatosak. De azért, ha az azonos körülmények közt nőtt törzseket közös csoportba foglaljuk s *átlagos* alakjukat meghatározzuk, mégis sikerül az egyes csoportokra többé-kevésbbé jellemző alakfajhoz jutnunk. Mennél

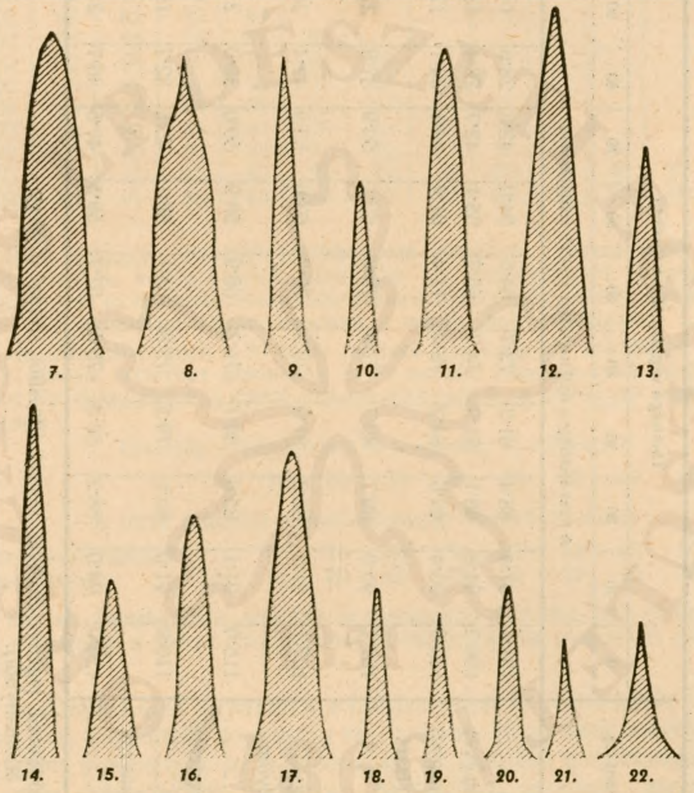


148. ábra. Törzsek hosszmetszetei, 10-szeres torzításban. *1 :* 250 éves kocsányos tölgy (Szlavóniai lapály), *2 :* 240 éves szil ugyanott, *3 :* 290 éves kőris (ugyanott, *4;* 310 éves kocsánytalan tölgy (Horvát hegyvidék), *5 :* 200 éves bükk (ugyanott) *6:* 212 éves kőris (Szlavón lapály).

[1] A törzselemzési rajzok az Erdőrendezéstani Tanszék tulajdonában vannak.

szűkebbek ezek a csoportok, s mennél bővebb a felhasznált kísérleti anyag, annál inkább számíthatunk arra, hogy az átlagos alakok a hasonló minőségű törzssokaságok alkotóvonalának valóban megfelelnek.

A törzs alakját legcélszerűbben úgy fejezhetjük ki, hogy meg adjuk a különböző helyeken mért átmérők viszonyát a mellmagassági átmérőkhöz. Ilyen alapon készült az alábbi kimutatás. Ebben az említett viszonyszám százalékban van megadva, az átmérők helye pedig a famagasság tizedeiben kifejezve. Az ilyen számsorok neve : *alaksor.*



7 : 212 éves kocsányos tölgy (ugyanott), *8:* 100 év körüli bükk (Bars megye), *9:* 90 éves kőris (Északi kárpátok), *10:* 130 éves havasi fenyő (ugyanott), *11 :* 160 éves szil (Szlavónia), *12 :* 250 éves szil, (ugyanott), *14 :* 140 éves vörösfenyő (ugyanott) *13 :* 100 éves bükk (É. Kárpátok), *15 :* 120 éves jegenyefenyő (Horvát hegyvidék), *16 :* 230 éves lúcfenyő (ugyanott), *17 :* 190 éves lúcfenyő (ugyanott), *18 :* 66 éves kocsányos tölgy (Magyar lapály), *19 :* 34 éves feketenyár (ugyanott), *20 :* 65 éves kőris (ugyanott), *21 :* kalifornial óriásfenyő (Sequoia gigantea) Selmecbánya, *22 :* Ugyanaz, 28 éves (ugyanott).

Százalékos törzsméretek

Tétel	Talaj és tenyészeti táj	Távolság a vágáslaptól a *h* %-aiban: 0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Az adatok száma	Szerző
		A törzs átmérője a mellmagassági átmérő százalékaiban											
1	Akác (Alföld)	131·1	97·4	88·4	81·2	73·7	64·5	54·0	42·3	28·6	14·4	3 382	Fekete Z.
2	Bükk (Bars megye)	106·3	94·8	88·1	81·9	74·7	65·7	55·1	42·7	28·4	13·6	529	« «
3	Tölgy (Bars megye)	130·0	95·4	89·6	84·2	78·4	71·4	61·9	49·1	34·1	17·6	238	« «
4	Jegenyefenyő (Bars megye)	107·1	95·9	89·7	83·7	77·9	70·8	62·1	50·9	37·8	22·4	138	« «
5	Jegenyefenyő (Zólyom megye)[1]	107·1	91·2	86·2	81·9	76·3	70·7	63·6	53·9	42·4	26·4	45	« «
6	Lucfenyő (Zólyom megye)[1]..........	115·0	91·1	85·6	80·1	71·2	66·9	58·9	50·0	38·0	21·1	305	« «
7	Lucfenyő (Beszterce-Naszód)[2].........	110·0	91·0	84·6	79·2	72·8	65·1	56·1	45·5	32·7	19·3	279	Bartha Ábel
8	Lucfenyő (Panaveggio)[3]	120·0	94·0	88·2	82·2	75·5	67·7	59·5	49·5	36·7	21·4	42	Guttenberg

[1] Nagyon jónövésű jegenyefenyővel kevert lucosból (*Rónai György* felvételei egykorú állományból).

[2] Átlagtörzsek (próbatörzsek).

[3] Magashegységi törzsek (havasalji színtáj).

Ilyeneket közöl a német irodalom is *Ausbauchungsreihen* név alatt. A tölgyre nézve *Mitscherlich* adatai a következők :[1]

h	Távolság a vágáslaptól (m)												
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
m	A törzsátmérő viszonya a mellmagassági átmérőhöz (%)												
8	102	86	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	102	87	73	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	102	89	78	65	.	.	.	.	.	.	.	.	.
14	102	90	82	72	59	.	.	.	.	.	.	.	.
16	102	91	85	76	67	53	.	.	.	.	.	.	.
18	102	92	86	79	72	62	49	.	.	.	.	.	.
20	102	93	87	82	75	68	59	44	.	.	.	.	.
22	102	94	88	83	78	72	64	54	41	.	.	.	.
24	102	94	89	85	80	75	68	60	49	39	.	.	.
26	102	95	90	86	82	77	72	65	57	48	38	.	.
28	102	95	91	87	83	79	74	68	62	54	46	37	.
30	102	95	91	88	84	80	76	70	64	58	52	45	36

Itt a magasság közvetlen értékben van megadva, a szerző előző táblázatában ellenben viszonyszámok alakjában. A viszonyszámok alkalmazása az általánosítás és összehasonlíthatóság szempontjából előnyösebb, a közvetlen gyakorlati felhasználás céljaira azonban a másik alak megfelelőbb.

Ha *Mitscherlich*nek a 20 és 30 méteres magasságokra vonatkozó számsoraiból átlagos értékeket számítunk ki és azokat viszonyszámok alakjában kifejezve összehasonlítjuk a szerző átlagos alaksorával, a következő eredményhez jutunk :

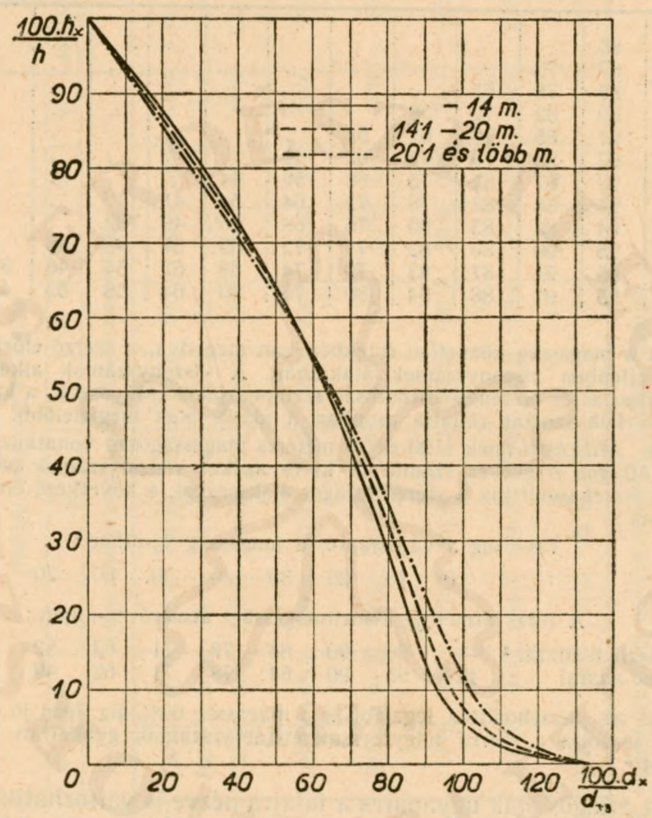
	Távolság a vágáslaptól a magasság %-aiban:									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
	A törzs átmérője a mellmagassági átmérő %-aiban:									
1. Mitscherlich adatai [2]	—	96	90	84	78	71	64	52	39	22
2. A szerző adatai	124	95	90	84	78	71	62	49	34	18

Ez az összehonlítás, legalább is a magasság 60%-áig, igen jó egyezést mutat s igazolja a szerző tölgytörzsméret-táblázatainak gyakorlati használhatóságát.[3]

Az átlagos alak ugyanarra a fafajra nézve is változhatik a környezet, kor, termőhely, magasság stb. szerint. Hogy ezek a tényezők mennyiben módosítják az alaksorokat, az minden vonatkozásában nincs még számszerűen felderítve. Szolgáljon azonban errenézve például a zárt erdőben nőtt, különböző magasságú hazai akác

[1] *Vanselow* fatermestana, 21. lap.
[2] Egész számra kikerekítve.
[3] Tölgytörzsméretek táblázata és tölgyszerfaszázalék-táblázat az Erdőmérnöki Segédtáblákban. L. errevonatkozólag még a szerző tanulmányát az Erd. Kísérletek 1931-i évfolyamában, 14. lap.

törzsalakjának összehasonlítása. A szerző 3382 akáctörzset méretezett meg (2 méteres szakaszokban) s azokat három magassági csoportba sorozta, s mindegyikre kiszámította az átmérőviszonyszámokat a magasság különböző tizedeire. Ennek alapján szerkesztette meg a képzővonalak görbéjét a három magassági csoportra. Az eredményt a 149. ábra mutatja be.[1]



149. ábra. A zárt erdőben nőtt akác három magassági osztályának átlagos törzsalakja

A tölgyre nézve a szerző azt találta, hogy a csoportok szegélygörbéi mintegy a magasság feléig összetartanak s csak a koronarészben távolodnak el egymástól (legfeljebb 10%-al). Minthogy a szerfatermelés szempontjából inkább csak a törzs alsó fele vehető

[1] Akácfatömegtáblák stb. Sopron, 1935, 21. lap.

számba, azért a felső résznek ezek az eltérései gyakorlatilag nem okoznak zavart vagy bonyolultságot. Azt is meg kell gondolnunk, hogy a szerfabecslés nagyobbára csak az idősebb fákra terjed ki, s ezért az átlagokkal való számítás hibái is szűkebb határok közé szorulnak.

B) *A faállomány fatermèstana*

A faállomány a faegyedek sokaságából összetett szerves egység Magától értetődik tehát, hogy a faállomány és a benne foglalt faegyedek életjelenségei és fejlődése közt szoros összefüggésnek kell lennie. Ha a fatömeg s tényezőinek változásait a korral, termőhellyel stb.-vel összehasonlítjuk az egyesfáéival, a hasonlóságot meg is találhatjuk a kettő között. De azért éppennem fölösleges a faállomány fatermèstanával külön is foglalkoznunk, mert a változások *számszerű* megállapítása csak úgy lehetséges, ha a faállományt magát tesszük megfigyelésünk tárgyává, s az általános statisztikai törvényszerűségeket nagyszámú észlelet eredményei alapján vezetjük le. Ezeknek a vizsgálatoknak külön módszerük van s a kapott számsorok olyan gyakorlati célokat szolgálnak, melyeket az egyesfa fejlődésének ismeretével nem tudunk elérni.

Az erdő alakja, amint tudjuk, többféle lehet. Leggyakoribb az egykorú (vagy nagyjából egykorú) szálerdő és a sarjerdő. Azért főleg ezekkel fogunk foglalkozni.

A faállomány fejlődésének menetét legvilágosabban fejezik ki a *fatermési táblák* számsorai. Azért ezek szerkesztését s berendezését behatóbban kell tanulmányoznunk.

1. A fatermési táblák szerkesztése

a) *Általános szemlèletek*

A fatermési táblák tapasztalati táblázatok. Elkészítésüket tervszerűen végzett statisztikai adatgyűjtés előzi meg. Ahhoz, hogy a fatermési táblák megbízhatók legyenek és a gyakorlat kívánalmainak megfeleljenek, többek közt a következők szükségesek.

1. Mennél számosabb megfigyelésünk legyen a számsorok levezetéséhez.

2. A megvizsgált faállományok megfeleljenek a *szabályosság* követelményeinek.

3. A megfigyeléseket szakavatott közegek előre megszabott, egyöntetű elvek szerint, rendszeresen és nagy gonddal végezzék.

4. Az adatok feldolgozása és különösen a statisztikai eredmények kimutatása az egyéni felfogás túlzott érvényesítése nélkül, erőszakos fogások elkerülésével történjék.

Ha a fatermési tábla nagy területre (pl. az egész országra) érvényes, akkor *általános fatermési tábláról*, ha ellenben csak kisebb területre (pl. egyetlen erdőgazdaságra, hegységre vagy színtájra) vonatkozik, *helyi fatermési tábláról* beszélhetünk.

b) *Az adatgyűjtés tárgya*

A fatermési tábla készítése helyszíni vizsgálatokat kíván. Ezekkel kapcsolatban nagyrészt közvetlen méretezés útján szerezzük meg azokat az adatokat, amelyekre a táblák szerkesztése folyamán szükségünk lesz. Vannak azonban olyan adatok is, amelyekhez számítás útján jutunk. Hogy a korszerű fatermési tábla készítéséhez milyen adatokra kell kiterjeszkednünk, arranézve felvilágosítást adhat az alábbi törzskönyvi kivonat ; ez a hazai akácosok újabb fatermési táblái céljaira végzett felvételeknek *egy* próbaterületre vonatkozó adatait tartalmazza.

1. A próbaterület sorszáma : 61.
2. « « helyszíni száma : 42.
3. « « helye : Debrecen.
4. Kor : 35 év.

A főállomány adatai :

5. Felsőmagasság : 24·5 m
6. Átlagos magasság : 24·2 m
7. Átlagos átmérő : 27·3 cm
8. Záródás : 0·86
9. Törzsszám : 477
10. Körlapösszeg : 28·0 m^2
11. Vastagfa : 297 m^3
12. Vékonyfa : 35 m^3
13. Tuskó- és gyökérfa : 53 m^3
14. Összesfa : 385 m^3
15. Vastagfaalakszám : 0·439
16. Összesfaalakszám : 0·569

A mellékállomány adatai :

17. Átlagos magasság : 18·1 m
18. Átlagos átmérő : 16·3 cm
19. Törzsszám : 159
20. Körlapösszeg : 3·3 m^2
21. Vastagfa : 26 m^3
22. Vékonyfa : 4 m^3
23. Tuskó- és gyökérfa : 6 m^3

24. Összesfa: 36 m^3
25. Vastagfaalakszám: 0·421
26. Összesfaalakszám: 0·602
27. Növényfajkép: Bromus sterilis L, Anthriscus trichospermus Schult.

Az adatokat szabályos állományokból kell gyűjteni. A különféle erdőalakok szabályos képe tudvalévőleg más és más. Fatermési táblát azonban eddig csak az egykorú erdőre készítettek, mert más erdőalakokra nézve ebben a tekintetben a nagy változatosság miatt legyőzhetetlen nehézségek vannak. Éppen ezért mindaz, amit ebben a fejezetben elmondottunk, csak az egykorú faállományok fatermési tábláira vonatkozik.

Minthogy a fatermési tábláknak minden előforduló termőhelyet fel kell ölelniök, azért az adatgyüjtést is a legkülönfélébb termőképességű területekre kell kiterjeszteni a legjobbtól a legsilányabbig.

Éppen ilyen fontos kellék az, hogy a próbaállományok közt nagyjából minden korárnyalat képviselve legyen. Csak így lehet a fatömegtényezők és a kor összefüggéseit megbízhatóan kipuhatolni.

Az alkalmasnak ítélt faállományokban próbaterületet jelölünk ki. Alkalmasnak minősítünk minden szabályos faállományt. A szabályos állománytól megkívánjuk, hogy

1. elegyetlen legyen;
2. szabályos sűrűségű legyen;
3. lehetőleg egykorú vagy legalább közel egykorú legyen;
4. faállományszerkezeti szempontból egyenletes legyen;
5. ne forduljanak benne elő számottevő termőhelyi különbségek;
6. az állomány nevelése, s különösen gyérítése a multban megállapodott elvek szerint legyen foganatosítva.

Az elegyetlenségre azért van szükség, mert a fatermési táblák is elegyetlen faállományokra vonatkoznak. Elméletben nem lehetetlen ugyanaz elegyes faállományokra is készíteni fatermési táblákat, azonban minden elképzelhető elegyarányra külön táblát adni: gyakorlatilag megoldhatatlan feladat.

Fontos a *szabályos sűrűség kérdésének* elbírálása. Ebben a tekintetben a régi és a mai felfogás közt lényeges különbség van.

Abban az időben, amikor gyérítéseket még egyáltalában nem, vagy igen mérséklet mértékben alkalmaztak, a szabályos sűrűség nagyjából megfelelt annak az élettani lehetőségek megszabta legnagyobb sűrűségnek, amely a fennforgó tenyészeti viszonyok közt egyáltalában elérhető volt. Azért a régi fatermési táblák ilyen faállományokra vonatkoztak.

Ma már a gyérítésnek igen különféle alakját és fokát alkalmazzák. Ehhezképest módosul a szabályos sűrűség fogalma is. Ha például hosszú ideig, sok évtizeden át igen erős gyérítést alkalmaztunk, akkor az idősebb korban jóval kevesebb fa fog állani a területegységen, mint az olyan faállományban, amelyet nem, vagy csak mérsékelten gyérítettek. De azért mind a kettő lehet »szabályos«, ha a szabályosságot az illető gyérítési rendszer alapján ítéljük meg.

Igen távol esik az élettani értelemben felfogott *teljes* sűrűség a *szabályos* sűrűség fogalmától akkor, ha az állománynevelés a *vigályos gazdaság* elvei szerint történt. Az ilyen faállományok záródása és sűrűsége az idősebb korban sokkal kisebb, mint amilyen a tenyészeti tényezők teljes érvényesülése esetén lehetne. Ezek tehát sohasem *teljes* sűrűségűek (legfeljebb az értéktermelés szempontjából). S ha sűrűségük kifejezésére mégis az 1·0 viszonyszámot alkalmaznók, akkor el kellene fogadnunk azt a feltevést is, hogy 1-nél nagyobb (1·1—1·3) sűrűségű faállományok is lehetnek.

Amint tehát látjuk, a szabályosság viszonylagos fogalom s szoros összefüggésben van a gyérítés elfogadott rendszerével. Azért, ha fatermési táblákat bocsátunk közre, mindig ismertetnünk kell azt a gyérítési módot, melyet azok feltételeznek. A gyakorlati szakember pedig úgy válassza meg az alkalmazni kívánt fatermési táblát, hogy az az adott állományok természetének megfeleljen.

A próbaállományokban nem szabad az erőszakos behatások (emberi beavatkozás, hótörés, széldöntés, rovarrágás, gombabetegségek stb.) erősebb nyomainak látszania. Az ilyen faállomány nem szabályos.

A teljes és tökéletes egykorúság csak ritkán van meg. Még leginkább a sarjerdőben található, amelyet egyszerre vágunk s mely a feltörő sarjakról egyszerre újul fel. A tarvágásos szálerdőt is egyszerre vágjuk, de az esetleg már mutatkozó újulat és később a mesterséges erdősítés pótlása mind hozzájárulhat ahhoz, hogy a faegyedek korában kisebb-nagyobb eltérések mutatkozzanak. Ezeken a kisebb eltéréseken azonban bátran túltehetjük magunkat.

Már jóval nagyobbak az eltérések a természetes felújulású szálerdőben. De azért gyakran az ilyeneket is felhasználhatjuk a fatermési táblák céljaira, sőt az egyenesen kívánatos is akkor, ha a készítendő fatermési táblák ilyen természetes felújítású faállományokra fognak vonatkozni.

A faállomány szerkezetének egyenletességét az egykorúság, elegyeltenség, a termőhely és sűrűség egyenletessége és az állomány sértetlensége már önmagában biztosítja. Ha tehát ezek a kellékek megvannak, a próbaállomány szerkezettani szempontból is kifogástalan.

A próbatereket a megfelelő faállományokban általában derékszögű négyszög alakjában szoktuk kitűzni. Minthogy pedig az ilyen próbaállományokat rendszerint a jövőben is figyelemmel kívánjuk kísérni és időnkint újraméretezni, gondoskodnunk kell a próbaterek határvonalainak állandósításáról is. Ez a legegyszerűbben úgy történhetik, hogy a próbatér 4 sarkára számozott oszlopot állítunk (helyszíni szám), a határvonalakon kívül eső fákat pedig belső oldalukon olajfestékkel jelöljük meg.

A próbatéren belül minden törzset pontosan megátlalunk. Két mellmagassági átmérőt mérünk, milliméter pontossággal. Külön vesszük számba a *visszamaradó faállományhoz* (főállomány) tartozó törzseket s külön a gyérítés útján kihasználandó *mellékállomány* törzseit. Ha pedig mélyebb bepillantást kívánunk nyerni az állomány belső szerkezetébe, akkor a törzseket élettani helyzetük szerint is osztályoznunk kell (l. a 341. lapon).

A magasságmérést a lombfaerdőkben legjobb a téli nyugalmi időben elvégezni, amikor a fák lombtalanok. Rendszerint elegendő az uralkodó állományrészből mintegy 30 fának a magasságát megmérni. Az elnyomott állományban, különösen az idősebb korban, gyakran kénytelenek vagyunk kevesebbel is beérni. Ha egységes átlaggörbéket használunk (317. lap) csak az átlagos magasságot kell meghatároznunk. Ehhez csak feleannyi magasságmérés szükséges. A szabványgörbe, mint változatlan számítási alap, mentesít az esetleges szerkesztési hibáktól.

A kort a próbatér közvetlen közelében döntött törzsek évgyűrűinek megszámlálása útján határozzuk meg, az ismert módon.

A záródást vagy szemmel becsüljük, vagy fényképezéssel, a hézagok kiplaniméterezése útján kapjuk. A két eljárás eredményének összehasonlítása azt mutatja, hogy a záródást általában szembecsléssel is elég megbízhatóan lehet megbecsülni.[1]

A fatömeget vagy próbatörzsek döntésével, vagy anélkül, fatömegtáblák segítségével határozzuk meg. Az utóbbi eljárás célszerűbb. Igaz, hogy a fatömegtábla önmagában nem ad feltétlenül pontos eredményt s könnyen előfordulhatnak akár 10%-os eltérések is, de azért a *viszonylagos* változások megbízható meghatározására — mint változatlan alap — mégis alkalmasabb a próbatörzses eljárásoknál. Különösen áll ez akkor, ha a próbaállományok időszaki újraméréseinek az eredményeiből kívánunk számsorokat alkotni (illetőleg görbéket szerkeszteni). Ha minden újrafelvételkor próbatörzsek alapján határozzuk meg a fatömeget, számolnunk kell a

[1] *Fekete Z.:* Akác Fatermési Táblák, 13. lap.

becslés elkerülhetetlen hibáival; a változatlan fatömegtáblák alkalmazásával azonban ettől mentesülünk. Ugyanúgy vagyunk az egységes magassági görbékkel is.

Ha mégis a próbatörzses megoldás mellett határozunk, akkor a próbatörzseket ne a próbaterületen, hanem azon *kívül* döntsük. Különösen fontos ez akkor, ha a próbaterületet továbbra is fenn akarjuk tartani. Mert könnyű elképzelni, hogy a nagyszámú próbatörzs kivágása a faállomány szabályos képét erősen megzavarná. Egyébként leginkább a fatömeggörbés eljárás alkalmazása ajánlatos.

Minden próbatérre nézve pontosan fel kell jegyezni annak helyét (község, üzemtervi megjelölés), leírni a talajt, megadni az alapkőzetet, a tengerszíne feletti magasságot, az égtáj szerinti fekvést, a lejtésszöget, a talajborító növényzet fajképét és fedését s esetleg más jellemző adatokat.

d. *A vizsgálat anyagának feldolgozása*

A próbaterületekről szerzett adatok alapján rovatos *összefoglaló jegyzéket* készítünk, melynek rovatfejében nagyjából azok a címek lehetnek feljegyezve, amelyeket a 535. lapon 27 tételben soroltunk fel.

A próbatereket kor szerinti sorrendben tárgyaljuk a jegyzékben[1] Az adatok egyrészéhez helyszíni felvétel alapján közvetlenül, másrészéhez számítás, illetőleg szerkesztés útján jutunk. Számítást igényel az 5—7, 10—16, 17—18, 20—26. tétel.

A *felsőmagasság* (5. tétel) értelmezése nem egyöntetű. Legcélszerűbbnek látszik az a meghatározás, mely szerint a felsőmagasság az I. osztályú uralkodó fák magasságának számtani átlaga.

Az átlagos magasság pedig valamennyi vastagsági fok (esetleg osztály) átlagos magasságának a körlap szerint értelmezett számtani középarányosa (l. a 277. lap). Meghatározásához szükséges a magasság görbéjének megrajzolása is (278. lap).

Ha az összefoglaló jegyzék elkészült, következik a szerkesztés. A fatermési tábla adatainak egyrészét függvényábrák görbéiről olvassuk le. Ezekhez a *kiegyenlítő* görbékhez szerkesztés útján jutunk.

Az első teendő a *próbaállományok termőhely szerinti osztályozása*.

Hogy ennek végrehajtása céljából milyen görbék szerkesztésével kezdjük meg a munkát, arranézve nem lehet határozott utasítást adni. A híresebb fatermési táblák szerzői ebben különféle álláspontot

[1] L. *Fekete:* Akác Fatermési Táblák, 16—23. lap.

foglaltak el.[1] Voltak, akik az átlagos magasságból, mások a vastagfatömegből, vagy az összesfából indultak ki. Az idők folyamán azonban mindinkább kialakult az a felfogás, hogy a termőhelyi osztályozáshoz legcélszerűbb a magasság görbéit felhasználni. És komoly érv szól amellett is, hogy a kiindulás alapjául inkább a *felsőmagasságot* válasszuk, mint az átlagos magasságot. A felsőmagasság ugyanis még biztosabb jellemzője a termőhelyi minőségnek, illetőleg az állomány jóságának, mint az átlagos magasság.

A fatermési táblák szerkesztésének további menetében is rendkívül sok megoldási módot használtak és ajánlottak. Mindezekre itt nem terjeszkedünk ki s azért az alábbiakban csak egyetlen eljárást mutatunk be, s csak a fontosabb lépéseket ismertetjük.

Általában tudnunk kell, hogy a fatermési táblák készítése igen hosszadalmas, körülményes munka. Éppenazért helyi fatermési táblák készítésére (önálló felvételek alapján) csak ritkán vállalkozhatunk. Annálinkább helyénvaló azonban, hogy az általános fatermési táblák elkészítésének ügyét az erdészeti kutatóintézetek vegyék kezükbe. Különösen nálunk, Magyarországon van erre nagy szükség, mert korszerű hazai fatermési tábláink alig vannak, a német erdőgazdaság számára készült táblázatokat pedig a mi viszonyaink közt nem mindig használhatjuk megnyugvással.

A *magassági görbék* szerkesztésének és a termőhelyi osztályok elkülönítésének bemutatására azt az eljárást ismertetjük, melynek *Magyar János* a »*Fekete Lajos*-féle mértani haladványos eljárás« nevet adta.[2]

Az összefoglaló jegyzék alapján a tengelyrendszerben felrakjuk a magasság adatait. A fekvőtengelyen a kort, az állótengelyen a magasságot (példánkban az *átlagos* magasságot) ábrázoljuk. A szerkesztéshez legcélszerűbb milliméterpapirost használni.

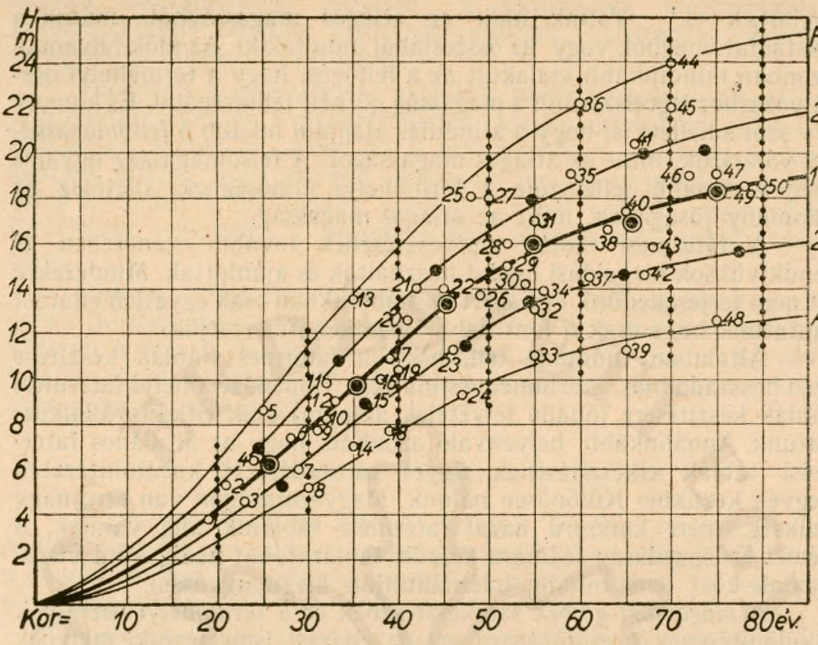
Az összefoglaló jegyzéknek az átlagos magasságra vonatkozó kivonata alább látható. A felrakott pontokat a 150. ábra szemlélteti (egyszerű üres karikák). Minden pont mellett a próbaállomány sorszáma áll.

A termőhelyi osztályok alakítása elvben úgy történik, hogy a pótvonulat alkotta mezőt hosszanti sávokra osztjuk fel. A legfelső sáv felel meg a legjobb, a legalsó a legrosszabb termőhelynek.

Hogy ez a felosztás megtörténhessék, ahhoz a felső és az alsó szélsőségek görbéinek előzetes megszerkesztése szükséges. Elvileg úgy járhatnánk el, hogy ezeket a görbéket a legszélső pontok vezetésével húznók meg. Ez azonban igen bizonytalan, mert a szélsőségek

[1] Lásd *Fekete Z.:* Fatermési Tábláink (Erd. Lapok 1916, 1. lap.).

[2] A fatermési táblák szerkesztésének alapkérdései. Erdészeti Kísérletek 1940, 1. lap (doktori értekezés). Az eljárás alapgondolata *Fekete Lajostól* a kivitelére vonatkozó javaslat *Magyartól* származik.



150. ábra. Az átlagos magasságok vezérgörbéjének és szélső határgörbéinek szerkesztése *Magyar J.* eljárásával (lásd a szöveget)

Kivonat az adatjegyzékből

Sorszám	Kor év	Átlagos magasság m	Sorszám	Kor év	Átlagos magasság m	Sorszám	Kor év	Átlagos magasság m	Sorszám	Kor év	Átlagos magasság m	Sorszám	Kor év	Átlagos magasság m
1	19	3·8	11	32	9·8	21	42	14·0	31	55	17·0	41	66	20·7
2	21	5·3	12	33	9·0	22	45	14·0	32	55	13·1	42	67	14·6
3	23	4·6	13	35	13·5	23	46	11·3	33	55	11·0	43	68	15·8
4	24	6·4	14	35	7·0	24	47	9·3	34	56	13·9	44	70	24·0
5	25	8·6	15	37	8·8	25	48	18·1	35	59	19·1	45	70	22·0
6	28	7·4	16	38	10·0	26	49	13·7	36	60	22·2	46	72	19·0
7	29	6·0	17	39	10·9	27	50	18·0	37	61	14·5	47	75	19·2
8	30	5·2	18	39	7·7	28	52	16·0	38	63	16·6	48	75	12·6
9	31	7·7	19	40	10·4	29	52	15·0	39	65	11·3	49	78	18·5
10	32	8·2	20	41	12·6	30	54	14·2	40	65	17·4	50	80	18·6

tájáról rendszerint csak kevés adatunk van s így a határgörbék megrajzolásához nincs elegendő támaszpontunk.

Fekete Lajos azt ajánlotta, hogy a szórásmező pontjai korcsoportokba foglaltassanak össze, aztán minden csoport átlagos összerendezőinek kiszámítása útján határoztassék meg a *vezérpontok* helye, majd azok vezetésével szerkesztessék meg az a vezérgörbe, amely a szélsőségek görbéinek megrajzolásához is mintául szolgálhat. Ábránkon a csoportokat egyenlő távolságokban álló rendszálakkal (pontozott vonalak) különítettük el egymástól s mindegyiken belül külön számítottuk ki a vezérpont (súlypont) helyzetét (teltmagos, kettős karikák). Ezek vezetésével húztuk meg a vezérgörbét (középső, 1-gyel jelölt vastag vonal).

Lássuk, hogyan történt ez például az 51—60 éves próbaállományokra nézve. A szóbanforgó állományok adatai a következők:

Sorszám	Kor (év)	Magasság (m)
27	50	18·0
28	52	16·0
29	52	15·0
30	54	14·2
31	55	17·0
32	55	13·1
33	55	11·0
34	56	13·9
35	59	18·1
36	60	22·2
	Összesen : 548	158·5

Osztva az adatok számával (10-el), átlag 54·8 év, 15·9 m.

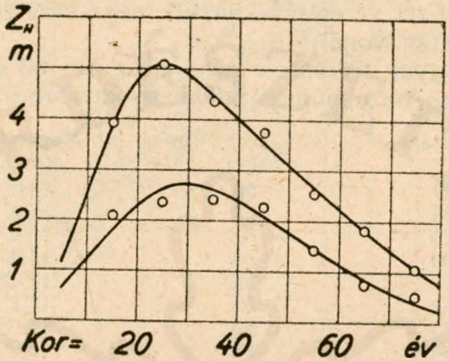
Minthogy azonban az említett bizonytalanság még így sem szűnik meg teljesen, *Magyar* további fogásokat ajánlott.

A vezérgörbe fölötti és alatti pontokból a fent ismertetett módon újabb vezérpontokat számítunk ki (telt körök) s azokon át fektetjük a 2-vel jelölt görbéket. Most az azokon *kívül* eső pontok átlagos görbéit kellene megszerkesztenünk s így kijjebb tolnunk a határokat, amíg a pontvonulat széléhez közeljutunk. Akkor aztán a legkívül eső görbék mintájára, a szélső pontok vezetésével húzzuk meg (érzék szerint) a szórásmező felső és alsó határát.

Valószínű, hogy az egyéni ítéletből eredő hibák így kevésbbé érvényesülhetnek, mintha közvetlenül a vezérgörbét használnók fel irányító mintául a határgörbék meghúzásához; kétségtelen azonban az is, hogy bármely eljárás annál biztosabb, mennél egyenletesebben oszlanak meg a pontok a szórási mezőn belül.

Példánkban a 2-vel jelölt görbéken túl már csak kevés adatunk volt, s ezért a további átlagok számításával fel kellett hagynunk, s a felső (*F*) és az alsó (*A*) görbét már a 2-es görbét követően kellett berajzolnunk.

Hogy a görbék kifogástalan, töréstől mentes futásúak legyenek, szükséges szoknak a kisebb töréseit, egyenetlenségeit *kisimítanunk*. Ez a legcélszerűbben úgy történik, hogy a görbékről leolvasott adatok különbségeit (a folyónövedékeket) nagy mérce szerint felrakjuk s a tengelyrendszerben így kapott pontok segítségével kiegyenlítő görbét szerkkesztünk. Erről olvassuk le a különbségek kisimított adatait, majd azok számbavételével számítjuk ki a végleges görbék számsorait. Szolgáljon ennek magyarázatául a 151. ábra és az alábbi táblázat.



151. ábra. A határgörbék különbözeti sorának kiszámítása

A határgörbék kisimítása

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
	Felső határgörbe				Alsó határgörbe				
Kor	Nyers magasság	Nyers	Kisimított	Kisimított magasság	Nyers magasság	Nyers	Kisimított	Kisimított magasság	Kor
		folyónövedék				folyónövedék			
év	méter				méter				év
10	2·45			2·45	0·78			0·78	10
		3·93	3·93			2·07	1·78		
20	6·38			6·38	2·85			2·56	20
		5·08	5·08			2·35	2·62		
30	11·46			11·46	5·20			5·18	30
		4·36	4·45			2·42	2·60		
40	15·82			15·91	7·62			7·78	40
		3·75	3·55			2·26	2·10		
50	19·57			19·46	9·88			9·88	50
		2·53	2·66			1·42	1·42		
60	22·10			22·12	11·30			11·30	60
		1·82	1·82			0·75	0·86		
70	23·92			23·94	12·05			12·16	70
		1·06	1·06			0·52	0·40		
80	24·98			25·00	12·57			12·56	80

A felső és alsó határgörbéről leolvasott adatokat a táblázat 2. és 6. rovatában találjuk meg. Az egyes korszakokra vonatkozó folyónövedékeket (két egymásután következő adat különbségét) a 3. és 7. rovat tünteti fel. A 151. ábrán ezeket az adatokat karikák jelölik. Ezek vezetésével húztuk meg a kiegyenlítő görbéket. Az azokról leolvasott adatokat a kimutatás 4. és 8. rovata tartalmazza. A magasság kisimított számsorai pedig az 5. és 9. rovatban találhatók.

A szélsőségek görbéi közt fekvő s a korral egyre szélesedő mezőt most hosszanti almezőkre osztjuk fel abból a célból, hogy a próbaállományokat termőképesség szerint csoportosíthassuk. A legfelső képviseli a legjobb termőhelyi osztályt, a legalsó a legrosszabbat.

Hogy hány termőhelyi osztályt alakítsunk, arranézve általában a szórás terjedelme határoz. Mennél nagyobb az eltérés a legjobb és a legrosszabb termőhely fatömege közt, annál több termőhelyi osztály elkülönítése szükséges. Általában óvakodnunk kell azonban a túlzástól akár az egyik, akár a másik irányban. Ha kevés osztályt különítünk el, akkor a fatermési tábla használatával igen nagy hibákat követhetünk el, ha pedig túlságosan sokat, akkor megnehezítjük az erdőrészletek besorozását a termőhelyi osztályokba. Ezért célszerű az utóbbiak számát úgy megválasztani, hogy a pontosság is biztosítva legyen valamely előre megszabott hibaszázalékon belül, de amellett a besorozás is elegendő biztonsággal történhessék. *Magyar J.* annyi termőhelyi osztály alakítását javasolja, hogy az egyes osztályok átlagos és szélsőséges fatömegértékei[1] közt általában ne legyen 20%-nál nagyobb eltérés. Ezzel biztosítjuk, hogy a legnagyobb elkövetett becslési hiba $\pm$ 20%-on belül marad. Célszerűnek látszik azonban az elkövethető hibákat szűkebb határok közé szorítani. Igyekezzünk 15%-on belül maradni. Megbízható azonban így is csak akkor lehet a becslés, ha a termőhelyi osztályt helyesen állapítottuk meg s a sűrűséget és elegyarányt is helyesen becsültük. Már itt rámutatunk arra, hogy a becslés pontosságát fokozhatjuk a függvényábrás alakban szerkesztett grafikonok használatával. Ezekről alább lesz szó. Ilyenek birtokában szélesebb termőhelyi sávok alkalmazása sem jár nagyobb hibákkal.

A felosztásnak egyik módja az, hogy a szórásmezőt a tervezett termőhelyi osztályok számának megfelelő, *egyenlő* szélességű sávokra osztjuk fel. A felosztás a rendszálakon történik. Ez az eljárás azonban kifogásolható, mert akkor a sáv szélessége és a különböző termőhelyek rendszálhossza közti viszony változó. Ez azt jelenti, hogy pl. a rosszabb termőhelyeken belül *aránylag* nagyobbak a szélsőségek eltérései, mint a jobb termőhelyeken, s így a becslés százalékos pon-

[1] Fatömeg alatt itt a faállomány összes fatömege értendő.

tossága is más az egyik termőhelyen, mint a másikon. Ez pedig nem kívánatos. Helyesebb, ha a fatermési táblákkal elkövethető viszonylagos hibák valószínűsége bármely termőhelyen azonos. Ezért észszerűbb a beosztást *arányosan* végezni. Ennek következményeképpen a jobb termőhelyeken a sávoknak szélesebbeknek kell lenniök, mint a rosszabbaknak.

Ennek a feladatnak célszerű megoldására alkalmas *Magyar János* javaslata.

Ha a felső határgörbe rendszálainak értéke általában H_n, az alsóé H_1 s a közbeiktatott görbék megfelelő rendszálai $H_2, H_3 \ldots\ldots H_{n-1}$, akkor ezeknek a rendszálaknak az aránya így fejezhető ki:

$$\frac{H_2}{H_1} = \frac{H_3}{H_2} = \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{H_n}{H_{n-1}} = q$$

Ebből:

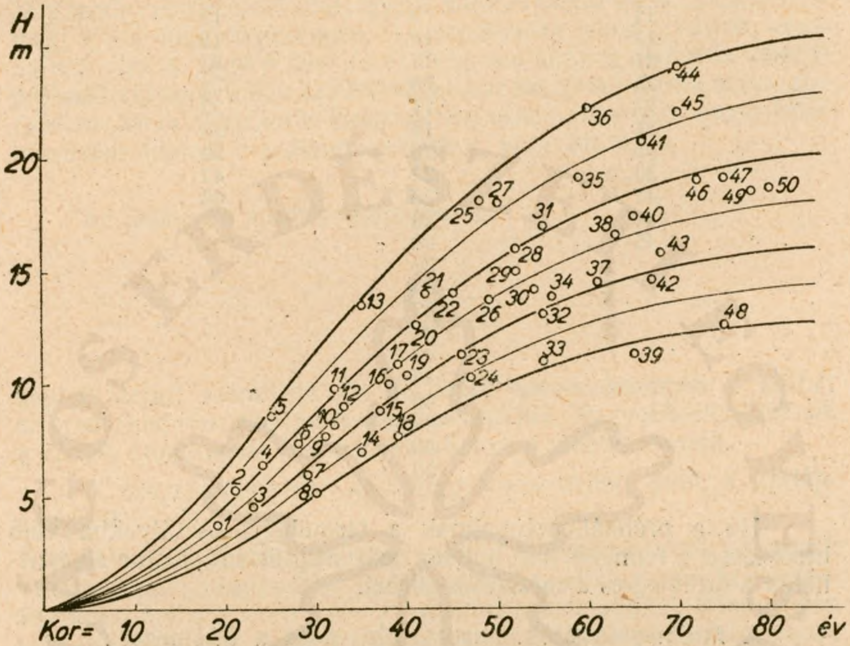
$$H_2 = H_1 q$$
$$H_3 = H_2 q = H_1 q^2$$
$$H_4 = H_3 q = H_1 q^3$$
$$\vdots$$
$$H_n = H_{n-1} q = H_1 . q^{n-1}$$
$$q = \sqrt[n-1]{\frac{H_n}{H_1}}$$

Ha a mi példánkban három termőhelyi osztályt kívánunk alakítani, akkor a felső és alsó határgörbén belül még két belső választógörbét kell szerkesztenünk. Összesen tehát négy görbe lesz, s így $n-1 = 3$. A q értéket s az azok alapján kiszámított határértékeket pedig az alábbi táblázat tünteti fel:

A termőhelyi osztályok elkülönítése
(határgörbék)

Kor	$V = \frac{F}{A}$	$\sqrt[3]{q}$	Az I. termőhely		A II. th.	A III. th.
			felső	alsó	alsó	alsó
év			határa (m)			
10	3·1410	1·4645	2·45	1·67	1·14	0·78
20	2·4922	1·3558	6·38	4·71	3·47	2·56
30	2·2124	1·3031	11·46	8·80	6·75	5·18
40	2·0450	1·2693	15·91	12·53	9·88	7·78
50	1·9696	1·2534	19·46	15·52	12·38	9·88
60	1·9575	1·2509	22·12	17·68	14·14	11·30
70	1·9688	1·2533	23·94	19·10	15·24	12·16
80	1·9904	1·2579	25·00	19·87	15·80	12·56

A kiszámított rendszálak alapján készült a 152. ábra, melyen a fenti kimutatás számsorait a vastagon kihúzott görbék szemléltetik. A köztük fekvő sávok vékonyabb felező vonala pedig a I-III. termőhelyi osztály átlagértékét mutatja.



152. ábra. **A termőhelyi osztályok alakítása az átl. magasságok alapján. Vastag vonalak : a termőhelyi osztályok határértékei, vékonyan húzott görbék : átlagok**

Most új jegyzéket készítünk, amelyben az eredeti jegyzék (542. lap.) adatait termőhelyi osztályok szerint csoportosítjuk. A rajz világosan mutatja, hogy a sorszám szerint megnevezett faállományok melyik termőhelyi osztályba tartoznak. Tehát a termőhelyi osztályok szerint való csoportosításnak semmi akadálya nincs. A mi példánk esetében ez a következő volna :

Besorozás a termőhelyi osztályokba

I.	II.	III.
	termőhely A próbaterület sorszáma	
2	1	7
4	3	8
5	6	14

Besorozás a termőhelyi osztályokba

I.	II.	III.
	termőhely	
	A próbaterület sorszáma	
11	9	15
13	10	18
21	12	23
25	16	24
27	17	32
31	19	33
35	20	39
36	22	42
41	26	48
44	28	
45	29	
	30	
	34	
	37	
	38	
	40	
	43	
	46	
	47	
	49	
	50	

Ha a próbaállományoknak a termőhelyi osztályokba való besorozása a fennebb leírt módon már megtörtént, akkor elkészíthetők a fatömeg és a törzsszám görbéi.

A fatömegtényezők összeszorzása adja a fatömeget :

$$V = G \cdot H \cdot F$$

A fatermési tábla minden sorában ennek az egyenlőségnek kell kifejezésre jutnia. Hogy kisebb eltérések ne zavarják az összhangot, a képletben lévő négy tag közül hármat szerkesztés útján határozunk ameg, a negyediket a képlet alapján számítjuk ki.

Tegyük fel, hogy először a fatömeg görbéit szerkesztjük meg. Természetesen külön kell ezt a munkát elvégezni a vastagfára és az összesfára. Külön-külön rakjuk fel minden termőhelyi osztálynak az adatait (milliméterpapírosra) s természetes csoportokat (esetleg korcsoportokat) alakítva, minden csoport számára külön számítjuk ki az átlagok (vezér- vagy iránypontok) összrendezőit. Azután meghúzzuk a kiegyenlítő görbéket s a fennebb ismertetett módon (a különbözeti sorok segítségével) kisímítjuk azokat. A kisímított görbék adatait végül beírjuk a fatermési tábla megfelelő rovatába.

Eljárhatunk azonban úgy is (lásd Magyar J. értekezését,[1] hogy a fatömegek görbéit a *magasság* függvényeképpen ábrázoljuk s az így kapott összefüggések szerint határozzuk meg, hogy mely kornak milyen fatömeg felel meg.

A körlapösszeg, a felső és az átlagos magasság görbéit a termőhely szerint részletezett adatjegyzék alapján külön-külön szerkesztjük meg, a kor függvényeképpen. Az utóbbiakra nézve azonban eljárhatunk úgy is, hogy a felső és az átlagos magasság eltérését minden próbaállományra külön számítjuk ki (százalékban) s ezeknek a százaléksoroknak a rajzábrás kiegyenlítése után határozzuk meg a felsőmagasság adatait a középmagasságból, vagy fordítva.

Az alakszám adatait többnyire az

$$F = \frac{V}{G \cdot H}$$

képlet szerint számítjuk ki, de azért ellenőrzésképpen a görbét az eredeti adatok alapján is megszerkesztjük. Nagyobb eltéréseknek a kétféle úton kapott eredmények közt nem szabad lenniök.

A *törzsszám* görbéit ugyanúgy szerkesztjük, mint a körlapösszegéit.

Ajánlatos mind a fatömeg, mind a fatömegtényezők görbéinek vezérpontjait (iránypontjait) ugyanazokra az adatcsoportokra vonatkoztatni. Így a $V = G \cdot H \cdot F$ egyenlőségének sokkal könnyebben meg tudunk felelni, mint ha mindig más és más csoportosítást alkalmazunk. Akkor az összegyeztetés sokkal több próbálgatással jár.

Meglehetős körülményes és kényes feladat az *előhasználati fatömegek (mellékállomány)* adatainak megállapítása. Ezt a kérdést ilyen szűk keretek közt nem is tárgyalhatjuk. Ha hosszú megfigyelések nem állnak rendelkezésünkre, többé-kevésbbé csak következtetésekre vagyunk utalva. A korral fogyó törzsszám felvilágosít a korszakonként kiváló (elhaló vagy gyérítés útján eltávolított) törzsek számáról, a mellékállomány törzseinek átlagos köbtartalmát pedig a helyszíni becslés alkalmával határozhatjuk meg. A kettő szorzata adja a keresett fatömeget. Ezek a fatömegek a kor függvényeképpen ábrázolva és kiegyenlítve, adják a fatermési tábla számsorait. A görbék futása azonban igen különböző lehet az alkalmazott gyérítési rendszer szerint.

[1] A fatermési táblák szerkesztésének alapkérdései, Sopron, 1949.

e) *A próbaállományok időszakos újrafelvétele és a fatermési táblák továbbfejlesztése*

Az egyszeri felvétel adatai a tengelyrendszerben csak pontokat adnak. Hogy azonban egy- és ugyanaz a faállomány milyen változásokon megy át a kor emelkedésével, annak kipuhatolásához már többszöri felvétel szükséges. Ha például valamely faállomány vastagfatömegét meghatározták először 40, azután 45, 50, 55, és 60 éves korban, akkor *egy* pont helyett már *öt* áll rendelkezésünkre. Ha most ezeket a tengelyrendszerben felrakjuk és összekötjük, az így kapott vonal szemléltető képet ad arról, milyen menetű volt az illető faállomány fatömegének növekedése a 40—60 éves korszakban. Ha sok ilyen görbét van módunkban meghúzni, biztosabb irányítást kapunk a fatermési táblák görbéinek megszerkesztéséhez, mintha csak pontokra támaszkodunk. (Lásd a 153. ábrát.)[1] A német kutatóintézeteknek már számos évtizedre terjedő ilyen megfigyeléseik vannak. Kifogástalan fatermési táblák csak ilyen alapon készíthetők. Magyarország ebben a tekintetben csak a kezdet kezdetén áll, s csak egyszeri felvétel alapján készült fatermési táblákkal rendelkezünk.

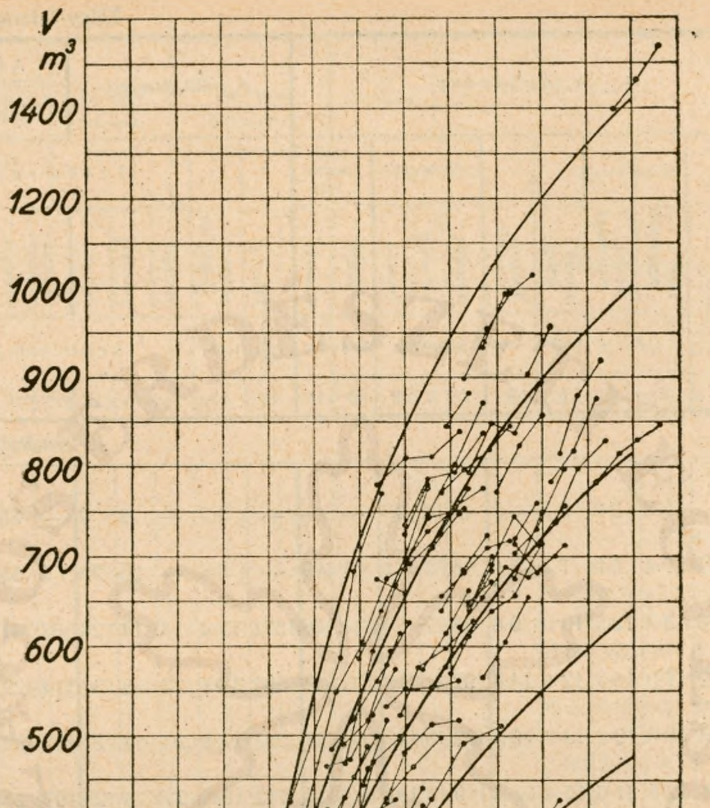
f) A fatermési tábla alakja

Ebben a tekintetben a régi és újabb táblázatok közt igen nagy az eltérés. A legrégibb ilyen munkák csak a faállomány fatömegét, folyó- és átlagnövedékét mutatják ki vagy ezenkívül esetleg néhány olyan adatot (szabályos fakészlet átlaga, hozadékszázalék) tartalmaznak, melyeket ma már el szoktak hagyni. A korszerű fatermési táblák rovatainak száma ellenben igen jelentékeny. Álljon itt mintául a szerző tölgy fatermési tábláinak az I. termőhelyi osztályra vonatkozó része. (552. lap.)

Az 5, 6, 10—12, 17—36. rovatot számítás útján töltjük ki. A kiszámítás módja nem kíván külön magyarázatot. A növedék helyes értelmezéséről pedig a maga helyén (485. lap) már megemlékeztünk.

Megemlítendő itt még a fatermési tábla rajzábrás alakja is. Ilyeneket találunk többek közt *Schwappach* eredeti fatermési tábláiban. A hazai tölgy szálerdőre vonatkozó ilyen függvényábrát szemlélteti a 154. ábra. Ez a fatömeg görbéin kívül a magasságok görbéit is feltünteti. Az ilyen ábra lényegesen hozzásegít a számtáblázatok használatával kapcsolatos hibák elkerüléséhez, feltéve, hogy a faállomány átlagos magasságát előzően megbízhatóan határoztuk meg.

[1] Lásd *Fekete Z.:* Fatermési tábláink (Erd. Lapok, 1916, 28. oldal).



153. ábra **A jegenyefenyő próbaállományok összesfatömegének növekvése, többszöri felvételek szerint. (Eichhorn művéből)**

Kor	A főállomány										A mellékállomány					A fő- és mellékállomány együttes		
	törzsszáma	felső magassága	átlagos magassága	körlap összege	átlagos átmérője	fatömege			mellmagassági		törzsszáma	átlagos magassága	fatömege					
						vastagfa	vékonyfa	összesfa	vastagfa	összesfa			vastagfa	vékonyfa	összesfa	vastagfa	vékonyfa	összesfa
év		m		m²	cm	köbméter			alakszám			m	köbméter					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

I. termőhelyi

10	—	2·8	2·6	2·1	—	—	16	16	—	—	—	2·3	—	9	9	—	25	25
20	2877	7·4	6·9	7·1	5·6	6	35	41	67	489	—	5·8	—	20	20	6	55	61
30	1306	13·3	12·5	10·0	9·8	48	27	75	224	346	1571	10·2	14	14	28	62	41	103
40	710	17·0	16·2	12·1	14·7	92	21	113	270	330	596	14·1	22	8	30	114	29	143
50	473	20·0	19·2	13·8	19·3	132	18	150	286	327	237	17·1	23	4	27	155	22	177
60	351	22·5	21·6	15·4	23·6	169	18	187	293	325	122	19·6	22	3	25	191	21	212
70	280	24·6	23·7	16·7	27·5	202	20	222	295	324	71	21·6	20	2	22	222	22	244
80	235	26·4	25·4	17·8	31·1	233	21	254	296	323	45	23·2	19	2	21	252	23	275
90	204	27·8	26·8	18·9	34·3	261	23	284	296	323	31	24·6	17	2	19	278	25	303
100	181	28·9	27·9	19·9	37·4	285	25	310	297	322	23	25·8	15	2	17	300	27	327
110	165	29·8	28·8	20·7	40·0	307	27	334	297	322	16	26·8	14	2	15	321	28	349
120	153	30·5	29·5	21·5	42·3	327	28	335	297	322	12	27·6	12	1	13	338	29	368
130	146	31·0	30·0	22·3	44·0	344	30	374	296	322	7	28·2	10	1	11	354	31	385
140	142	31·5	30·5	23·0	45·4	360	31	391	296	322	4	28·7	9	—	9	369	31	400

tábla

Az elő-használati fatömegek összege			Az egész fatermés összege			Az összes fatermésből előhasználat			A fő-állomány		Az összes fatermés						Kor
									átlagnövedéke				folyónövedéke				
vastagfa	vékonyfa	összes fa	vastagfa	vékonyfa	összes fa	vastagfa	vékonyfa	összes fa	vastagfa	összes fa	vastagfa	összes fa	vastagfa		összesfa		
köbméter						százalék			köbméter				m³	%	m³	%	év
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
osztály																	
—	9	9	—	25	25	—	36·0	36·0	—	1·60	—	2·50					10
													—	—	4·5	28·1	
—	29	29	6	64	70	—	41·4	41·4	0·30	2·05	0·30	3·50					20
													5·6	93·3	6·2	15·1	
14	43	57	62	70	132	10·6	32·6	43·2	1·60	2·50	2·06	4·40					30
													6·6	13·8	6·8	9·1	
36	51	87	128	72	200	18·0	25·5	43·5	2·30	2·83	3·20	5·00					40
													6·3	6·8	6·4	5·7	
59	55	114	191	73	264	22·3	20·8	43·1	2·64	3·00	3·82	5·28					50
													5·9	4·5	6·2	4·1	
81	58	139	250	76	326	24·8	17·8	42·6	2·81	3·12	4·17	5·43					60
													5·3	3·1	5·7	3·0	
101	60	161	303	80	383	26·3	15·7	42·0	2·89	3·17	4·33	5·47					70
													5·0	2·5	5·3	2·4	
120	62	182	353	83	436	27·5	14·2	41·7	2·91	3·18	4·41	5·45					80
													4·5	1·8	4·9	1·9	
137	64	201	398	87	485	28·2	13·2	41·4	2·90	3·16	4·42	5·39					90
													3·9	1·5	4·3	1·5	
152	66	218	437	91	528	28·8	12·5	41·3	2·85	3·10	4·37	5·28					100
													3·6	1·3	3·9	1·2	
166	67	233	473	94	567	29·3	11·8	41·1	2·79	3·04	4·30	5·15					110
													3·2	1·0	3·4	1·0	
178	68	246	505	96	601	29·6	11·3	40·9	2·73	2·95	4·21	5·01					120
													2·7	0·8	3·0	0·8	
188	69	257	532	99	631	29·8	10·9	40·7	2·65	2·88	4·09	4·85					130
													2·5	0·7	2·6	0·7	
197	69	266	557	100	657	30·0	10·5	40·5	2·57	2·79	3·98	4·69					140

Példa. Valamely 90 éves tölgyes átlagos magasságát 22 m-nek találtuk. Mennyi az 1 kat. holdra eső fatömeg, s hányadik osztályba tartozik a faállomány?

A 22 m-nek megfelelő magassági görbe és a 90 évnek megfelelő rendszál keresztezési pontjának a III. termőhelyi osztály és 204 m^3 vastagfatömeg felel meg. Ha a fatömeget egyszerűen a fatermési táblából olvasnók ki, 192 m^3-t kapnánk. Az eltérés tehát csaknem 6% volna. Nyilvánvaló, hogy a rajzábrás eljárás pontosabb, mert a valódi átlagos magassággal számol.

A függvényábrás eljárások egyébként az erdőbecslés terén más vonatkozásokban és más alakban (nomogrammok) is széleskörű alkalmazást találhatnak és a számítási munkákat tetemesen egyszerűsíthetik. Utalhatunk itt *N. P. Anucsin* Erdőbecslés című brosurájának III. fejezetére. (Lásd az 586. lapon).

2. A fatömeg és tényezői változásainak törvényszerűségei

a) A fafajok természete, a származás, a termőhely és a kor hatása.

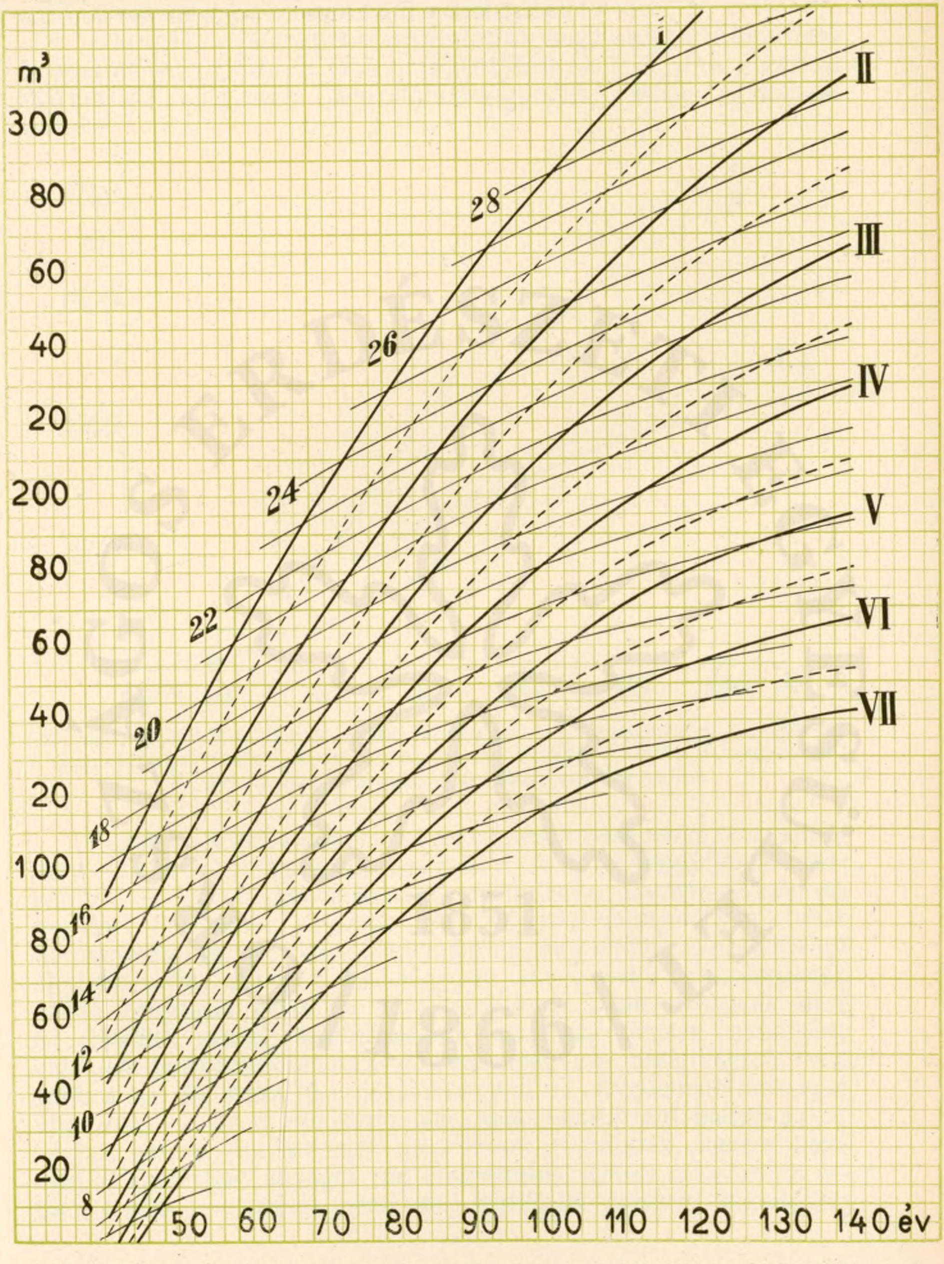
A faállomány fejlődése tekintetében minden fafajnak megvan a maga sajátos természete. Az egyiket a gyors, a másikat a lassú növés jellemzi, az egyik előbb, a másik utóbb éri el az érettség és a hanyatlás korát. A fényigényes fafajok lazább, az árnyéktűrők tömörebb kötelékben helyezkednek el, az egyik nagyobb, a másik kisebb fatermést ad, stb.

Hasonlítsuk össze néhány fafaj 1 hektárra eső összes fatermését a legjobb termőhelyen. Akkor a 155. ábrán szemlélhető képet kapjuk. A jegenyefenyő és lucfenyő fatermése közel áll egymáshoz, hasonlóképpen az erdeifenyőé, tölgyé és bükké is. A két csoport közt azonban igen nagy az eltérés. Valamennyi mögött erősen elmarad a fényigényes és nálunk gyengén növő nyír.

A *származásnak* is van hatása a faállomány fejlődésére. Ennek a kérdésnek a tárgyalása azonban már inkább az erdőműveléstan körébe vág. Mi itt csak a magról kelt és a sarjeredetű faállományok fejlődésbeli különbségeivel foglalkozhatunk röviden.

A sarjak eleinte gyorsan fejlődnek, mert nagy kiterjedésű gyökérzet táplálja őket mindjárt elejétől fogva. A magról kelt csemetének ellenben magának kell a gyökérzetét kifejlesztenie, s ez csak fokozatosan, évtizedekre kiterjedőleg történhetik meg, azért a szálerdő kezdetben lassabban nő. Később azonban az új, életrevaló fiatal gyökerek már jobban töltik be a feladatukat, mint a sarjak öreg s gyakran kimerült gyökérzete, azért egy idő mulva a szálerdő növekedés tekintetében a sarjerdő fölé kerekedik, s azt a magasabb korban többnyire erősen maga mögött hagyja.

Ezt mutatja a tölgyre nézve a 156. ábra. Ezen a hazai tölgy fatermési táblák alapjául szolgáló próbaállományok felsőmagas-



154. ábra. A szerző tölgy-szálerdőre vonatkozó fatermési tábláinak rajzábrás alakja. A római számokkal jelzett görbék a termőhelyi osztályok átlagos fatömegét mutatják 1 kat. holdon, a köztük lévő szakadozott görbék a határértékeket, az arab számmal jelzett vonalak a felsőmagasságot

ságának az átlagos görbéi láthatók. Mintegy az 55 éves korig a sarjerdő növekedése jobb, azon felül a szálerdőé.

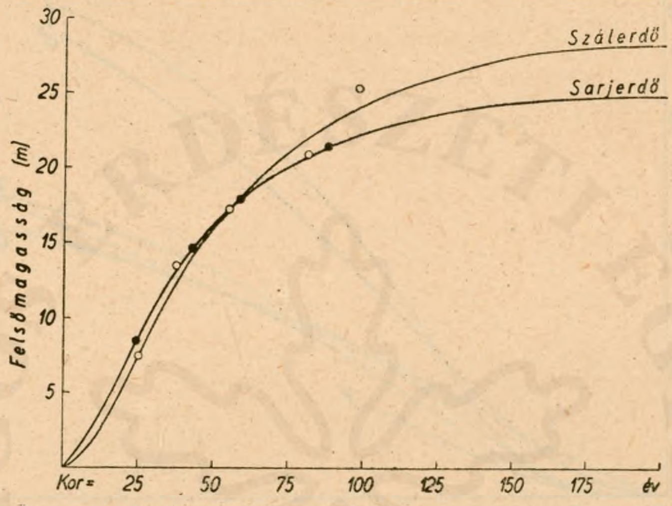
De maguk a *fatömegek* is azt mutatják, hogy a szálerdő fatermési teljesítménye tetemesen jobb a sarjerdőénél. A 157. ábra a kétféle származású tölgyesek összesfatömeg-görbéit állítja egymással szembe.

155. ábra. Különféle fafajok összes fatermése az I. termőhelyen 1 hektáron. *1 :* jegenyefenyő *Eichorn* szerint, *2 :* lúcfenyő, *3 :* tölgy, *4 :* bükk, *6 :* erdeifenyő, *7 :* nyír *Schwappach* szerint, *5 :* tölgy a *szerző* szerint

Ezek a görbék a fatömeg növekedésének a menetére és a termőhelyi különbségek hatására nézve is a kellő felvilágosítással szolgálnak. A kor függvényeképpen szerkesztett összesfa-görbék elnyújtott *S* alakhoz hasonlók. Két áthajlási pontjuk van, tehát harmadrendű görbék. Ha a faállományt gyakorlatilag észszerűtlenül állni hagynók, akkor a fatömeggörbe előbb-utóbb visszahajlanék és eső irányzatot mutatna. A fatömeg tehát a korral *fogyna.* Mert az elvénült, esetleg megbetegedett, elszáradó törzsek lassanként kidőlnének s a törzsek száma évről-évre csökkenne, amíg végre a 0-ra szállna alá. Az észszerű erdőgazdaságban ez elképzelhetetlen, mert ilyen magas korig az állományt nem szokás fenntartani, hanem akkor vágjuk azt le, amikor még nem indult romlásnak, hanem kellő méretű egészséges anyagot tud szolgáltatni. Ebben a korban a fatömeg még rendszerint nem esik, legfeljebb egészen ellaposodik.

Csak igen erős felsőgyérítés, vagy vigályító belevágások okozhatják a fatömeg időelőtti csökkenését.

A *vastagfa* görbéi az összesfáéitól főleg abban különböznek, hogy nem indulnak ki a tengelyrendszer közepéből, hanem a fekvőtengely hátrább levő pontjaiból. Mert ahhoz, hogy vastagfa (7 cm-nél vastagabb anyag) egyáltalában lehessen, már a faállománynak jó



156. ábra. A tölgy-szálerdő és sarjerdő felső magasságának összehasonlítása. Eleinte a sarjedrő nő gyorsabban, később a szálerdő kerekedik felül

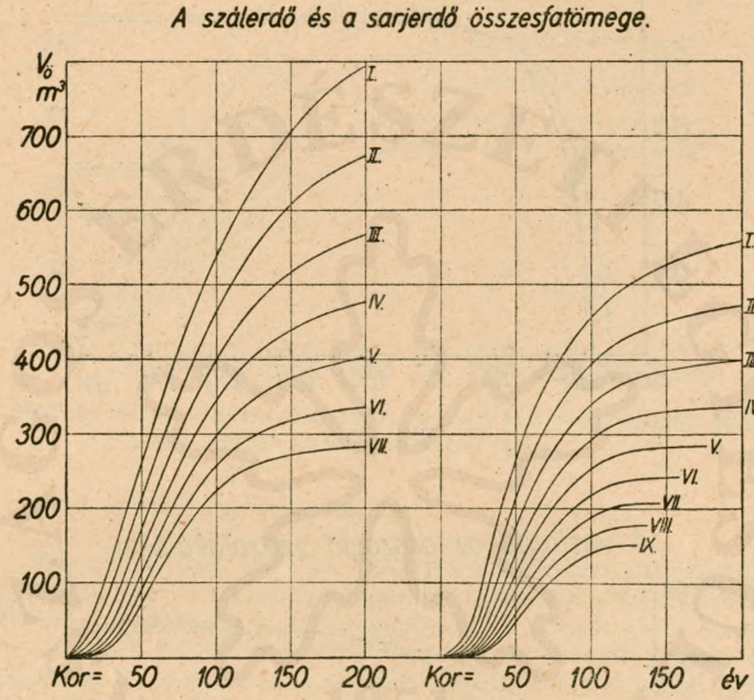
néhány (10—20) évesnek kell lennie. A vastagfa százalékos viszonya az összfához a kor, illetőleg a faállomány átlagos átmérője szerint a 158 és 159. ábrából tűnik ki (hazai tölgy).

A *felső* és *átlagos magasság* görbéi (160. ábra) hasonlítanak az összesfatömeg görbéihez.

A *körlapösszeg* vonalai (161. ábra) szintén nem indulnak ki a 0 pontból, mert a körlap 1,3 m magasságban fekszik s ennek a magasságnak az eléréséhez idő kell. Hogy *Schwappach* fatermési táblái szerint a körlapösszeg a magasabb korban visszaesést mutat, ennek az oka az erős (D-fokú) gyérítés.

A *törzsszám* eleinte gyorsan, később lassan, de a kor előhaladásával állandóan esik. Az eredeti faállomány több ezer törzséből a vágáskorig csak néhány száz marad holdanként. A többit a gyérítés alkalmával termelik ki, vagy a beárnykolás következtében magától pusztul el és válik ki a faállományból.

A törzsszám változását a tölgy szálerdő és sarjerdő legjobb és legrosszabb termőhelyén a 162. ábra mutatja.[1] A legjobb termőhelyen a törzsek száma mindig kisebb, mint a rosszabb termőhelyen. Ezt természetesnek kell találnunk, ha meggondoljuk, hogy kedvezőbb viszonyok közt a fák nagyobb méretűek, több helyet foglalnak el s ezért kevesebb fér el belőlük a területegységen, mint a rosszabb



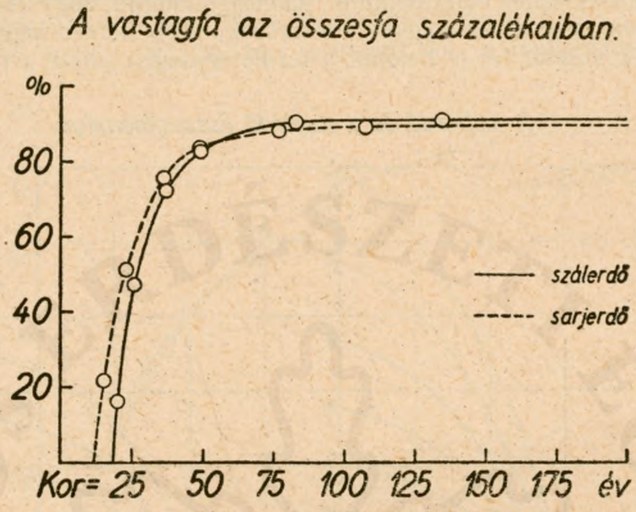
157. ábra. A hazai tölgy szál- és sarjerdő összes fatömegének összehasonlítása (a szerző fatermési tábláiból)

termőhelyek kisebbméretű fáiból. A 162. alsó ábrán a tölgy szálerdő holdankénti törzsszáma látható az I—VII. termőhelyi osztályon.

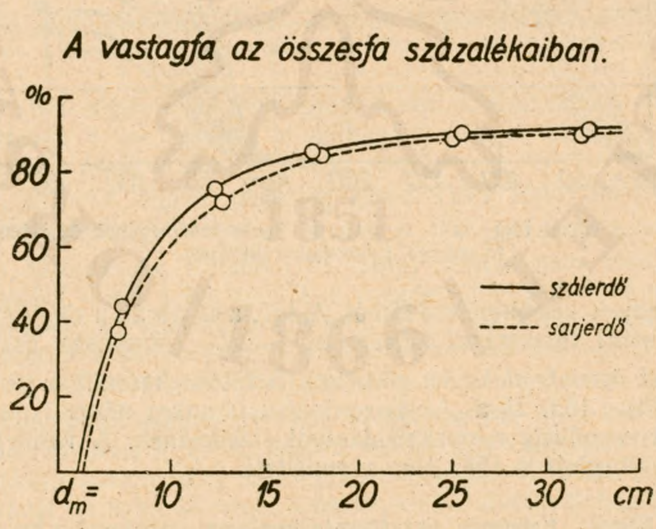
Az *összesfa-alakszám* görbéinek a futása hasonlít a törzsszám görbéjéhez. 163. ábra. Az összesfa-alakszámokra nézve is jellemző, hogy a termőhely roszszabbodásával emelkednek. A *vastagfa-alakszám* változását a 164. ábra szemlélteti.

[1] *Szerző:* Fatermési és faállományszerkezeti vizsgálatok a hazai tölgyesekben, 38. lap.

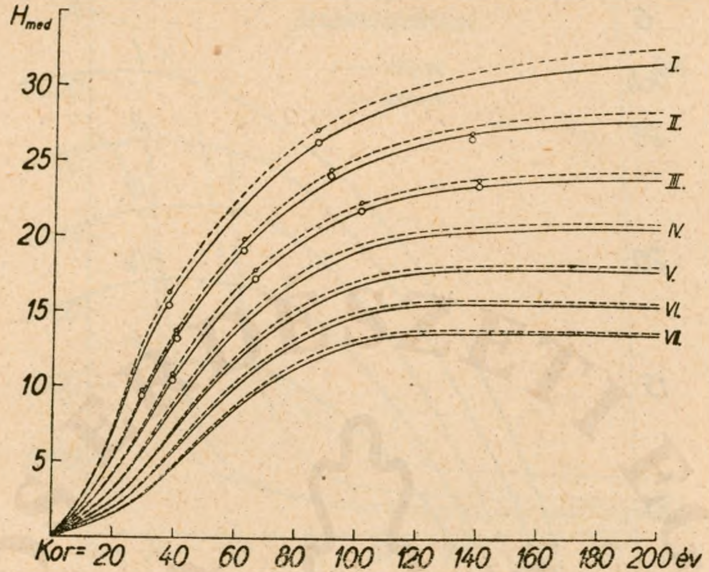
A faállomány átlagos átmérőjének a változása a korral a 165. ábrából tűnik ki.



158. ábra



159. ábra



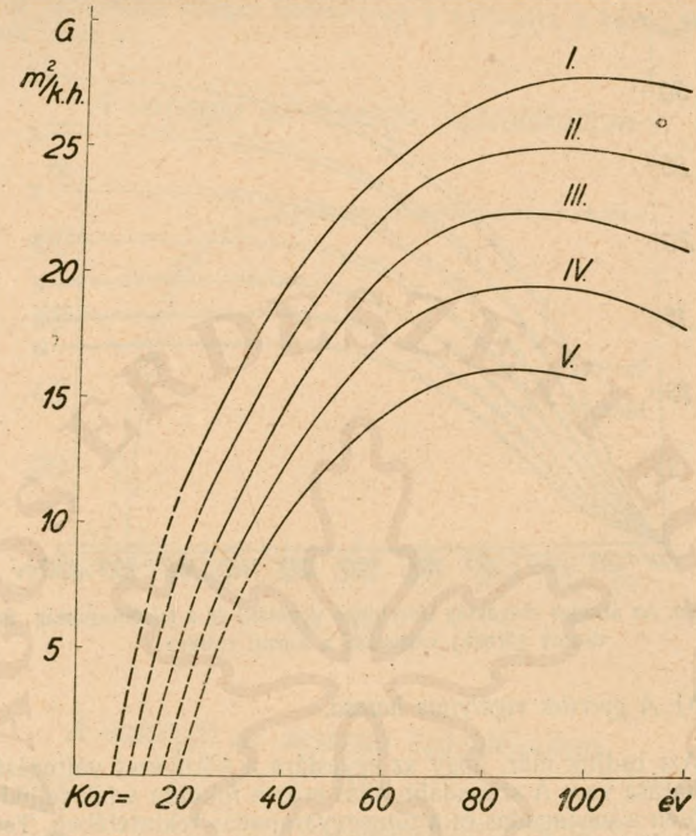
160. ábra. **Az átlagos magasság (folytonos vonalak) és a felsőmagasság (szakadozott görbék) változása a korral (tölgy)**

b) A gyérítés vigályitás hatása.

Azt tudjuk már, hogy az egyesfára a környezet változásának nagy hatása van. A szabadabb állás erősen fokozza a fák fejlődését, különösen a vastagodás és a tömeggyarapodás tekintetében. Természetes, hogy ez a hatás a gyérítés után a visszamaradó főállomány fejlődésében is kifejeződik. A kötelék meglazítása kedvezőbb helyzetbe juttatja a fákat, s szervezetük élettani működését elősegíti.

Másfelől azonban a gyérítési faanyag (mellékállomány) eltávolítása visszaesést okoz a fatömegben, s arra csökkentőleg hat. De ez a visszaesés rendszerint kisebb szokott lenni, mint a faállomány természetes gyarapodása, s ezért, ha a gyérítéssel nem megyünk túlzásba, a faállomány a hiányt hamarosan pótolja, és azonfelül tevőleges tömeggyarapodást hoz létre.

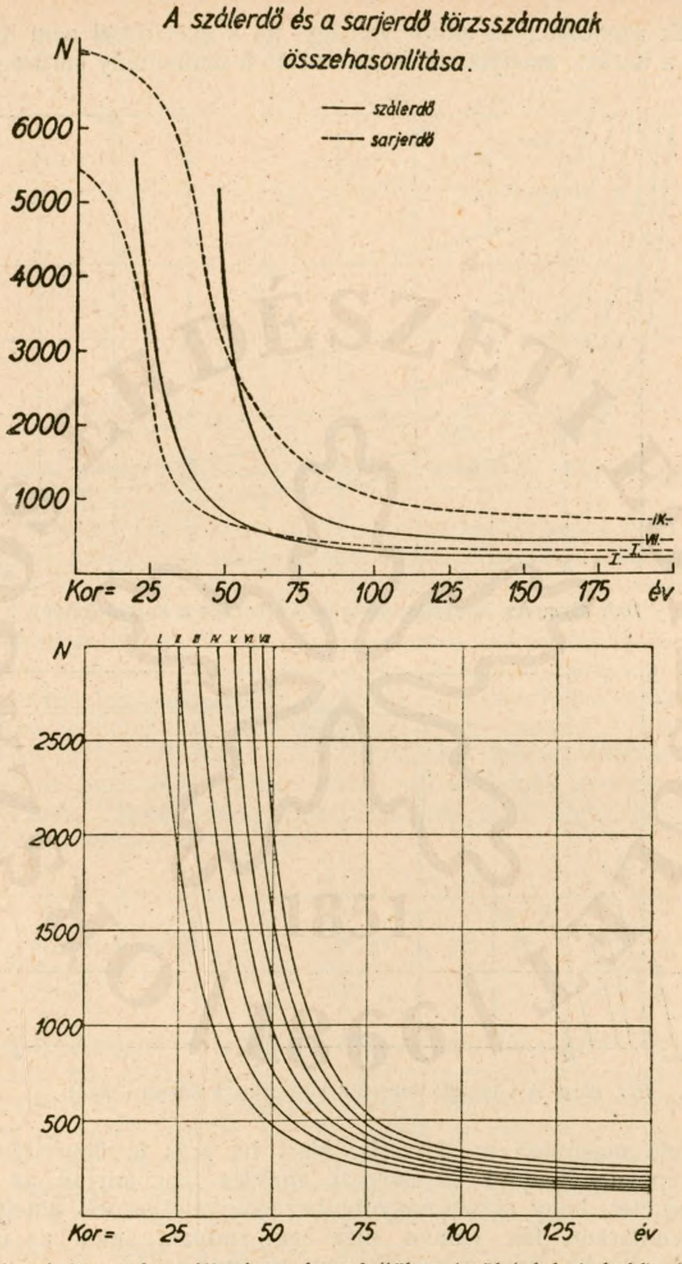
Való az, hogy annak a faállománynak, amelyet a multban gyakran és erősen gyérítettek, az idősebb korban kevesebb a fatömege, mint amelyikben csak mérsékelt gyérítések voltak. Abban azonban a fatermestan szakértői nagyjából megegyeznek, hogy az *összes fatermés* egy és ugyanazon a termőhelyen állandónak



161. ábra. A mellm. körlapösszeg változása a korral *Schwappach* lúcfenyő fatermtáblái szerint)

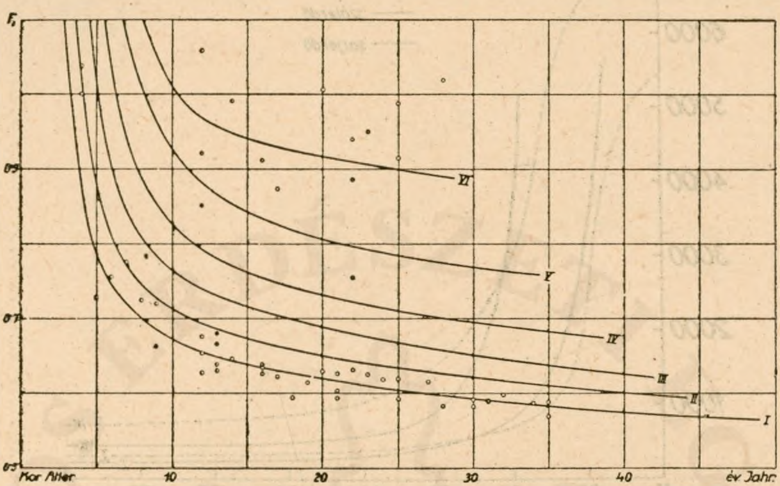
tekinthető.[1] Ha tehát például valamely mérsékelten gyérített 120 éves faállomány fatömegéhez hozzáadjuk a mult előhasználatait, az így kapott fatömeg körülbelül egyezik az azonos termőhelyen álló, de a multban erősen gyérített faállományéval. Csak az előhasználati és a véghasználati fatömegek *aránya* más a különféle gyérítési rendszerek szerint. Ezt másszóval így is fejezhetnők ki: A termőhely fatömegbeli összteljesítménye a gyérítés rendszerétől független.

[1] V. ö. a szerző értekezésével (az Erdészeti Lapok 1923. évi kötetének 109. lapján): A vég- és előhasználati fatömegek arányának megállapítása a helyi fatermési táblákban.

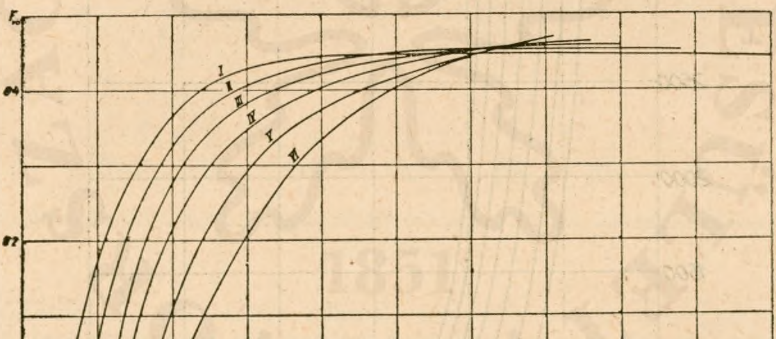


162. ábra A törzsszám változása a korral (tölgy, terület 1 kat. hold). A tölgy szálerdő törzsszáma az I—VII. th.-on, 1 kat. holdon (lent).

Ez azonban csak akkor van így, ha a gyérítéssel nem lépjük át azt a határt, amelyiknek a betartását a faállomány sűrűségének

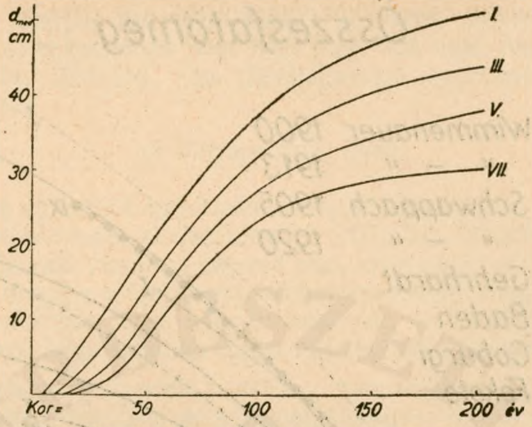


163. ábra. Az összesfa-alakszám változása a korral (akác)



164. ábra. A vastagfaalakszám változása a korral (akác)

megfelelő megóvása megkívánja. Mert ha erős felsőgyérítésekkel vagy éppen vigályító vágásokkal annyira megbontjuk az erdő mennyezetét, hogy abban nagyobb hézagok keletkeznek, amelyeket a visszamaradó fák benőni már nem tudnak, akkor az összes fatermés kisebb, mint a mérsékelten gyérített erdőé.

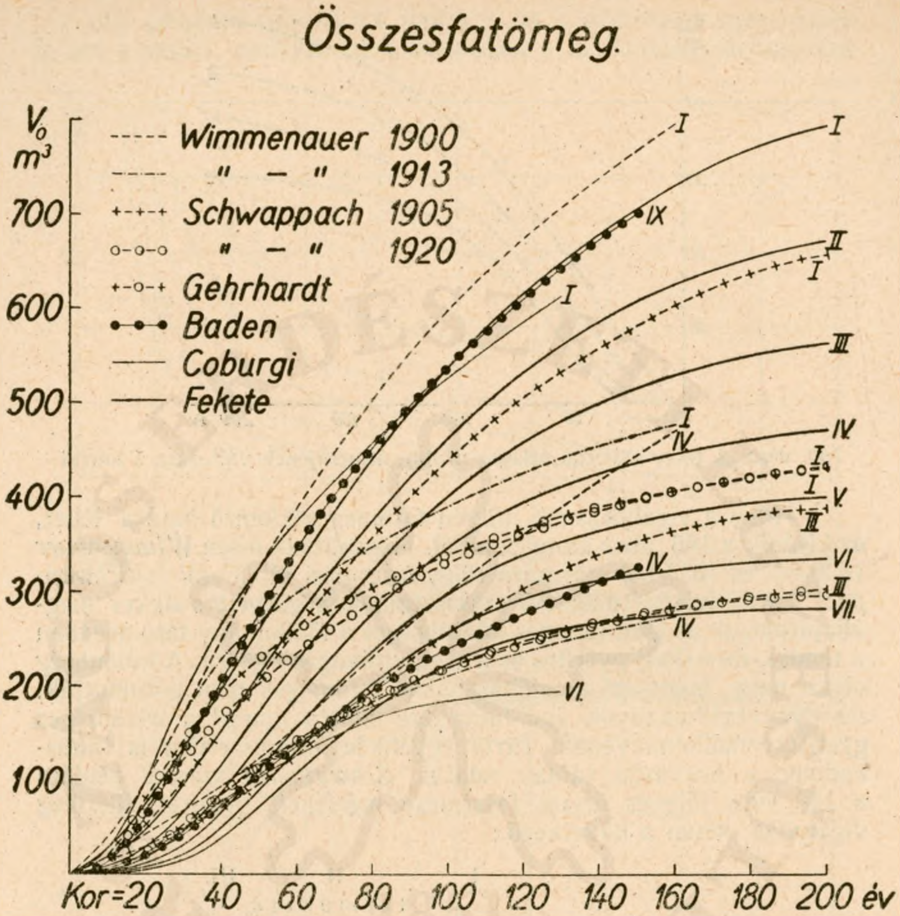


165. ábra. A tölgy szálerdő átlagos mellm. átmérőjének változása a korral

Hogy a vigályításnak milyen fatömegcsökkentő hatása lehet, az kitűnik a 166. ábra szemléletéből. Hasonlítsuk össze *Wimmenauer* 1900-ból és 1913-ból származó tölgy-fatermési tábláinak és *Schwappach* 1905. évi és 1920. évi számsorainak a görbéit s akkor megállapíthatjuk az igen tetemes különbséget a főállomány fatömegében a rendes, mérsékelt gyérítés és a vigályítóvágás esetére. A különbség olyan nagy, hogy azt az előhasználati fatömegek nem pótolhatják. Az ilyen faállományok össz-fatermése alatta marad a közönséges gyérített faállományénak. Erről egyébként számszerűen is tanuskodnak a fatermési táblák adatai. *Schwappach* szerint például a 140 éves tölgyes összes fatermése mérsékelt gyérítés, illetőleg vigályítás esetén a következő:

	I.	II.	III.
		termőhely	
Mérsékelt gyérítés ...	1272 m^3	1018 m^3	805 m^3
Vigályítás	1113 «	881 «	671 «
Eltérés	— 12·5 %	— 13·5 %	— 16·6 %

Felvetődhetik az a kérdés, hogy mi a célja a vigályító gazdálkodásnak, ha ezáltal az összes fatermést tudatosan csökkentjük? Erre a válasz az, hogy a gazdálkodás célja nemcsak a fatömegtermelés, hanem az értéktermelés is. Ha tehát a vigályítás a visszahagyott törzsek rohamos vastagodásával olyan értékemelkedést hoz létre, amely a fatömeg csökkenéséből származó veszteséget felülmúlja, akkor a vigályítás megokolt. A legkedvezőbb mérték megállapítása nemcsak fatermési, hanem nyereségszámítási vizsgálatokat kíván. Ezen a téren még sok a tennivaló.



166. ábra. Különféle szerzők tölgy-összesfatömeggörbéi (terület 1 hektár)

A különböző *szerzők* fatermési adatai közt igen tetemes eltérések lehetnek. Ennek az oka a gyérítési rendszer eltérő természete, a tenyészeti táj, a vizsgálat anyagának minősége és a szerző feldolgozási rendszerének különfélesége lehet. Néha a szerző egyéni elgondolásának is tetemes része van a görbék meghúzásában, kétségtelen azonban, hogy ebben óvatosnak kell lenni, mert különben a kapott számsorok igen eltérhetnek a valóságtól. Különösen akkor fordulhat ez elő, ha a vizsgálati anyag hiányosságai rákényszerítik a fatermési tábla készítőjét arra, hogy a hiányokat egyéni elképzelésekkel pótolja. Vagy, ha olyan gyérítési rendszerre kíván saját okoskodása alapján fatermési táblát készíteni, amely a kísérleti állományok természetének nem felel meg. Ezt csak rendkívül gyakorlott, széles látókörű, éles ítélőképességű szaktudós engedheti meg magának.

c) *Térfogatsúly, alom.*

Már az egyesfára vonatkozó részben kimutattuk, hogy a súly szerinti anyagtermelés tekintetében a különféle fafajok természete és egymáshoz való viszonya egészen más, mint ahogy azt a fatermési vizsgálatok magára a fatömegre (térfogatra) nézve megállapították. A fatömeg-eltérések igen nagyok lehetnek, a víztelenített, tiszta faanyag mennyisége azonban ennek ellenére közel állhat egymáshoz.

Trendelenburg szerint [1] néhány fontosabb fafaj évi átlagos fatermése köbméterekben és térfogatsúlyban a következő:

Fafaj	A főállomány magassága	Átlagos átmérő	Kéreg	A vastagfa összes fatermése		Térfogatsúly (térsűrűség)	Átlagos évi fatermés
				kéreggel	kéreg nélkül		
	m	cm	%	m³/ha		kg/m³	kg/ha
Az I. termőhelyen a 100 éves korban:							
Lucfenyő	35·5	42·1	10	1 570	1 413	390	5 510
Jegenyefenyő ..	31·8	40·9	10	1 506	1 356	370	5 020
Erdeifenyő	30·5	37·3	13	828	721	420	3 030
Bükk	32·0	33·7	7	929	864	570	4 920
Tölgy	26·7	34·9	15	706	600	570	3 420
Az I. termőhelyen 80 éves korban:							
Kőris	28·0	31·0	10	504	454	600	2 720
Éger	27·7	36·0	10	719	647	430	2 780
Nyír	26·0	32·0	10	389	350	510	2 230

Ez a táblázat csak a vastagfára vonatkozik. Erre vonatkozólag van az irodalomnak legtöbb adata. Az összes anyagtermelésre nézve nincs annyi vizsgálati eredmény, amennyinek az alapján a részletekre vonatkozólag is megközelítőlegesen biztos adatokat lehetne kimutatni. Álljon itt mégis mutatónak *Trendelenburgnak* a 100 éves

[1] Das Holz als Rohstoff. München 1939, 338. lap.

lucfenyő és bükk átlagos évi faanyagtermelésére vonatkozó tájékoztató adatsora:

Fafaj	Vastagfa	Vékonyfa	Kéreg	Tuskó- és gyökérfa	Alom	Összesen
	kilogramm/hektár					
Lucfenyő	5 510	1 010	610	1 380	3 000	11 510
Bükk	4 920	910	370	1 200	3 300	10 700

Ebből kiderül, hogy a vastagfa csak mintegy a felét éri el az összes anyagtermelésnek.

A rosszabb termőhelyeken az összehasonlítás még nehezebb, mert a különböző szerzők nem ugyanazzal a számmal jelölik a termőhelyeket. *Trendelenburg* mégis megkísérelte, hogy a termőhelyi minőség hatását is kimutassa az összes súlytermelésre. A 100 éves korig a vastagfára és 1 hektárra a következő összegező számsorokat adta *(tonnákban*, kikerekítve):

Fafaj	I.	II.	III.	IV.	V.
	termőhely				
Lucfenyő	551	436	325	228	133
Erdeifenyő	303	257	223	189	—
Bükk	493	405	318	224	133
Tölgy	342	261	192	—	—

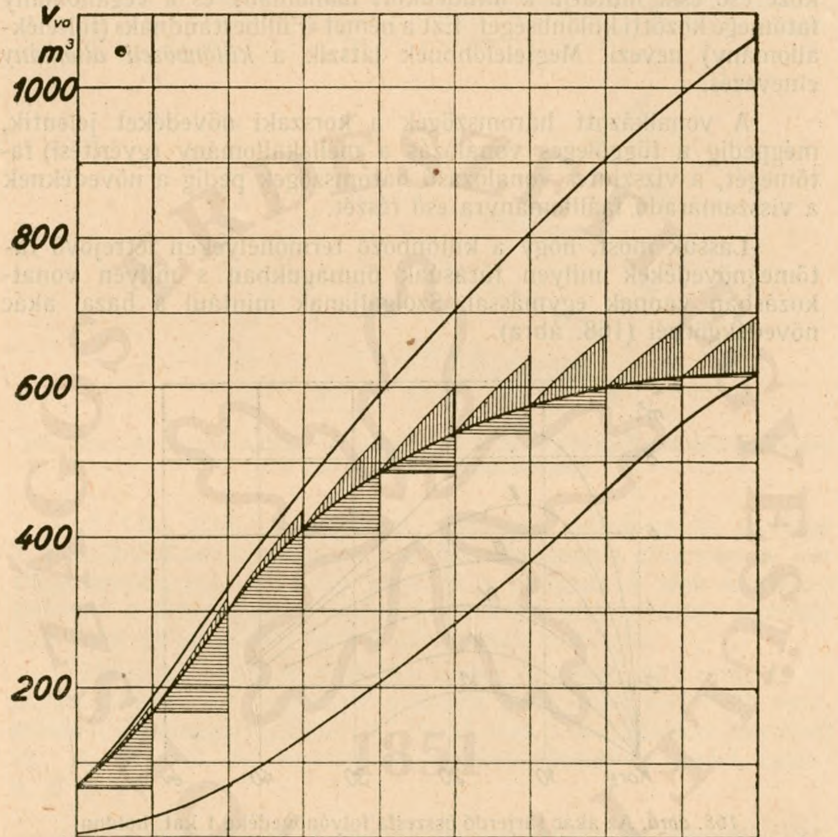
3. A növedék változásai

d) *A fafaj, a kor és a termőhely hatása*

A korral és a termőhellyel, amint a fentiekből tudjuk, változik a fatömeg s változnak a faállomány egyéb szerkezeti tényezői is, tehát a körlapösszeg, az átlagos átmérő, az alakszám és a törzsszám is. A változás nagyságát a *folyónövedék* fejezi ki. (Az alakszámra és a törzsszámra nézve azonban ezt az elnevezést nem szoktuk alkalmazni.) Ha a folyónövedéket osztjuk annak a korszaknak években kifejezett hosszával, amely alatt a növedék létrejött, kapjuk az illető korszakra eső átlagnövedéket.

A gyakorlat szempontjából a legfontosabb a fatömeg növedéke, az alábbiakban tehát főleg ezzel fogunk foglalkozni, mégpedig, amint azt eddig tettük, az egykorú szálerdőre és a sarjerdőre vonatkozólag.

Mielőtt a növedék természetével behatóbban foglalkoznánk, vázoljuk mégegyszer magunk elé a faállomány fejlődésének a képét. Errevonatkozólag *Vanselow* munkájában (44. lap) közölt függvényábrát mutatjuk be. A 167. ábrán a legfelső görbe az összes vastagfatermésre vonatkozik.[1] A középső folytonos görbe a fa-



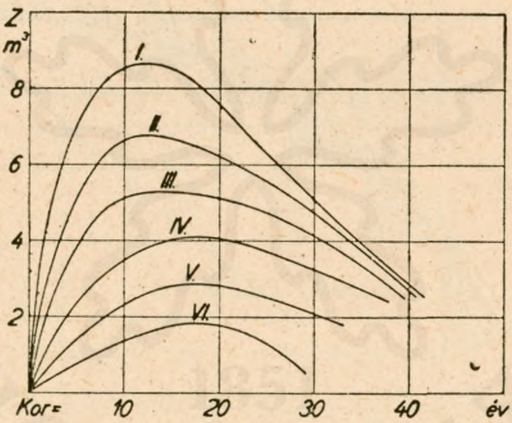
167. ábra. A faállomány vastagfatömegének fejlődésmenete (*Vanselov* művéből). Legfelső görbe : a vastagfatermés összege (a faállomány keletkezésétől kezdve). Középső görbe : a visszamaradó főállomány fatömege. Alsó görbe : A 120 éves végállomány multbéli fejlődése. Vonalazott idomok : a 10 éves korszaki folyónövedékek; mégpedig azok függőlegesen vonalazott részei : a gyérítési fatömegek, a vízszintesen vonalazott részek : a folyónövedéknek a főállományban maradó része

[1] V. ö. a 486. lapon lévő 125. ábrával.

állomány vastagfatömegét ábrázolja a kor függvényeképpen. A legalsó görbe pedig azt szemlélteti, hogy a 120 éves korban meglévő faállomány (végállomány) fatömege hogyan növekedett a multban. Látjuk, hogy a fiatalabb korokban a faállománynak csak kis töredéke esett erre az állományrészre. Az alsó és a középső görbe közé eső csík mutatja a mindenkori faállomány és a végállomány fatömege közötti különbséget. Ezt a német «Füllbestandnak» (töltelékállomány) nevezi. Megfelelőbbnek látszik a *különbözeti állomány* elnevezés.

A vonalkázott háromszögek a korszaki növedéket jelentik, mégpedig a függőleges vonalozás a mellékállomány (gyérítési) fatömegét, a vízszintes vonalozású háromszögek pedig a növedéknek a visszamaradó faálllományra eső részét.

Lássuk most, hogy a különböző termőhelyeken létrejövő fatömegnövedékek milyen futásúak önmagukban s milyen vonatkozásban vannak egymással. Szolgáljanak mintául a hazai akác növedékgörbéi (168. ábra).

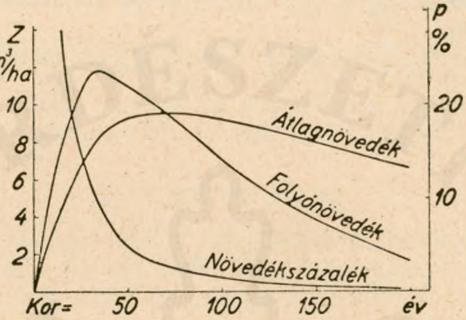


168. ábra. Az akác sarjerdő összesfa folyónövedéke 1 kat. holdon

A folyónövedék futását a hirtelen emelkedés, korai delelés s utána lassúbb, harangalakú esés jellemzi. A termőhely rosszabbodásával természetesen a növedék is csökken. De megfigyelhetjük azt is, hogy a jobb termőhelyen a delelés (kulmináció) hamarább következik be, mint a rosszabbakon. A csúcsérték korszerinti helye a termőhely gyengülésével hátrább tolódik el.

A folyónövedék görbéje a fafaj szerint más és más, de az előbb említett szabály általános érvényű.

A folyónövedék és az átlagnövedék egymáshoz való viszonyát, valamint a növedékszázalékot a hazai tölgy összes fatömegére vonatkozólag a 169. ábra mutatja be. Megállapíthatjuk, hogy az átlagnövedék később delel mint a folyónövedék, s hogy ez a delelés arra az időpontra esik, amikor a két görbe keresztezi egymást. Ez előtt a kor előtt a folyónövedék mindig nagyobb, utána pedig kisebb, mint az átlagnövedéké. Hogy ennek így kell lennie, az a következőképpen bizonyítható.



169. ábra. A folyónövedék, az átlagnövedék és a növedékszázalék változása a korral (tölgy összesfatömeg)

A 170. ábrán a folytonos, vastagon rajzolt görbe a tölgy I. termőhelyének 1 hektárján álló összesfatömeget ábrázolja a kor függvényeképpen. Tudjuk, hogy ez a nyújtott *S* alak általában jellemző a fatömeggörbe futására s ezért a bizonyításhoz bármely más fafaj és termőhely adatai alkalmasak volnának.

Húzzunk ehhez a görbéhez három egyenest, úgy mint az az ábrán látható. Az egyenesek metszési pontjainak megfelelő rendszálakat (fatömeget) jelöljük V_1, V_2, V_3-mal, a metszékeket (korokat) A_1, A_2, A_3-mal. Az egyenesnek a fekvő tengellyel bezárt szöge: α, β és γ.

A fatömeg osztva a korral, adja az átlagnövedéket (Θ) tehát

$$(1)\quad \Theta_1 = \frac{V_1}{A_1} = tg\alpha\,; \qquad (2)\quad \Theta_2 = \frac{V_2}{A_2} = tg\beta\,; \qquad (3)\quad \Theta_3 = \frac{V_3}{A_3} = tg\gamma$$

Az ábrából kitűnik, hogy

$$\alpha < \beta > \gamma$$

tehát éppenígy:

$$tg\alpha < tg\beta > tg\gamma$$

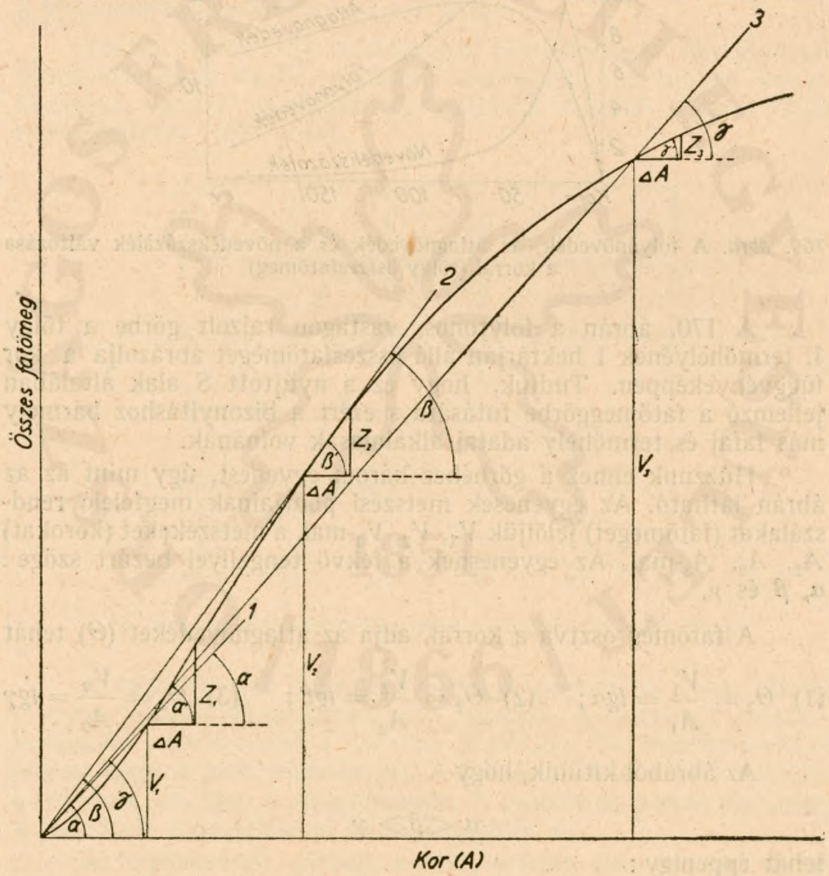
és az 1—3 egyenlet alapján:

$$\Theta_1 < \Theta_2 > \Theta_3.$$

A legnagyobb átlagnövedék tehát a 2. egyenesnek felel meg, azaz az átlagnövedék abban a korban a legnagyobb (akkor delel), amelyikre nézve a kezdőponttól a fatömeggörbéhez húzott egyenes: a görbe *érintője*. Ez a görbe domború részének áthajlási (inflexiós) pontja.

A *folyónövedéket* az idő *elemi* részére vonatkoztatva a rajzban Z_1, Z_2, Z_3 jelöli.

Az a szög, melyet a görbe elemi része zár be a fekvőtengellyel: α_1, β_1 és γ_1.



170. ábra. Magyarázat a szövegben

Ha feltesszük, hogy $\Delta_A = 1$ év, akkor

$$Z_1 = tg\alpha', Z_2 = tg\beta' \text{ és } Z_3 = tg\gamma'$$

A rajz szemléletéből az is kitűnik, hogy

$$\alpha' > \alpha, \quad \beta' = \beta \text{ és } \gamma' < \gamma$$

s ugyanúgy:

$$tg\alpha' > tg\alpha, tg\beta' = tg\beta, tg\gamma' < tg\gamma$$

azaz

$$Z_1 > \Theta_1, Z_2 = \Theta_2, Z_3 < \Theta_3.$$

Ezzel a fentebbi tételek helyességét mennyiségtani úton is bebizonyítottuk, tehát általános érvénnyel megállapítható, hogy: *az átlagnövedék delelési pontján az átlagnövedék egyenlő a folyónövedékkel, ez előtt az időpont előtt a folyónövedék nagyobb, utána kisebb, mint az átlagnövedék.*

b) *A gyérítés hatása*

Erről voltaképpen már a fatermésről szóló részben megemlékeztünk (559. lap). Az ott mondottak a növedékkel is szoros összefüggésben vannak. Tudjuk már, hogy a különböző fokú gyérítések az összes fatermésben nem okoznak nagyobb eltéréseket. Az eddigi megfigyelések azt bizonyítják, hogy csak a túlságosan sűrű állás jár némi össznövedékcsökkenéssel a rendszeres gyérítéssel szemben, s ennek ellenkezője: a vigályos gazdaság is csökkenti az összes fatermést, azaz a faállomány egész élettartama alatt keletkezett növedékek összegét.

Ha azonban az *értéknövedék* szempontjából ítéljük meg a dolgot, az erős gyérítés és a vigályító vágások alkalmazása, ha azokat a kellő szakszerűséggel hajtjuk végre, előnyös lehet, még ha egészbenvéve a fatermés csökkenésével jár is. Ha tehát a gyérítésekkel és vigályításokkal a jónövésű, értékes faegyedeknek hosszú időn át kedvezünk, elérhetjük azt, hogy azoknak a minőségi javulása az egész faállományra nézve mintegy 10%-os értékgyarapodást eredményez a régebbi rendszerű gyérítésekkel szemben. *Vanselow* véleménye szerint a fiatal korban kezdett és tervszerűen folytatott állományápolással, legalább a tölgyesekben és bükkösökben, ilyen módon 15%-ig terjedhető értékgyarapodást is el lehet érni.

4. A vegyeskorú és az elegyes faállományok fejlődése

A fentebbiekben csak az egyesfa és az elegyetlen, egykorú szálerdő és sarjerdő faterméstanával foglalkoztunk. Azok a megállapítások, amelyek az egykorú szálerdőre vonatkoznak, többé-kevésbbé a természetes felújulásból keletkezett, vegyeskorú szálerdőre is érvényesek. Mert, ha az ilyen faállomány törzsei korra nézve 10—20 vagy esetleg még több évvel különböznek is egymástól, az ebből származó alak- és méretbeli eltérések hatása az idősebb korban már nem érezhető, s a faállomány szerkezete nagyjából megfelel az egykorú erdőnek. Azért azokra is éppenúgy alkalmazhatjuk a fatermési táblákat, mintha egykorúak volnának.

A másik kérdés az, hogy az elegyes faállományok fejlődése is azonos-e az elegyetlenekével? S hogy azok a fatermestani tételek, amelyeket fentebb megállapítottunk, érvényesek-e fafajra elegyes állományokra is?

Errevonatkozólag már nem lehet olyan biztos feleletet adni, mint az elegyetlen faállományra nézve lehetett. Mert ehhez hiányzik az a megbízható alap, amelyen az összehasonlítás megtörténhetik: a fatermési tábla. Nyilvánvaló, hogy minden elképzelhető elegyedési arányra fatermési táblát készíteni, még a közönségesebb fafajok számára sem lehet.

Néhány ilyen fatermési táblánk mégis van (lásd *Vanselowot*) s azokból vonhatunk le egyes következtetéseket, de még hosszú időre van szükség amíg a megfigyelések annyi adatot halmoznak össze, hogy azokból általános érvényű törvényszerűségek legyenek megállapíthatók.

Christmann a tölgy és bükk elegyére készített fatermési táblákat a legjobb termőhelyre (L. *Wiedemann* ismertetését az irodalom jegyzékében). Eszerint a tölgy törzsszáma a korral rohamosan fogy. A gazdálkodás célja itt nyilván mennél értékesebb tölgy törzseket nevelni, ha számra nézve keveset is. A bükkös rész, mint segédállomány részben szintén ennek a célnak a szolgálatában áll. A tölgy magassági növekedése olyan, mint az elegyetlen állományban. A középátmérője kissé gyengébb. Kezdetben a bükk körlapösszege jóval nagyobb a tölgyénél, később azonban az utóbbi felülkerekedik. Az elegyes erdő fakészlete nagyobb az elegyetlen tölgyesénél, de kisebb az elegyetlen bükkösénél. Az előhasználati fatömegek a tiszta tölgyesét sokkal, az elegyetlen bükkösét kevéssel felülmulják. Az összes fatermés csaknem akkora, mint az elegyetlen bükkösé, de valamelyes meglepő többletről nem lehet szó.

Kétségtelen azonban, hogy erdőművelési szempontból az elegyítés kedvező s az összes eredmény kedvezőbb, mintha ugyanazon a területen elegyetlen tölgyeseket és bükkösöket tenyésztenénk.

Bonnemann (lásd az irodalmi jegyzéket) az erdeifenyő és bükk elegyéből álló faállományról közöl fatermési adatokat. A bükk eleinte itt is csak mint segédállomány vesz részt az elegyes erdő életében, később azonban, az erdeifenyő vigályítása után erős fejlődésnek indul, és betölti a keletkezett hézagokat. Az erdeifenyő vastagfatömege a 60 éves korig mintegy 260 m³-re emelkedik, s aztán (a kevésbbé jó törzsek állandó eltávolítása következtében) megállapodik ezen a szinten. A bükk fatömege ellenben folytonosan emelkedik s a 180 éves korban felülmúlja az erdeifenyőt. Az összes fatermést illetőleg az elegyes erdő a 120. évig 12%-kal, a 160. évig 27%-kal többet ad az elegyetlen erdeifenyvesnél, s ha a fenyő és a bükk körlapösszege arányában kiszámítjuk az elegyetlen faállományra a két fafajra eső összes fatermést, annak az összegénél is nagyobb az elegyes erdő fatermési teljesítménye.

De bármennyire kétségtelenek — mondja *Vanselow* — az elegyes erdő erdőművelési előnyei, eredményszámítási szempontból mégsem lehet annak határozott előnyét bebizonyítottnak látni, különösen ha az erdeifenyő szelvényárura alkalmas anyagot nem szolgáltat. Ekkor az a magas vágásforduló (140—180 év), mely a többtermelés érvényesülése szempontjából szükséges, gazdaságilag semmiképpen sem okolható meg.

Wiedmann szerint a luc és bükk elegyéből álló erdő sem fatömeg, sem érték, sem növedék tekintetében nem veheti fel a versenyt az elegyetlen állományok teljesítményével (tetemesen mögöttük marad). *Dietrich* csak kevéssel kedvezőbb eredményhez jutott.

Az erdeifenyő és lucfenyő elegyéből álló erdővel (I. th.) ismét *Christmann* foglalkozott. A főcél értékes erdeifenyőtörzsek nevelése volt, tehát itt a lucfenyves volt a segédállomány. Az összes fatermés az elegyetlen erdeifenyő I. termőhelye és az elegyetlen lucos II. termőhelye közé esett, tehát nagyobb volt mint a tiszta erdeifenyvesé. Ugyanígy van az értéktermeléssel is. A lucra nézve ilyen előny nem mutatható ki.

A luc- és a jegenyefenyő elegyes állományaira vonatkozólag még hiányoznak a részletesebb összehasonlító vizsgálatok. Az eddigiek csak arra mutatnak, hogy az elegyes állományoknak a tiszta lúcosokkal szemben fatermésbeli előnyeik vannak.

A kőris- és bükk elegyítése a fatömeget nem növeli, csak az értékhozadékot. A vörösfenyő és bükk elegye mind a fatömeg, mind az értéktermelés szempontjából sokkal előnyösebb a tiszta bükkösöknél.

5. A szálalóerdő fatermése és növekedése

(Nagyobbára *Vanselow* és *Flury* nyomán)

A szálalóerdőgazdaság Közép-Európában csaknem egyedül a jegenye- és lucfenyő, illetőleg a jegenye, luc, bükk elegyéből álló erdőkre szorítkozik.

A szálalóerdő tudvalevőleg korra nézve igen kevert erdőalak. Megtaláljuk benne (legalább elméletileg) az összes korfokot, a legfiatalabbtól kezdve a legidősebbig. A legöregebb faegyedek 160—

200 évesek is lehetnek. Minthogy azonban a kort külső szemléletre megállapítani nem lehet, a korosztályokat vastagsági osztályokkal helyettesítik. Svájcban a következő vastagsági osztályok szokásosak:

1.	vastagsági osztály	8—14 cm
2.	« «	16—24 «
3.	« «	26—36 «
4.	« «	38—50 «
5.	« «	52—70 «
6.	« «	70 cm-en felül.

Az osztályok határértékeinek ilyen mesterséges megszabása csak gyakorlati célokat szolgálhat, a vastagodás természetes menetével azonban nincs összefüggésben.

Ha az egyes vastagsági fokokra eső törzsszámot függvényábrásan szemléltetjük, eleinte gyorsan eső, azután ellaposodó, homorú görbét kapunk. Ez hasonlít az őserdő törzsszámösszetételének a görbéjéhez (101. rajz a 321. lapon). Ez a törvényszerűség előbb-utóbb minden olyan szálalóerdőben érvényre kell hogy jusson, amelyet hosszabb időn át céltudatosan igyekeznek közelebb hozni a hozadék és a növedék kölcsönös egyensúlyi állapotához.

A fatermés a szálalóerdőben is éppenúgy függ a termőhelyi viszonyoktól, mint az egykorú erdőben. A jobb termőhelyen nagyobb a fatömeg és a növedék, mint a rosszabbon. A területegységre eső törzsek száma ellenben (legalábbis az erősebb vastagsági osztályokban) fordított arányban van a termőhelyi jósággal.

A szálalóerdő *Vanselow* szerint törzsszámban szegényebb, mint az egykorú szálerdő. A hegységi, elegyetlen lucosoknak az 1 hektárra eső 1160-as (I. th.) és 1300-as (III. th.) törzsszámával ellentétben a szálalóerdő törzsszáma csak 450, ill. 700[1]. A szálalóerdő tehát ebben a tekintetben a vigályos gazdaság jellegét viseli magán.

A magasságok a kevertkorúság következtében természetesen szintén igen különbözők. A néhány centiméteres csemetétől a 20—30 m-es szálfáig minden átmenetet megtalálhatunk a szálalóerdőben. A fiatalabb rész többnyire el van nyomva, de annál szabadabb állásúak a vastagabb törzsek koronái. A szálalóerdő mennyezete a legszeszélyesebb változatosságot mutatja s ez a szabálytalanul hullámos felület merőben elüt az egykorú erdőnek egyszíntbe eső mennyezetétől. Az erősen gyűrött felszín az előbbinél sokkal nagyobb asszimiláló réteget ad, tehát a légköri tenyészeti tényezők jobb kihasználását teszi lehetségessé.

A szálalóerdő és az egykorú szálerdő *átlagos* fatömege között nincs lényegesebb különbség. Képzeljünk egy olyan üzemosztályt,

[1] Ebben azonban a 8 cm-nél vékonyabb fák nincsenek benne. Ezeknek a száma igen nagy lehet.

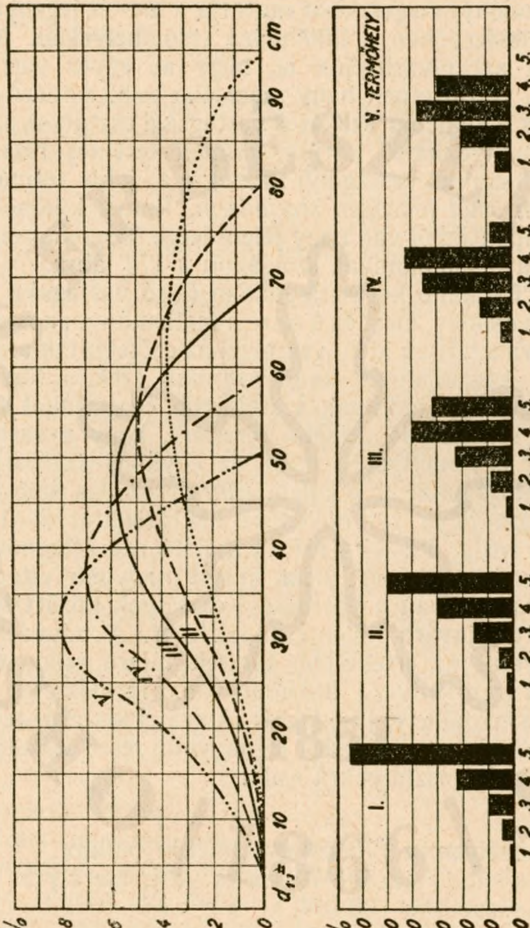
amelyben minden korfok képviselve van egy-egy kat. holdon, az 1 évestől a 100 évesig. Ha ezek fatömegét összeadjuk s elosztjuk 100-zal, megkapjuk az 1 kat. holdra eső átlagos fatömeget. Ez nagyjából megfelel az olyan szálalóerdő holdankénti fatömegének, amelyik hasonló termőhelyen áll (Vanselow, 91. l.).

A 171. rajz (*Flury* 1929. évi művéből) az összesfatömeg vastagság szerinti, eszményi megoszlását mutatja a luc- és jegenyefenyő elegyéből álló szálalóerdőben a különböző termőhelyeken. A felső ábra rendszálairól azt olvashatjuk le, hogy az egyes vastagsági fokokra a meglevő fakészletnek hány százaléka esik. Az alsó ábrán pedig a fatömegnek a Svájcban szokásos vastagsági osztályok szerinti megoszlása tanulmányozható. Látjuk, milyen tetemes része esik a fatömegnek az 50 cm-nél vastagabb törzsekre a jobb termőhelyeken. *A szálalóüzem tehát főképpen szerfaüzem.* Ennek különösen az értéktermelés szempontjából van nagy jelentősége. Összehasonlításul a 120 éves egykorú faállománnyal, szolgáljon a 172. ábra.

A *növedék* a fiatalabb korosztályokban (alsó vastagsági osztályokban) általában csekély, mert ez a része a faállománynak nagyobbrészt el van nyomva s hosszú ideig vesztegel az erősebb fák árnyékában. A fokozatos felszabadulás során azonban ezek a törzsek is erőteljesebb növekvésnek indulnak s szélesebb évgyűrűket fejlesztenek. Jellemző a szálalóerdő idősebb törzseire, hogy a vastagsági növedékük sokkal egyenletesebb, mint az egykorú szálerdő fáié. Műszaki használhatóságukat ez is emeli. *Flury* szerint a jobb termőhelyeken a vastagfa folyó évi növedéke hektáronkint 8—13 m³, a IV. és V. th.-en pedig 4·2—4·4 m³. A szálalóerdő átlagnövedéke az egykorú szálerdőéhez képest nem mutat nagyobb eltérést, a növedék *megoszlása* azonban a vastagsági osztályok között határozottan a szálalóerdő javára billenti a mérleget. A növedék igen tetemes része ugyanis az értékesebb törzsek tájára esik, tehát a *minőségi* javulásra igen kedvező hatással van. Természetes összefüggésben van ez a termőhelyi jósággal is. A svájci kísérleti területeken azt tapasztalták, hogy a növedék legnagyobb része százalékosan a következő vastagsági osztályokra esik:

az I. termőhelyen a 70 cm-es átmérőn felülire.
a II. « az 52—70 cm-es vast. osztályra.
a III. « a 38—50 « « «
a IV. « a 26—36 « « «
az V. « a 8—14 és 16—34 cm-es vast. osztályokra.

A növedékszázalék általában igen szeszélyesen változó, de az erősebb vastagsági osztályok felé — a megszokott törvényszerűségnek megfelelően — általában esik. Azoknak a koroknak, illetőleg vastagságoknak a táján azonban, amelyeken túl az egykorú állomány további fenntartása már nem gazdaságos, a szálalóerdő növedékszázaléka még mindig olyan nagy, hogy ennek az erőteljes növekvésnek a kihasználása eredményszámítási szempontból megokolt.

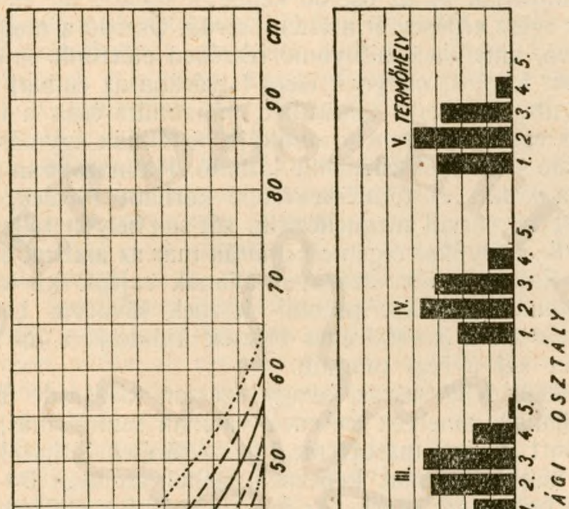


171. ábra. Az összesfatömeg százalékos megoszlása a szállerdőben, a mellmagassági átmérő szerint (*Flzury*). Az alsó ábra ugyanazt mutatja, vastagsági osztályok szerint. Ezek: *1*: 8—14 cm, *2*: 16—24 cm, *3*: 26—30 cm, *4*: 30—50 cm, *5*: 50 cm-en felül

Természetes az is, hogy a szálalóerdőben a fő- és mellékállomány, a vég- és az előhasználat megkülönböztetése elesik. Minden használat: főhasználat. A vágásforduló összeesik a *visszatérési idővel.* Ez lehet 5—10 év, vagy, ha a használat minden évben az egész üzemosztályra kiterjed: 1 év. A vágáskor helyébe a vágási vastagság lép.

6. Az őserdő

Az őserdő korbeli és vastagsági összetételéről már a 320. lapon megemlékeztünk. Tudjuk, hogy az őserdőben a legfiatalabb faegyedektől a legidősebbekig s a legvékonyabbaktól a legvastagabbakig



172. *ábra.* Az összesfatömeg százalékos megoszlása az egykorú szálerdőben

minden átmenetet megtalálunk egy és ugyanazon a területen. A 101. rajz pedig azt mutatja (ezrelékekben), hogy az ungmegyei ősbükkösökben hogyan oszlik meg a törzsszám a vastagság szerint. (321. l.).

Az őserdőalakkal több hazai szerző is foglalkozott, akiknek megállapításai a külföldiekével sok tekintetben megegyeznek. Több ilyen forrásmunkát nevez meg *Földváry Miksa* az Erdészeti Lapok 1933. évi kötetében.[1] Ezek sok kérdést tisztáznak. Igen figyelemreméltók ezenkívül *Muzsnay Géza* közleményei is.[2] Az utóbbiakból idézem szószerint az alábbi kivonatos sorokat, amelyek jellemzően mutatják be az őserdő képét:

»... az egész erdőség érintetlen őserdő. Őserdő a maga eredeti szűziességében, amelynek túlnyomó részében előttünk ember talán soha meg sem fordult, melynek élete folyásába az emberi kéz soha bele nem nyúlt. Bármerre tekintünk, mindenütt csak a természet rombolása és egyúttal teremtő munkája, a fáknak egymással és az elemekkel való szüntelen küzdelme látható. Halmazakban hevernek mindenfelé a kidült és többé-kevésbbé korhadt törzsek, amelyek a járás-kelést rendkívül megnehezítik, sőt sok helyen teljesen lehetetlenné teszik. Helyüket régen elfoglalták már az alattuk előzetesen megtelepült fiatalabb fák, százával állanak rajtuk kis csemeték, melyek majdan emezeket pótolni lesznek hivatva. Unokák és dédunokák várják a 3—400 éves törzsek kidülését s ha kidültek, legott új élet kél a régi romjain.

Helyenként félig száraz, avagy egészen kiszáradt fák és facsoportok állanak, amelyek életének valóban semmi más, csak az öregség szabott határt, másutt megint széltörések láthatók, melyek néhol csak kisebb foltokat képeznek, néhol azonban 30—40, sőt száz és több holdra terjednek. Az ilyen nagyobb széltörések helyén tisztások keletkeznek, ezek azonban néhány évtized alatt megint bevetődnek. Ilyen körülmények között jöhettek létre az itt-ott látható, nagyobb kiterjedésű, teljesen egyenlőkorúnak látszó állabrészek«.

Majd így folytatja Muzsnay:

»Azt hiszem, nem tévedek, ha magamból indulva ki, feltételezem, hogy a legtöbben azok közül, akik őserdőt nem láttak, helytelen képet alkotnak erről maguknak. Mint magam is azelőtt, bizonyára a legtöbben olyannak képzelik, mint a szálalva kezelt erdők szoktak kinézni, amelyekben már az első pillanatra is szemünkbe tűnnek a különböző korfokozatok. És ilyennek képzelhetik sokan talán fenti leírásom olvasása után is. Pedig az imént leírt őserdők, egyes részletektől eltekintve, egészbenvéve eléggé jó (mintegy 0·7—0·8) zárlatú, koros erdő képét mutatják, amelyben a szálalva kezelt erdőket jellemző fiatal korosztályok alig tűnnek fel inkább, mint

[1] Őserdő-rezervációk az Északkeleti Kárpátokban.

[2] A romániai őserdőkről (Erd. Lapok, 1899, 127. lap és: Néhány szó az őserdőkről (Erd. Lapok 1933, 119. lap).

más koros erdőkben. És ezt egészen természetesnek is kell találnunk, ha figyelembe vesszük, hogy az őserdőket 1—400 és több éves fák alkotják s ennélfogva a fiatal korosztályok, a vastagabb méretű egyedekből álló idősebb korosztályokhoz képest, aránylag jelentéktelen területet foglalhatnak el, s úgyszólván csak mellékállabszámba vehetők.«

»Hogy ez tisztán álljon előttünk, képzeljünk el egy szálerdőt, melynél a vágásforduló 120 év s állítsunk melléje képzeletben egy olyan szálaló erdőt, amelynek a korszerinti összetétele 400 éves vágásfordulónak felel meg. Amíg amannál a 60 évesnél fiatalabb faegyedek a területnek felét foglalják el, addig az utóbbiaknál ezekre csak 15% esik a területből.«

»Igen természetes, hogy a vastagabb törzsek által képezett főállab egyedei úgy vastagság, mint magasság tekintetében egymástól nagyobb eltérést mutatnak, mint pl. a nálunk is elég gyakran előforduló 150—200 éves állabokéi, már csak azért is, mert ezekben hiányzanak avagy csak elvétve fordulnak elő olyan faóriások, aminők az őserdőkben mindenfelé jelentékeny számmal láthatók. A különbség mindazonáltal nem olyan nagy, mint első pillantásra vélnők, mert a fáknak egymással való küzdelmében az egyes fák méretei között az eltérések bizonyos mértékig kiegyenlítődnek . . . és tekintet nélkül korukra, azok a törzsek válnak ki növésükben társaik közül, amelyek részére nagyobb tér, több világosság jut. Így pl. találtam kisebb záródás mellet felnőtt 70 éves lúcfenyőt 55 cm mellmagassági átmérővel és 40 m hosszúsággal s viszont túlságos sűrű záródás mellett, ugyanolyan termőhelyen nem egy 200—250 éves lúcfenyőre akadtam, amelynek átmérője mellmagasságban a 30 cm-t sem ütötte meg.«

»A fatömegbecsléseknél döntött 30—40 cm mellmag. átmérővel bíró 46 luc- és jegenyefenyő átlagtörzsnek, illetőleg az ezekével egyenlő termőhelyen s legtöbbnyire közvetlenül ezek szomszédságában döntött 44 darab 50—60 cm-es fenyőátlagtörzsnek a kora ugyanis feljegyzéseim szerint a következő volt:

a 30—34 cm-es törzsek közül:			az 50—60 cm-es törzsek közül:		
70—100	éves	10 db	80—100	éves	3 db
101—150	«	14 «	101—150	«	4 «
151—200	«	11 «	151—200	«	15 «
201—250	«	10 «	201—250	«	11 «
315	«	1 «	251—300	«	6 «
			301—350	«	1 «
			351—400	«	4 «
Összesen:		46 db	Összesen:		44 db

»Eszerint a korkülönbség a 30—40 cm mellmag. átmérőjű törzseknél — figyelmen kívül hagyva az egyetlen 300 éven felüli

37*

törzset — 180 év volt, az 50—60 cm-es törzseknél pedig a 300 évet is meghaladta.«

»... nagy területeket véve alapul, előfordulnak ugyan az őserdőkben is kisebb-nagyobb egyenlő, vagy közel egyenlőkorú fiatalabb részletek, általában azok eléggé józáródású koros erdő képét mutatják. Habár bennük a korbeli átalakulás folytonos és ennek az eredményeként a legkülönbözőbb korú törzsek találhatók egymás mellett (egyenként vagy csoportokban), külső kinézésük korántsem emlékeztet a szálaló erdőre. Egyrészt, mert a fiatal korosztályok aránylag kis területet foglalnak el, másrészt, mert a középkorú és korosabb törzsek között a korbeli különbségek a fák vastagságában nem nyilvánulnak meg olyan élesen, mint azt gondolnók.«

»A többitől eltérő jellegű, egyenlő, avagy közel egyenlőkorú részletek jelentékenyebb kiterjedésben úgyszólván kizárólag csak a széltörések helyén keletkeztek. Ilyen helyeken találunk tisztásokat, egyenlő vagy közel egyenlőkorú fiatalosokat, avagy középkorú, egyenletes kinézésű faállományokat, sőt tisztán évszázados, hatalmas törzsekből álló faállományokat is, mely utóbbiak természetesen az évszázadokkal ezelőtt keletkezett széltörések helyét foglalják el.«

Mauve szerint[1] a luc-jegenye-bükk elegyéből álló őserdő legidősebb fái 300—500 évesek, a 7 cm-nél vastagabb törzsek száma hektáronként 400—600. Az elegyedés módja rendszerint csoportos vagy csapatos, elszórtan álló kőrissel, szillel, hegyijuharral, rezgőnyárral, nyírrel, kecskefűzzel, égerrel. Az évgyűrűk kezdetben (az erős beárnyalás ideje alatt) igen sűrűek, később nagyobbára egyenletesek.

Az 1 hektárra eső fatömegek nagyobbak mint a szálalóerdőié[2] s 600 és 1200 m³ körül mozognak. A vastagság szerinti törzsszámmegoszlás hasonlít a szálalóerdőéhez. Érték tekintetében azonban az őserdő nem versenyezhet vele, mert sok benne az elterebélyesedett, rossz növésű, műszaki szempontból csekélyebb értékű törzs.

C) A fatermestan irodalma

a) Fatermési táblák[3]

α Az akácra

Coburg erdőrendezősége: Akác-fatermési táblák sarjerdőre. Jolsva, 1887.

Fekete Zoltán: Akác-fatermési táblák a Magyar Alföld számára. Sopron, 1937. (Szál- és sarjerdőre.)

F. Korsuň: Taxační tabulky pro akát (Lesnická práce. 1947. 395. lap)

[1] Über Bestandesaufbau stb. im galizischen Karpathen-Urwald (Mitteilungen aus Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft 1931).

[2] Ez érthető, mert hiszen az átlagos kor is jóval nagyobb.

[3] A fafajok betűszerinti sorrendben következnek.

β A bükkre :

F. Baur: Die Rotbuche in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Berlin, 1881.

K. Wimmenauer: Wachstum und Ertrag der Rothbuche in Oberhessen. Grünberg, 1893.

K. Schuberg: Aus deutschen Forsten, II. die Rothbuche, Tübingen, 1894.

Schütz: Wachstum und Ertrag der Rothbuche in Hessen. Giessen, 1897.

Eberhard: Ertragsuntersuchungen in Buchenbeständen. (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1899.)

F. Grundner: Untersuchungen im Buchenhochwalde über Wachstumsgang und Massenertrag, Berlin, 1904.

Ph. Flury: Ertragstafeln für die Fichte und Buche der Schweiz. (Mitteilungen der schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich, 1907.)

A. Schwappach: Die Rotbuche, Neudamm, 1911.

K. Wimmenauer: Ertragstafeln für Buchenhochwald bei starker und freier Durchforstung. (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1911.)

E. Gehrhardt: Eine neue Buchen-Ertragstafel an Stelle meiner Tafeln von 1909. und 1924. (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1930, 41. lap.)

E. Wiedemann: Die Rotbuche Hannover, 1932.

γ Az égerre :

A. Schwappach: Untersuchungen über Zuwachs und Form der Schwarzerle. Neudamm, 1902.

δ Az erdeifenyőre :

W. Weise: Ertragstafeln für die Kiefer. Berlin, 1880.

A. Schwappach: Neuere Untersuchungen über Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. Berlin, 1896 ill. 1904.

Vorkampff—Laue: Versuch einer Aufstellung von Kiefern-Ertragstafeln für das Grossherzogtum Hessen. Giessen, 1904.

A. Schwappach: Die Kiefer. Neudamm, 1908.

K. Wimmenauer: Ertragstafeln für Kiefern im Lichtungsbetrieb. (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1910.)

E. Gehrhardt: Kiefern-Ertragstafel für mittelstarke Durchforstung (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1921. és : für starke Durchforstung, ugyanott, 1927.).

W. Jedlinski: Alapvető tanulmányok az erdeifenyő fatermési és növedéktábláiról Lengyelországban (lengyel nyelven), Warszawa, 1932.

W. Plonszky: Tablice zasobności przyrostu drzewostanów Sosna. (Fatermési és növekvési táblák erdeifenyőre.) Warszawa, 1937.

ε A jegenyefenyőre :

T. v. Lorey: Ertragstafeln für die Weisstanne, Frankfurt, 1884 és 1897.

K. Schuberg: Aus deutschen Forsten I. Tübingen, 1888.

F. Eichhorn: Ertragstafeln für die Weisstanne, Berlin, 1902.

E. *Gehrhardt:* Tannen-Ertragstafeln (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1923.)

ς A lucfenyőre :

Baur: Die Fichte in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form. Stuttgart, 1876.

Lorey: Ertragstafeln für die Fichte. Frankfurt, 1889.

Schwappach: Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände. Berlin, 1890, és ugyanaz (in Preussen), Neudamm, 1902.

Fekete Lajos: A dobrócsi és karámi erdőgondnokságok lucfenyveseinek növekedési viszonyai a Vepor hegység északnyugati lejtőin (Erd. Lapok, 1898.).

Schiffel: Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände. — (Mittelungen am dem forstlichen Versuchswesen Österreichs) Wien, 1904.

Flury: Ertragstafeln für die Fichte und Buche der Schweiz. Zürich, 1907.

Normalertragstafeln für Fichtenbestände (Bearbeitet von der Herzoglich Braunschweigischen forstlichen Versuchsanstalt) Berlin, 1913.

Guttenberg: Wachstum und Ertrag der Fichte im Hochgebirge. Wien, 1915.

E. Gehrhardt: Fichtenertragstafeln für verschiedene Durchforstungsgrade (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1928.).

E. Wiedemann: Die Fichte, 1936. (Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Worstwissenschaft, 1937.)

η A tölgyre:

A. Schwappach: Untersuchungen über die Zuwachsleistungen von Eichen-Hochwaldbeständen in Preussen, Neudamm, 1905, és ennek második részeképpen 1920-ban ugyanaz a vigályos gazdaságra.

K. Wimmenauer: Ertragsuntersuchungen im Eichenhochwald (Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 1900 és 1913, az utóbbi vigályos gazdaságra.).

Béky Albert: Tölgy sarjerdő fatermési táblája (Erd. Lapok, 1908, Feistmantel nyomán.).

E. Gehrhardt: Eine neue Eichen-Ertragstafel (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1922.). Ez *Schwappach* és *Wimmenauer* fatermési tábláinak egyesítése (vigályos gazdaságra).

H. Zimmerle: Hilfzahlen zur Bonitierung, Vorrats- und Zuwachsschätzung in reinen Eichenbeständen (Mitteilungen der Württ. forstl. Versuchsanstalt 1930.).

Fekete Zoltán: Fatermési és faállományszerkezeti vizsgálatok a hazai tölgyesekben. Sopron, 1946.

ϑ Gyüjteményes munkák

R. Feistmantel: Allgemeine Waldbestandestafeln. Wien, 1854. Szál- és sarjerdőre, minden állományalkotó fafajra. 0,1—0,9 sűrűségű faállományokra átszámította és kibővítette *J. Weiss*, Wien, 1909.

Coburgi: erdőrendezőség: Fatermési táblák. Jolsva, 1886 és 1896. Minden állományalkotó fafajra, szálerdőre és sarjerdőre.

Bádeni pénzügyminisztérium: Hilfstabellen für Forsttaxatoren, Karlsruhe, 1924 és 1931 (bükk, tölgy, lúc-, erdei- és jegenyefenyő szálerdőre).

Schwappach: Ertragstafeln der wichtigsten Holzarten in tabellarischer und graphischer Form. Neudamm, 1912 és 1929.

Ilvessalo: Fatermési táblák erdeifenyő-, lucfenyő- és nyírállományokra, Finnország déli felén (finn nyelven). Acta Forestalia Fennica, 15. évf., Helsinki, 1920.

J. Eberhard: Tafeln zur Bonitierung und Ertragsbestimmung nach Mittelhöhen für Tanne, Fichte, Forche, Buche und Eiche. Langenbrand, 1930.

E. Gehrhardt: Ertragstafeln für reine und gleichaltrige Hochwaldbestände von Eiche, Buche, Tanne, Fichte, Kiefer, grüne Douglasie und Lärche, 2. kiadás. Hannover-Münden, 1930.

E. Wiedemann: Ertragstafeln für Buche (1931), Fichte (1936), Douglasie (1937), Hannover (1938). A porosz erd. kutatóintézet kiadványa.

b) Egyéb fatermestani tanulmányok

α Az Erdészeti Kísérletekben

Fekete Lajos: Tanulmány a lucfenyőtörzsek átlagos alaki és térfogati viszonyairól, a Vépor-hegységben felvett adatok alapján (1901).

Ugyanaz: Tanulmány az egykorú lúcfenyvesek növekvésének és átlagfájának viszonyairól, a Vépor-hegység elsőrendű termőhelyein, a dobrocsi és karámi erdőgondnokságok területén felvett adatok alapján (1902).

Ugyanaz: Szabályos, egykorú erdőkben keletkező mellékállomány meghatározásának egy módja (1903).

Ugyanaz: Előhaladás a lúcfenyő erdők vastagsági összetételének elméletében és az ú. n. mellékállomány kiválásának felfogásában (1909).

Bartha Ábel: A lucfenyőről (1906).

Ugyanaz: A lucfenyőről (1907).

Ugyanaz: Gyérítések (erdőlések), köbözőhosszak (1911).

Fekete Zoltán: Az erdészeti főiskolai növénykert Wellingtoniái. (1905).

Ugyanaz: Az óhegyi fatermési kísérleti terület (1913).

Magyar János: A fatermési táblák szerkesztésének alapkérdései (1940).

Kövessi Ferenc: A fák térfogati növekedésének törvénye (1906).

Ugyanaz: Néhány magyarázó megjegyzés »a fák térfogati növekedésének törvényéről« szóló tanulmányhoz (1910).

Rónai György: Lehet-e a fák és a faállományok növekedési és fatömeggörbéit gyakorlati szempontból alkalmazható matematikai képletbe foglalni? (1909).

Ugyanaz: Néhány szó a fák növekedési törvényéről s válasz dr. Kövessi Ferenc előző közleményére (1910).

Ugyanaz: A likavai erdőlési kísérletek eddigi eredményei (melléklet az Erdészeti Kísérletek 3. számához, 1914.).

Ugyanaz: A hazai fatermési táblák felállításának munkaterve (1916).

Roth Gyula és *Schmotzer Gyula:* A ritkítási növedékről (1929).

β Az Erdészeti Lapokban

Erdődi Adolf: A fatermési és növekvési táblákról, azok összeállítása és használata módjáról (1862).

Ugyanaz: A bródi határezred erdőségeinek leírása (szlavóniai bükk és tölgy fatermési táblákkal, 1866).

Bedő Albert: Miként ábrázolható a főfanemek növekvési menete (1872).

Belházy Emil: Az államerdőkben alkalmazandó erdőrendezési eljárás alapelveiről. (A 421—423. oldalon a helyi fatermési tábláról szól. 1876.)

Gelinek Tivadar: A fatörzsek ábrázolása és azok alakszámainak egyenletei (1876).

Schemmel Samu: Fatermési és növekvési táblák felállítása törzselemzések és közvetlenül kipuhatolt fatömegek alapján (1878).

Sz. H.: Újabb fatermési táblák 1887. (Ezek Danckelmann tábláiról szólnak).

Cs.: Egy cirbolyafenyő növekvési menetéről (1887).

Tavi Gusztáv: Néhány szó a fatermési táblákról (1890).

Arató Gy.: A tölgy és bükk növekedése elegyes állabokban (1892).

Fekete Lajos: A törzsek számának hatása a magasság, vastagság és fatömeg kifejlődésére szabályos állabokban (1894).

Ugyanaz: A folyó- és átlagnövedék közti viszony (1895).

Bund Károly: Lucfenyőre vonatkozó fatermési tábláink összehasonlítása (1898).

Fekete Lajos: A dobrócsi lúcfenyő fatermési táblák ügyében (1898).
Bund Károly: Még néhány szó a lucfenyő fatermési táblákról (1898).
Kiss Ferenc: A fák levélzetének figyelembevétele a termőhelyi osztályok becslésénél (1899).
Kövessi Ferenc: A fák térfogati növekedésének törvénye. 1906.
Fekete Lajos: Bartha Ábel III. cikke a lucfenyőről (1909).
Fekete Zoltán: Fatermési tábláink (1916).
Bund Károly: Egyszerű helyi fatermési táblák (1921).
Fekete Zoltán: A helyi fatermési táblák kérdéséhez (1922).
Ugyanaz: A vég-,és előhasználati fatömegek arányának megállapítása a helyi fatermési táblában (1923).
Schmidt Ernő: A fatermési táblák kérdéséhez (1923).
Fehér Dániel: A fák növekedésére vonatkozó újabb vizsgálatok (1925).
Kovács Ernő: A termőhelyi osztályozásokról (1933).
Fekete Zoltán: A sűrűség és záródás hatása az akácegyed fejlődésére (1938).
Ugyanaz: Erdőrendezési utasításunknak a fatermési táblákra vonatkozó rendelkezései (1938).
Magyar János: Egyszerű eljárás a termőhelyi osztályoknak arányos különbségekkel való alakítására (1938).
Magyar János: Az egykorú állomány fáinak az osztályozása (1940).
Kállay Árpád: Ötévi növekedés százalékának táblázata sarjerdők számára (1939).
Kovács Ernő: Az erdőlési kísérletek főbb fatermési eredményei (1939).
Niedermann Árpád: A geislingeni bükk erdőlési kísérletekről (1939).
Szeless István: Néhány állományalakunk gyérítési adatai (1940).
Magyar János: Az egykorú állományok felsőmagassága (1941).

γ A Magyar Erdészben

Hegedűs Béla: Jegyzetek a magyar fatermési táblák érdekében (1908)

δ Német munkák

G. Baader: Die wirtschaftliche, ertragskundliche und waldbauliche Bedeutung des Kiefernüberhaltbetriebes (Deutscher Forstverein, Jahresbericht, 1937).
Ugyanaz: Die Kiefernüberhaltbetrieb im Hessischen Forstamt Eberstadt (Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 1939).
Bonnemann: Der gleichaltrige Mischbestand von Kiefer und Buche (Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, 1939).
V. Dietrich: Beiträge zur Zuwachslehre (Silva, 1923).
Ugyanaz: Aus den Ergebnissen von Durchforstungsversuchen in Buchenbeständen (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1924 és 1925).
Ugyanaz: Untersuchungen in Mischwuchsbeständen (Mitteilungen der Württembergischen Forstlichen Wersuchsanstalt, Tübingen, 1928).
Ph. Flury: Über den Aufbau des Plenterwalds (Mittheilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, 1929. XV. köt. 2. füz. 305. lap.
Ph. Flury: Untersuchungen über den Lichtungsbetrieb an Bäumen und Beständen (Mitteilungen der Schweizerischen Zentralanstalt für das forstliche Versuchswesen, 1932).
Ugyanaz: Untersuchungen über die Wachstumsverhältnisse des Plenterwaldes (ugyanott, 1933).
A. v. Guttenberg: Vergleichung des Wachstumsganges der Buche, Fichte Tanne und Kiefer in gemischten Beständen des k. k. Ofenbacher Staatsforstes (Österreichische Vierteljahrsschrift für Forstwesen, 1885).

Ugyanaz : Die Formausbildung der Baumstämme (ugyanott, 1915).

Ugyanaz : Wachstum der Hauptholzarten des Wienerwaldes. (Ugyanott, 1915).

E. Grasmann : Beitrag zur Lehre vom Lichtungszuwachs im Besonderen bei Fichte, Kiefer und Tanne (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1890).

W. Hohenadl : Aufbau der Baumstämme (Forstwissenschaftliches Zentralblatt, 1924).

G. Jaroschenko: Zur Frage der Wachstumswelle der Waldbäume (Forstwissenschaftliches Zentralblatt, 1936).

H. Knuchel : Über Zuwachsschwankungen (Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 1933).

T. Lorey : Mischbestände aus Fichte und Buche (Allg. Forst- und Jagdzeitung 1902).

C. Metzger : Studien über den Aufbau der Bäume nach statischen Gesetzen (Mündener forstliche Hefte, 1894 és 1895).

Ugyanaz : Konstruktionsprinzip des sekundären Holzkörpers (Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft, 1908).

K. Mauve : Über Bestandesaufbau, Zuwachsverhältnisse und Verjüngung im galizischen Karpathen-Urwald (Mittheilungen aus Forstwirschaft und Forstwissenschaft, 1931).

W. Peschel : Die mathematischen Methoden zur Herleitung der Wachstumsgesetze von Baum und Bestand und die Ergebnisse ihrer Anwendung (Tharandter forstliches Jahrbuch, 1938).

A. Schiffel : Wuchgesetze normaler Fichtenbestände (Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, 1904).

Ugyanaz : Form und Inhalt der Fichte (Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, 1899).

R. Schober : Standort, Form und Rinde der Lärche (Mittheilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, 1939).

W. Tischendorf : Gesetzmässigkeit des Höhen- und Stärkenzuwachses unserer Nadelhölzer während ihrer Vollkraft (Centralblatt für das gesammte Forstwesen, 1925).

R. Trendelenburg : Das Holz als Rohstoff. München, 1939.

K. Vanselow : Die Wuchsformen der Kiefer in Deutschland (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1933 és 1934).

Ugyanaz : Der Einfluss des Überhalts auf Form und Masse der Kiefer. (Ugyanott, 1933).

Ugyanaz : Einführung in die forstliche Zuwachs- und Ertragslehre. Frankfurt a. M. 1941.

Wagener : Die Ergebnisse eines zwanzigjährigen Lichtwuchsbetriebes. (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1892.)

R. Weber : Lehrbuch der Forsteinrichtung mit besonderer Berücksichtigung der Zuwachsgesetze der Waldbäume. Berlin, 1891.

E. Wiedemann : Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes, 1924.

Ugyanaz : Die Rotbuche 1931. Hannover, 1932.

Ugyanaz : Eichen-Buchen-Mischbestände (Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 1931).

Ugyanaz : Untersuchungen der Preussischen Versuchsanstalt über Ertragstafelfragen (Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, 1939.

K. Wimmenauer : Zur Frage der Mischbestände (Allg. Forst- und Jagdzeitung, 1914).

Könyvünk címében a fatermestan *vázlatáról* van szó. Ezért a megadott keretben nem is foglalkozhatunk ezzel a tárggyal behatóbban. Így elhagyjuk többekközt a középerdő fatermestanát. Ezt az erdőalakot nálunk a rendszeres erdőgazdálkodás keretében nem, legfeljebb kivételesen találjuk meg, de egyebütt sem igen vált be. Úgyszintén nem tárgyaltuk az örökerdő fatermestanát sem. Ennek az erdőalaknak a szerkezeti jellemzékei nincsenek olyan határozott alakban kifejezve, hogy az összehasonlításon alapuló, számszerű megállapitásokra alkalmas lehetne. Ha azonban az eredeti elgondolások irányelveit betartjuk, az örökerdőnek is a rendes szálalóüzemhez kell elvezetnie. Erre pedig a fennebbiekben már kitértünk.

A vigályos erdőgazdaság is bővebb fejtegetést érdemelne, s kétségtelen, hogy a túltartás hatása, az örökerdő és az őserdő természetének tüzetes tanulmányozása, mind az érdekes kérdések egész tömegét vetné felszínre a szorosanvett fatermestan és az értéktermelés szempontjából is.

Végül nem bocsátkozhattunk mélyebben a választékarány kialakulásának a kérdéseibe sem. Kétségtelen, hogy több vonatkozásban ezek is bevonhatók a fatermestan körébe és gyakorlati jelentőségük is nagy, azonban bővebb tárgyalásuk, márcsak bonyolultságuk miatt is, túllépi a vázlatos ismertetés kereteit. Tehát errevonatkozólag is utalnunk kell a fennebb kivonatosan felsorolt forrásmunkákra.

N. P. Anucsin »Erdőbecslés« c. brosúrájának III. fejezete:

A vágásterület helyes értékbecslésének ellenőrzése[1]

Az ellenőrzés elemei

A vágásterület értékelését az erdőgazdaság szervei (erdészetek és erdőgazdaságok) végzik. A fatermelők e szerint az értékszámítás szerint fizetik a fa tőárát. Magától értetődik, hogy a termelők, mivel a tövön vásárolt fatömegért jelentős összegeket fizetnek,

[1] A brosúra akkor jutott a szerző kezéhez, mikor a könyv már teljesen sajtó alá rendezve várta a kiadását. Minthogy azonban azt a hiányt, amelyet a szovjet erdészeti irodalom termékeinek megszerzési nehézségei a multban okoztak, a szerző legalább némileg pótolni kívánta, felhasználta az alkalmat, hogy ezen a helyen közölje az értekezés tartalmát, a Mezőgazdasági Dokumentációs Központ szívességből átengedett, változatlan szövegü magyar fordításban.

A munka a sűrűség, elegyarány, fatömeg és érték egyszerű, gyors meghatározási módját ismerteti s a hazai gyakorlat szempontjából is feltétlenül figyelmet érdemel. Ezért kívánatos, hogy azt a magyar szakközönség is megismerje és megfelelő alakban alkalmazza. Ebben igyekezett a szerző a jó ügy szolgálatára lenni.

meggyőződni kívánnak a tőár helyes kiszámításáról. Ezért a termelők megszervezik a vágásterület helyes becslésének ellenőrzését.

A fentiekből kitűnik, hogy a vágásterület értékszámítása egyrészt a becsértéktől,[1] másrészt a vágásterületről kikerülő választékoktól függ.

Ezzel kapcsolatban a vágásterület kijelölésekor feltétlenül szükséges a vágásterület tőárövezetének és illetékkategóriájának helyes megállapítása. Víziszállítás esetén szükséges annak a megállapítása is, hogy az ilyen vidékekre megállapított árengedményt levonták-e.

Sokkal nehezebb feladat a vágásterület becslésének és a választékok helyes megállapításának az ellenőrzése, mert elkerülhetetlenül sok külső munkát vesz igénybe.

Mint ismeretes, a faállomány választékmegoszlásának megállapítását az erdészeti minisztérium szervei végzik, az előzetes általános számbavétel alapján. A választékmegoszlás helyességének ellenőrzéséhez szükséges volna, hogy a termelők a fákat újból megszámlálják és a választéktáblázatok alapján a választékokat újból megállapítsák.

Az ilyen kettős becslés szakemberek hiányában, államgazdasági szempontból aligha volna megokolt.

A gyakorlatban a termelők a vágásterület becslését nem szokták megismételni. A vágásterület helyes becslésének céljából a termelők szalagalakú próbatereken végzik az ellenőrzőbecslést. A felvételek eredményeinek megfelelően választéktáblázatok segítségével kiszámítják a választékok megoszlását és azt összeegyeztetik az adott vágásterületre nézve az erdőgazdaság által megállapított eredményekkel. Ha egy ilyen ellenőrzőbecslés megközelíti az állami erdőigazgatóság által megadott eredményeket, ez azt jelenti, hogy az erdőgazdaság a becslést helyesen hajtotta végre. Ha a két becslés között nagy eltérés mutatkozik, az újabb becslést az erdészeti minisztérium közegei kötelesek elvégezni.

Mivel a részletes becslés (minden fa számbavétele) sok külső és belső munkával jár, sokkal gyorsabb és kevésbbé terjedelmesebb becslési eljárásra van szükség.

Ilyen egyszerűsített becslési módszer a szembecslés. Ennek során természetesen nem lehet szó a választékmegoszlás pontos megállapításáról. Viszont a szembecslés minden nagyobb fáradság és eszközök nélkül lehetővé teszi a vágásterület tájékoztató értékének megállapítását, valamint azt, hogy a vágásterület becslésekor nem követtünk el durva hibát.

[1] Az egyes választékokra nézve övezetenként változik. Fordító megjegyzése.

Vizsgáljuk meg elsősorban a faállomány elegyarányának helyes megállapítását anélkül, hogy minden egyes törzset számbavennénk.

A faállomány elegyarányának ellenőrzése

Mint ismeretes, a faállomány elegyarányát egyes fafajok fatömegének az egész állomány fatömegéhez való százalékos viszonya alapján állapítjuk meg.[1]

A faállományt alkotó fafajoknak rendszerint különböző mellmagassági átmérőjük és különböző százalékos összetételük van, ez a faállomány elegyarányának megállapítását nagymértékben megnehezíti.

A feladat megoldását jelentősen megkönnyíti a faállomány elegyarányát feltüntető nomogramm (= vonalkép, lásd a mellékelt táblázatot).

A nomogramm használatához szükséges a becsülendő faállományt alkotó egyes fafajok átlagos mellmagassági átmérőjének és az összes törzsek darabszámának felvétele.

A becslő a hozzá legközelebb eső facsoportokban fafajonkint megszámlálja a fatörzseket, ezenkívül pedig a fafajok közötti elegyarányt is meg kell állapítania.

Például 15 fából erdeifenyő 4, lucfenyő 9, nyír 2, és így tovább. A fatörzsek megszámlálása a becslőhöz közel eső területen különösebb nehézségbe nem ütközik.

Az átlagos mellmagassági átmérő és a fatörzsek darabszámának alapján a nomogrammról leolvassuk a faállomány elegyarányát.

Az átlagos mellmagassági átmérők oszlopán (skáláján) (*b.* jelzésű nomogramm) megkeressük az első fafaj átlagos mellmagassági átmérőjét és a jobboldali számoszlopon az adott fafaj darabszámát (III). Ha a két jelzett pontra vonalzót helyezünk, a középső skálán (II) a vonalzó az adott fafaj fatömegét mutatja. Ugyanezt megismételjük a többi fafajokra nézve is.

A fatömegeket összeadjuk, és megkapjuk az egész állomány fatömegét.

A faállomány fatömegének skáláján (*M*) megjegyezzük a fent megállapított összes fatömeget, a középső skálán (*m*) az egyes fafajok fatömegét jelöljük meg. A vonalzót a nomogrammra helyezzük úgy, hogy az messe a két fatömeget. A vonalzó jobboldali része az elegyarány-együtthatók skáláján (*K*) az első fafaj elegyarányát fogja mutatni.

Hasonlóképpen állapítjuk meg a többi fafaj elegyarányát is.

[1] Ez a *fatömegelegyarány*. Nem tévesztendő össze a területelegyaránnyal. Szerző.

Példa a nomogramm használatához:

Megállapítandó egy erdei- és lucfenyőből álló, egy korosztályhoz tartozó faállomány elegyaránya. Az erdeifenyő átlagos mellmagassági átmérője 28 cm, a lucfenyőé 24 cm. Facsoportok számbavétele során megállapították, hogy 4 erdeifenyőre 8 lucfenyő esik.

A vonalzó egyik végét az átlagos mellmagassági átmérők skáláján (I) a 28-as, a másik végét a fatörzsek darabszámának skáláján (III) a 4-es számra helyezzük. Így a vonalzó középső része a fatömegek skáláján (II) a 31-es számot metszi, ez azt jelenti, hogy az erdeifenyő fatömege 31 m³-nek felel meg.

A lucfenyő fatömegének megállapításához a vonalzó egyik végét az átlagos mellmagassági átmérők skáláján (I) a 24-es, a másik végét a fatörzsek darabszámának skáláján (III) a 8-as számra helyezzük. a lucfenyő fatömegét leolvasva, 48 m³-t kapunk. Az egész faállomány fatömege tehát 79 m³.

A vonalzót helyezzük most úgy a nomogrammra, hogy a feltételezett faállomány együttes fatömegének skáláján (*M*) a 79-es számot, a középső skálán (II) a 31-es számot messe. Ebben a helyzetben a vonalzó az elegyarány-együtthatók skáláján (*K*) a 4-es számot metszi. Ez azt jelenti, hogy az adott faállomány fatömegéből 0,4 rész esik erdeifenyőre. Így a fatömeg megmaradt része 0,6 lucfenyőre esik. Az adott faállomány elegyaránya tehát lucfenyő: 0·6, erdeifenyő: 0·4.

Az elegyarányt rendszerint egy tizedesszámú pontossággal állapítjuk meg. Ezért a középső skálán (II) a fatömegeket lekerekítve olvassuk le. A faállomány fatömegének megállapításakor a lekerekített számok összeadása nehézségbe nem ütközik.

A nomogramm használatát különösen a szembecslésben kellő gyakorlattal nem rendelkező erdőrendezőknek ajánljuk. Nagyobb gyakorlattal rendelkező erdőrendezők ritkábban fordulnak a nomogramm használatához és akkor is csak a szembecslési eredmények helyességének ellenőrzése céljából.

A nomogramm használatát kamerális munkák esetén a faállomány fatömegének fafajokra való széttagolásához a legszélesebb körökben ajánljuk.

Tegyük fel, hogy 1 ha területen 230 m³ fatömeg áll; az elegyarány erdeifenyő: 0·5, lucfenyő: 0·3, nyír: 0·2.

A nomogrammon a fatömegek skáláján (*M*) a vonalzó egyik végét a 230, a másik végét az elegyarány együtthatók skáláján (*K*) az 5. számra helyeztük. Így a középső skálán (II) leolvassuk a 115. számot, ami azt jelenti, hogy az erdeifenyő fatömege 115 m³.

A vonalzó baloldali végét a 230. számon hagyva, annak jobboldali végét az elegyarány együtthatók skáláján a 3. számra fordítjuk.

Így a vonalzó a középső skálán (II) a 69 m^3-t mutatja. A lucfenyő fatömege tehát 69 m^3.

Most a vonalzó jobboldalát az elegyarány-együtthatók skáláján a 3. számra fordítjuk. A középső skálán a nyírre vonatkozólag 46 m^3-t kapunk.

Az erdőrendezési gyakorlatban gyakran előforduló olyan szorzásokat és osztásokat lehet a fennebb leírt nomogramm segítségével elvégezni, amelyek egyébként az erdőrendezőtől sok időt vennének igénybe.

A faállomány sűrűségének ellenőrzése

A faállomány fatömegét befolyásoló elemek közé tartozik a faállomány sűrűsége. A sűrűség megállapításakor célszerű az átlagos mellmagasságú és magasságú fák adataiból és a fák egymásközti távolságából kiindulni.

A sűrűség megállapítására külön nomogramm készült (lásd a melléklet c. jelzésű nomogrammot).

A nomogramm használatához elsősorban megállapítandó a természetben az átlagos mellmagassági átmérő, az átlagos magasság és az átlagos távolság a fák között.

Ha a nomogrammra a vonalzót úgy helyezzük el, hogy az messe az átlagos átmérők és átlagos fák közötti távolság skáláján az adott faállományra vonatkozó adatokat, megkapjuk a középső skálán (V) az adott faállomány körlapösszegét. Az irón hegyét erre a pontra helyezve, a vonalzót az átlagos magasságok skáláján az adott fafaj átlagos magasságát jelző számra állítjuk. Ebben a helyzetben a vonalzó baloldali része a sűrűségek skáláján az adott fafaj sűrűségét mutatja.

A sűrűség megállapításának a pontossága a fák közötti átlagos távolság és átlagos átmérő kiszámításakor elkövetett hiba nagyságától függ.

Némi gyakorlattal a mellmagassági átmérőt minden különösebb fáradság nélkül, 2 cm-es pontossággal állapíthatjuk meg. Ez a pontosság a faállomány sűrűségének megállapításához teljesen elegendő. A mellmagassági átmérők megállapításához gyakorlatszerzés céljából szükséges a becsülendő erdőrészben 10 fa megszámlálása, amelyek átmérői szembecslés szerint megközelítik az átlagos mellmagassági átmérőt. A kapott átmérőkből kiszámítjuk a számtani középarányost.

A fák közötti távolság különösen a természetes felújítású üzemmódban kezelt erdőben széles határok között mozog. Ezért a fák közötti átlagos távolság mérés útján állapítható meg. A becslő mérőszalaggal az egyik fától a másikig, a másiktól a harmadikig, a harmadiktól a nagyedikig stb. mér. A becslő a távolságok mérésekor a fák kiválasztását mechanikusan végzi. A fák közötti távolságok bemérésekor mindig a szomszédos fa távolságát kell mérni. A távolságot ne növeljük közelebb álló fák kihagyásával.

Az átlagos távolság kiszámításához sok faközötti távolság számtani középarányát kell venni. Munkamegtakarítás céljából a fák közötti távolságokat le lehet lépni. Az ember lépése átlagosan 0·7—0·8 m hosszú.

Minden erdőrendező köteles megállapítani lépésének hosszát. Ez igen sok erdőrendezői feladat megoldásakor hasznosnak mutatkozik. Pl: vágásterületek kijelölésekor a becslők az erdőrészeket lépéssel mérik.

A lépéssel való mérés pontossága a tereptől, valamint az erdőrendező gyakorlottságától függ. Vízszintes, sík terepen a lépések hossza úgyszólván egyforma, a mérés eléggé pontos. Mocsaras, vagy hegyes-dombos terepen a lépés nem egyforma, a mérés nem lehet pontos. Fáradtság esetén a lépések egyformasága megbomlik. V. V. Vitkovszkij tanár adatai szerint a lépéssel mért vonal hibája átlagosan a megtett távolság 0·02 része. Ez a pontosság a fák közötti távolság megállapításakor teljesen elegendő.

A fák közötti távolságok mérésekor a lépések számát lépésmérővel is lehet mérni, ahogyan azt a térképészek teszik. Lépésmérő használatakor az erdőrendező csak azoknak a fáknak a darabszámát jegyzi, amelyek között a távolságokat lépi. A lépésmérő a lépések számát egytételben mutatja ki. A lépésmérő által mutatott számát osztva a fák darabszámával, amelyek között lépésmérővel mértünk, megkapjuk a fák közötti átlagos távolságot lépésben kifejezve. Ha lépésmérőt nem használunk, szükséges minden 30 fa között a távolságok számát — az erdőrendezésben megszokott módon — feljegyezni és a távolságokat egytételben kimutatni. Ilyen esetben sok számjegy összeadása elesik.

Tegyük fel, hogy az erdőrendező 97 lépéssel lelépett 30 távolságot. Ha ezt a számot fejben osztjuk hárommal, majd a kapott számot tízzel, megkapjuk a fák közötti átlagos távolságot lépésben, azaz 3·2 lépést. Ha ezt a távolságot megszorozzuk a lépés átlagos hosszával is méterben kifejezve, megkapjuk az átlagos távolságot méterben. Az erdőben való felesleges számítások elkerülése végett a lépésben kifejezett távolságokat rávezetjük a nomogrammra, amely méterben mutatja az adatokat. Ha a lépés átlagos hossza 0·7 m, akkor a 7 m jelzése mellé 10, az 5 mellé 7 számjegyet írunk. Ez azt jelenti, hogy 7 m = 10, 5 m = 7 lépés stb.

A sűrűséget mutató nomogrammot a IX-IX jelzésű skála egészíti ki, ez a fák közötti távolságot mutatja, lépésben kifejezve. Ugyanennek a nomogrammnak a baloldali részén van a mellmagassági átmérők skálája (I-I), amely a középső skálától egyenlő távolságra van a IX-IX skálával.

A sűrűségnek a fenti módszerrel való megállapítását az alábbiakban foglaljuk össze.

Mérőszalaggal, vagy lépéssel lemérjük a fák közötti távolságokat, ezekből megállapítjuk az átlagos távolságot. Megállapítjuk továbbá a becsült faállomány átlagos mellmagassági átmérőjét és átlagos magasságát. A vonalzót a nomogrammon a fák közötti átlagos távolságra és átlagos átmérőre helyezzük. Így az V. skálán megkapjuk a becsült fatömeg körlapösszegét. Az irón hegyét erre a pontra helyezzük. A vonalzót az irón hegye körül az átlagos magasságok skáláján az adott faállomány átlagos magasságát jelző számjegyig forgatjuk. A vonalzó baloldali vége a sűrűségek skáláján megmutatja az adott fafaj sűrűségét.

Tegyük fel, hogy erdeifenyőről van szó. Az állomány a II. termőhely-csoporthoz tartozik, átlagos magassága 27 m, átlagos mellmagassági átmérője 26 cm, a fák közötti átlagos távolság 4·5 m.

A vonalzót a mellmagassági átmérők skáláján (I-I) a 26, a fák közötti távolságok skáláján (IX-IX) a 4·5 számra helyezzük. A vonalzó középső része így a körlapösszegek skáláján (*V-V*) a 26 számot metszi.

Az irón hegyét erre a pontra helyezve, a vonalzót mellette addig fordítjuk, míg az átlagos magasságok skáláján (VIII-VIII) az erdeifenyőre nézve a 27 számot mutatja. A vonalzó baloldali része a sűrűségek skáláján (II-II) az erdeifenyőre nézve 0·7 adatot metszi. A becsült erdeifenyőállomány sűrűsége tehát 0·7.

Külön számítás alapján megállapították, hogy az erdő becslésekor elfogadott pontosság figyelembevételével a sűrűség megállapításakor 30 fa között meg kell mérni a távolságokat és ezekből kell kiszámítani az átlagos távolságot.

A sűrűségnek a fenti módszerrel való megállapításakor a legfontosabb tényező az átlagos távolságok kiszámítása.

A fák közötti távolságok mérésekor a hibák kiküszöbölése végett az erdőrendező a becsülendő erdőben alapirányt vesz, amelyhez igazodni tartozik. Szalagalakú sávban az alapirányhoz igazodva megméri a fák legtöbbje között a távolságokat. Ilyen szalagalakú sávnak a természetben való elhatárolása nem szükséges. A szalag szélessége bizonyos határok között mozoghat. Néhány fának a számbavételből való kihagyása nem jelentős.

A sűrűség megállapításakor célszerű a 30 szomszédos fa közötti távolság megmérésén kívül a mellmagassági átmérők mérése is. A mért mellmagassági átmérőkből megállapítandó a számtani középarányos mellmagassági átmérő. A nomogramm szerint a két adatból, azaz a számtani középarányos mellmagassági átmérőből és az átlagos fák közötti távolságból megállapítható a sűrűség.

A faállomány fatömegének ellenőrzése

A fatömeg megállapításához külön nomogramm áll rendelkezésre (lásd a póttáblázatot). A fatömeget megállapító nomogramm magassági és sűrűségi skálája az egyes fafajoknak megfelelően tünteti fel az adatokat. A vonalzót e két pontra helyezzük. A középső skálán a vonalzó éle a becsült faállománynak megfelelő fatömeget metszi.

Példa: Tegyük fel, hogy megállapítandó egy erdeifenyőállomány fatömege, amelynek átlagos magassága 22 m, sűrűsége 0·6. A baloldali skálán megkeressük az erdeifenyőnek megfelelő 22 m magasságot, a jobboldali skálán a 0·6 sűrűséget. A vonalzót e két pontra helyezzük, amely szaggatott vonallal jelzett (SS) helyzet szerint fekszik. Ez a vonal a fatömegek skáláját a 210 számhoz közel eső helyen metszi. Ez azt jelenti, hogy az adott állomány fatömege 210 m³.

A nomogramm használatakor minden egyes esetben az adott fafaj megfelelő adatait kell leolvasni.

A faállomány választékonkinti megoszlásának ellenőrzése

A faállomány összes fatömegének megállapítása után a fatömeget választékokra kell széttagolni, mert ezek részére különböző tőárakat állapítunk meg.

A fatömegek szembecsléssel való megállapításakor a választékokra való szétosztáshoz választéktáblázatokat kell alkalmazni (lásd a 8. sz. táblázatot). Példaként egy II. minőségű osztályhoz tartozó erdeifenyőállományt hozunk fel.

Tegyük fel, hogy a becsülendő II. minőségi osztályú erdeifenyőállomány fatömege 210 m², a faállomány átlagos mellmagassági átmérője 26 cm, minden 10 szerfának alkalmas fára egynél nem több tűzifának való fa esik. Az ilyen minőségű állomány az I. minőségi osztályhoz tartozik.

A 8. sz. táblázaton 26 cm mellmagassági átmérőnek az I. minőségi osztályban 81%-os szerfa-, 10%-os tűzifakihozatal, valamint 9% hulladékfa felel meg.

Példánkban a szerfa (210×81/ : 100 = 170 m³, a tűzifa (210×10) : 100 = 21 m³.

A táblázat jobboldali részén megkapjuk a 26 cm átmérőjű faállomány szerfának alkalmas fáinak alábbi választékait:

Választékosztály	I	II	III	IV	V	VI
Szerfának alkalmas fák megoszlása osztályonkint %-ban	8	18	24	20	15	15

A szerfának alkalmas fákból az I. és II. osztály vastag-, a III., IV. és V. osztály középvastag-, a VI. osztály vékonynak számít. Ennek megfelelően az adott faállományból 8 + 18 = 26% vastag, 24 + 20 + 15 = 59% középvastag és 15% vékony szerfának alkalmas fa kerül ki.

Megállapítjuk az adott 170 m³ szerfának alkalmas fából a vastagsági osztályoknak megfelelő fatömegeket:

vastag szerfa ...... (170×26) : 100 = 44,2 = 44 m³;
középvastag szerfa . (170×59) : 100 = 100,3 = 100 m³;
vékony szerfa ...... (170×15) : 100 = 25,5 = 26 m³.

8. sz. táblázat

II. osztályú erdei-fenyőállomány minőségi táblázata

Az erdő mellmagassági átmérője cm-ben	Átlagos magasság m-ben	Értékosztály									A választékok vastagsági osztályonkénti megoszlása szerfának alkalmas fából %-ban								
		I.			II.			III.			Fűrészrönk					Összesen	Rönk középátmérője cm	bányafa	rúdfa
		Szerfának alkalmas fák %-ban									választéki osztály							választéki osztály	
		91			71—90			70			I.	II.	III.	IV.	V.			VI.	VI—a
		A fatömeg megoszlása %-ban									Felsőátmérő cm-ben							Felsőátmérő cm-ben	
		szerfa	tűzifa	hulladék	szerfa	tűzifa	hulladék	szerfa	tűzifa	hulladék	30-tól fel	29—26	25—22	21—18	17—14			13—8	7—3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
12	16	79	10	11	62	28	10	45	45	10	—	—	—	4	24	28	16	62	10
14	17	79	10	11	63	28	9	47	45	8	—	—	—	13	27	40	17	56	4
16	19	80	9	11	64	28	8	48	45	7	—	—	2	23	31	56	17	42	2
18	21	80	10	10	64	28	8	48	45	7	—	1	6	28	26	61	18	38	1
20	22	80	10	10	64	28	8	49	44	7	—	5	12	32	24	73	19	27	—
22	23	80	10	10	64	28	8	49	44	7	1	10	18	26	20	75	20	25	—
24	24	80	10	10	64	28	8	50	44	6	3	14	21	24	18	80	21	20	—
26	25	81	10	9	64	29	7	50	44	6	8	18	24	20	15	85	27	15	—
28	25	81	10	9	64	29	7	50	44	6	14	22	23	17	11	87	29	3	—
30	26	81	10	9	64	29	7	50	44	6	21	23	24	14	8	90	27	10	—
32	26	81	10	9	65	28	7	51	43	6	29	23	21	12	7	92	27	8	—
36	27	81	10	9	66	27	7	52	42	6	42	21	17	7	5	92	31	8	—
40	27	81	10	9	66	27	7	52	42	6	54	18	14	6	4	96	31	4	—
44	28	82	10	8	67	26	7	53	41	6	64	14	11	6	2	97	38	3	—
48	28	82	10	8	67	26	7	53	41	6	73	12	8	4	2	99	40	1	—

A faállomány tőárának ellenőrzése

Tegyük fel, hogy a becsülendő erdőrész a II. osztályú tőárövezethez tartozik, amely szerint a vastag szerfa tőára 16, a középvastag szerfa tőára 10, a vékony szerfa tőára 8, míg a tűzifa tőára 3 rubel.

A fenti adatok alapján a faválasztékok tőértéke kategóriánként az alábbi:

vastag szerfa .... $16 \times 44 = 704$ rubel,
középvastag szerfa . $10 \times 100 = 1000$ rubel,
vékony szerfa ...... $8 \times 26 = 208$ rubel.

A becsült állomány tőértéke egyenlő: $704 + 1000 + 208 = 1912$ rubel.

Az egész erdőrész tőértékének kiszámításához az egész területet be kell szorozni az 1 ha-ra eső tőértékkel.

A fennebb leírt tájékoztató értékszámításához feltétlenül szükséges helyszíni szemle megtartása a vágásterületen. A helyszíni szemlén meg kell győződni arról, hogy a vágásterület nagysága megfelel-e az erdőgazdaság által nyilvántartott területnek. Az adott vágásterület becslése során a faállomány elegyarányát a nomogramm szerint ellenőrizhetjük.

Az erdőben a becslési eljárás során a faállomány átlagos magasságát és mellmagassági átmérőjét kell megállapítani.

A felsorolt adatok kiegészítéseként megállapítandó még a fák közötti átlagos távolság is. Az átlagos átmérő, magasság és fák közötti távolság birtokában megállapíthatjuk a faállomány sűrűségét.

Az átlagos magasság és sűrűség segítségével a fatömegek nomogrammján megállapítható a faállománynak 1 ha-ra eső fatömege.

A meglévő adatok kiegészítéseképpen a közeli facsoportok fatörzseinek számbavételével megállapítjuk a szerfának alkalmas és a tűzifának való fák között az arányt, valamint azt is, hogy adott faállomány melyik értékosztályhoz tartozik. Tűlevelű erdőben, ha a szerfának alkalmas fák száma 91%, az állomány az I., ha 71—90%, a II., ha a szerfának alkalmas fák száma nem több 70%-nál, a faállomány a III. értékosztályhoz tartozik.

Az értékosztály és az átlagos mellmagassági átmérő alapján az értéktáblázaton megtaláljuk a szer- és tűzifakihozatali %-ot és a szerfa megoszlását választékonként. A megállapított %-ok segítségével az így kiszámított fatömeget választékokra szétosztjuk. A választékok mennyiségét beszorozva a megállapított tőárral, megkapjuk minden választék tőértékét. A kapott összegek összeadásával megkapjuk az adott fafaj fatömegének tőértékét. Hasonlóan járunk el a vágásterületen előforduló összes fafajokkal is.

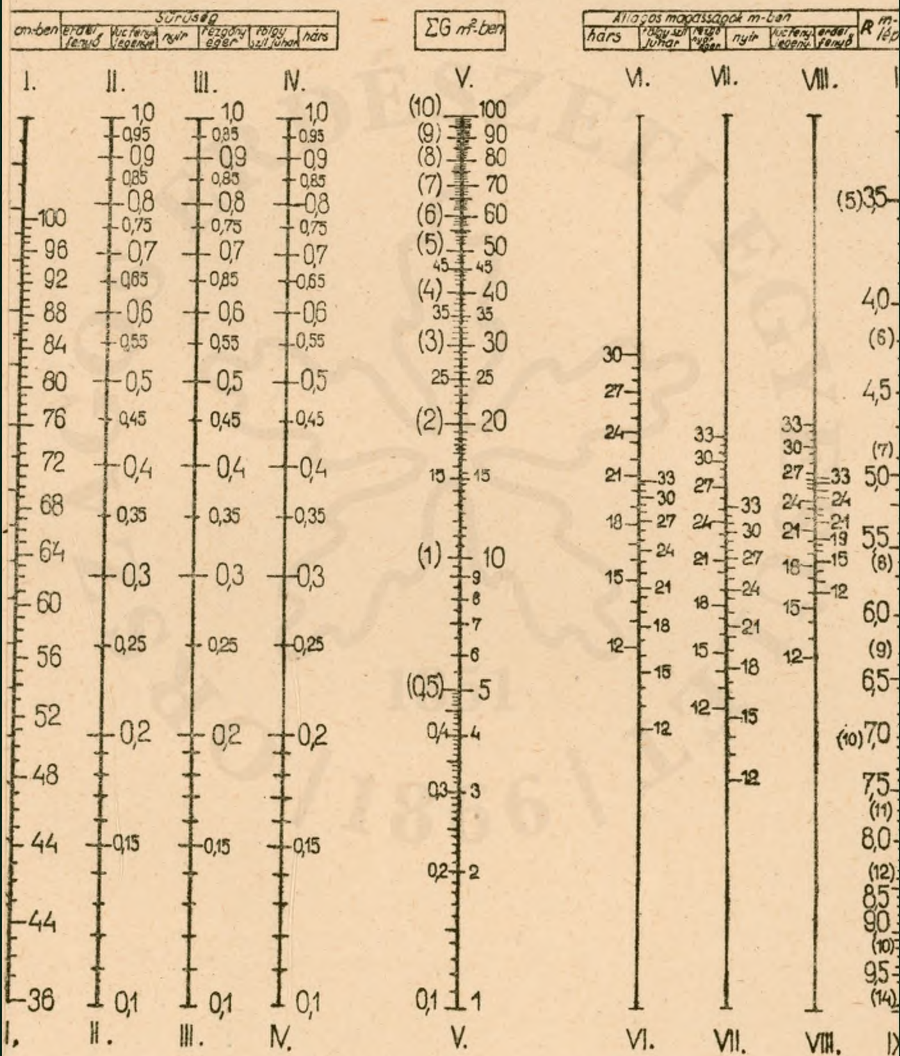
Az adott vágásterületekre vonatkozóan a fentiek alapján kapott adatokat összehasonlítjuk az erdészeti minisztérium szervei által megállapított adatokkal. Ha a két értékelésben az eltérés nem haladja meg a 10%-ot, az erdőbecslést helyesnek ismerjük el. Nagyobb eltérés esetén felvetődik a kérdés, hogy újabb becslés, vagy gondosabb ellenőrzés végzendő-e.

c.)

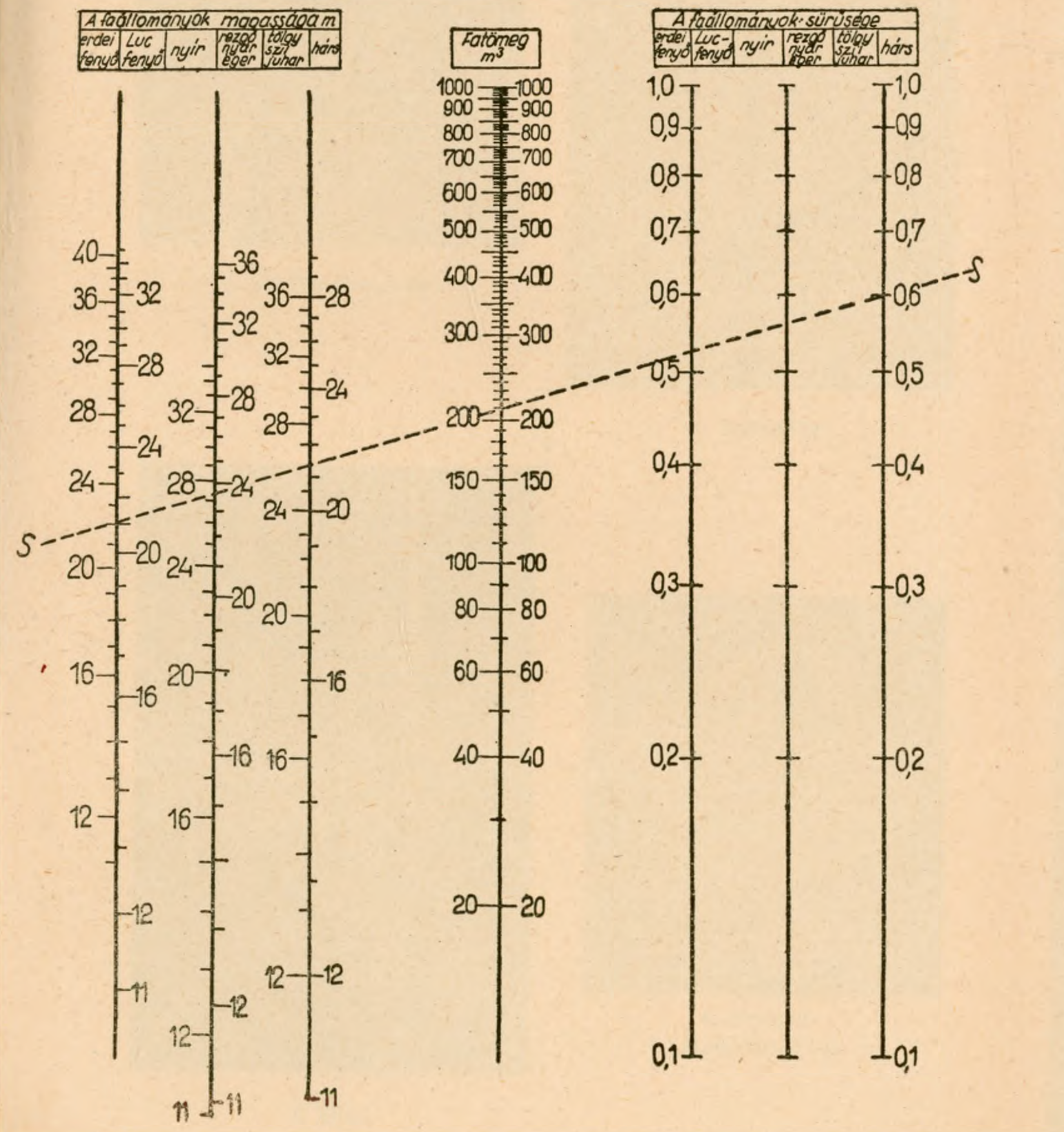
-ásához

NOMOGRAMM

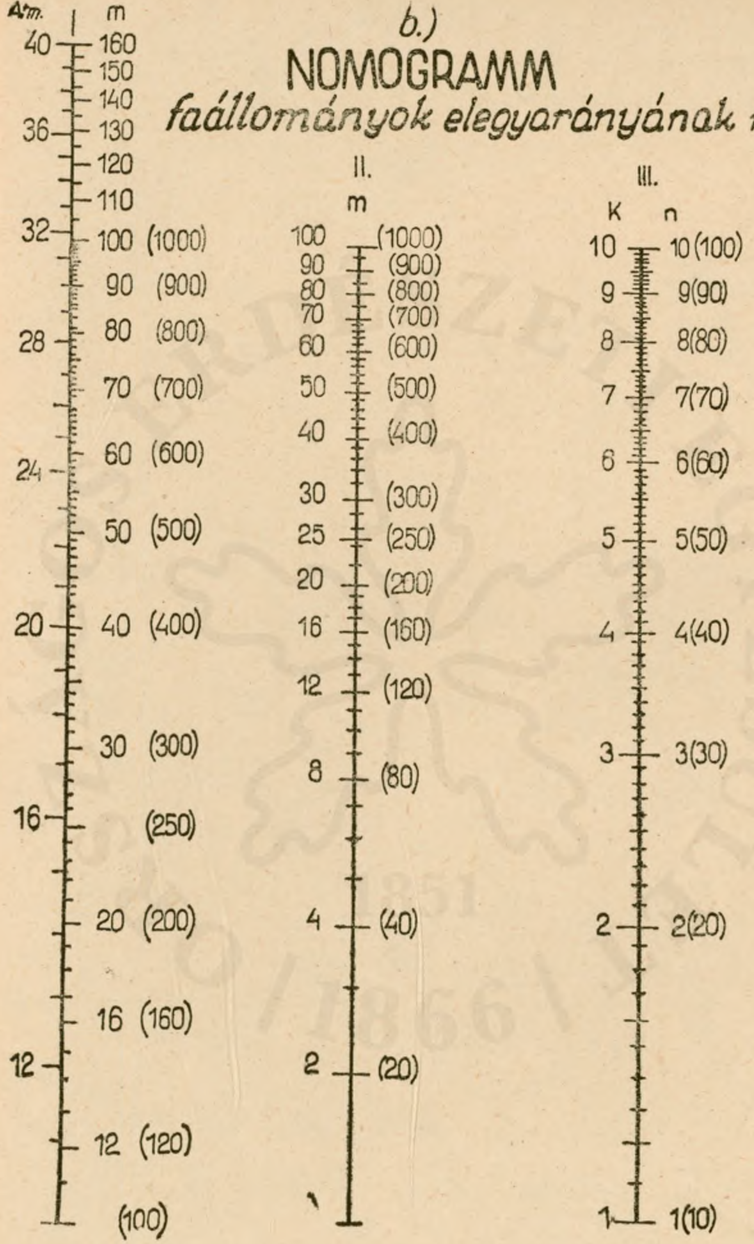
faállományok sűrűségének megállapításához



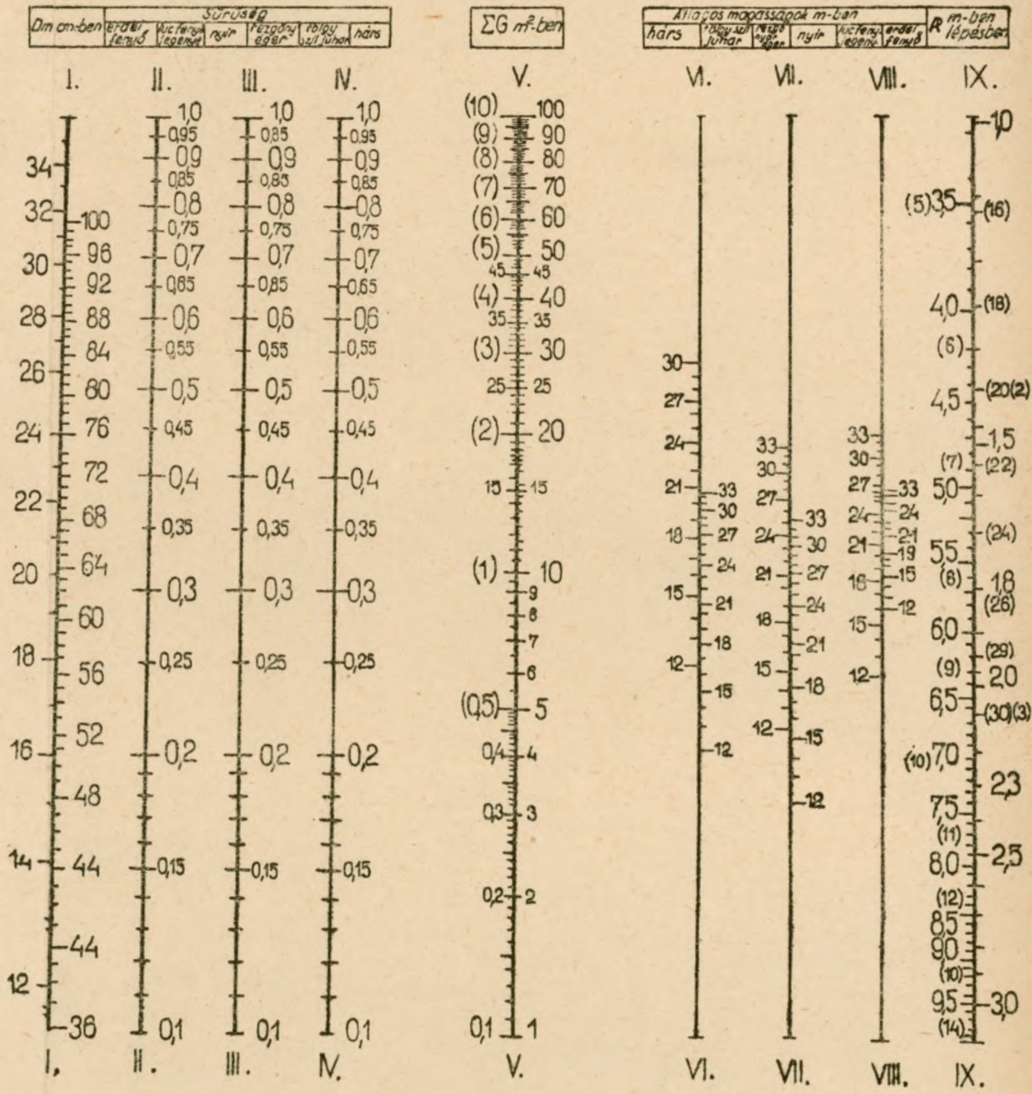
a.)
NOMOGRAMM
faállományok fatömegének megállapításához

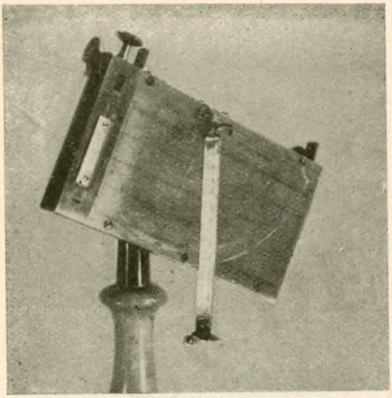


b.)
NOMOGRAMM
faállományok elegyarányának megállapításához

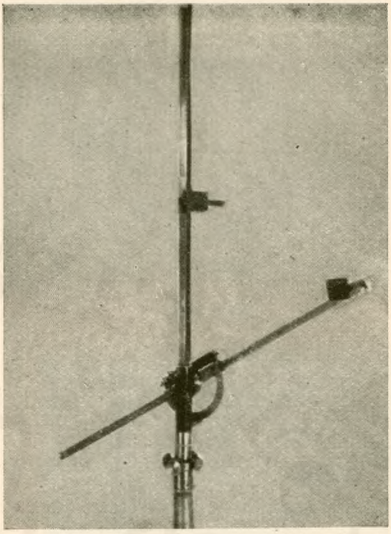


c.)
NOMOGRAMM
faállományok sűrűségének megállapításához.

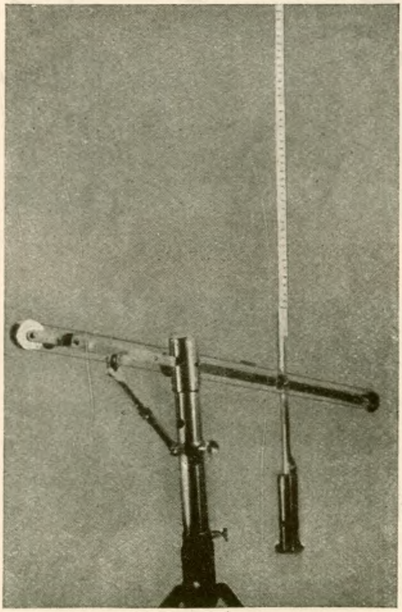




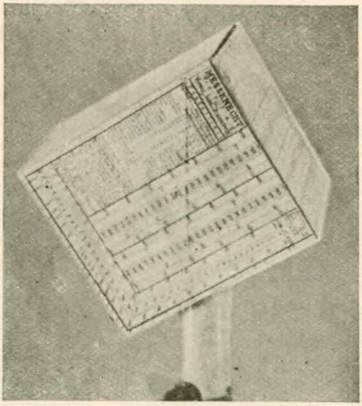
1. Vinkler-Grossbauer



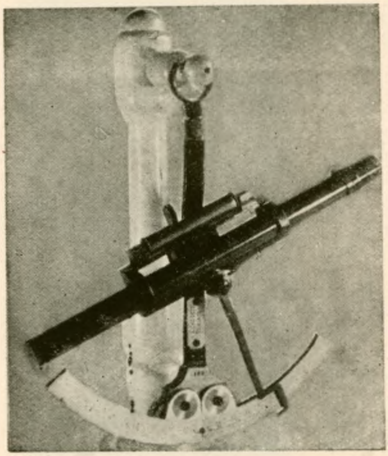
2. Sanlaville



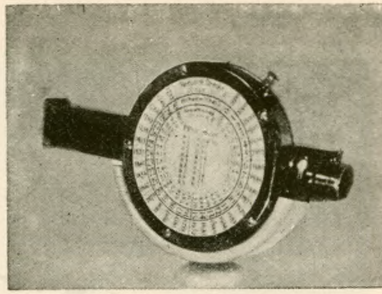
3. Hüni



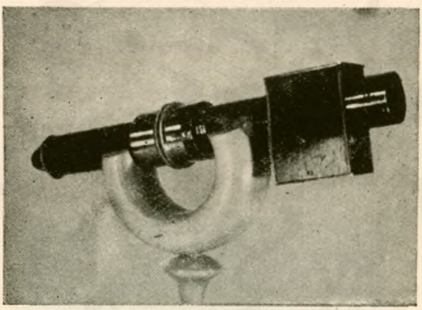
4. Pressler
„Messknecht"-je



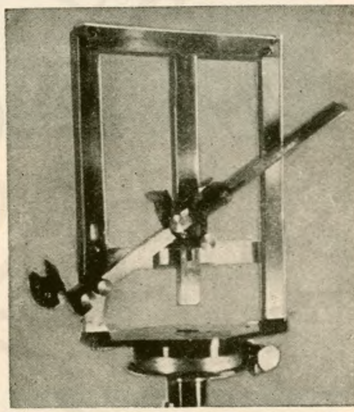
5. Matthes



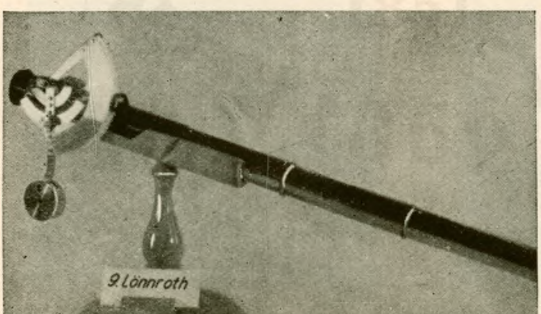
6. Brandis



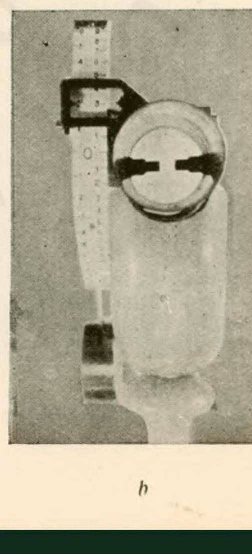
7. Benjes



8. Bartha

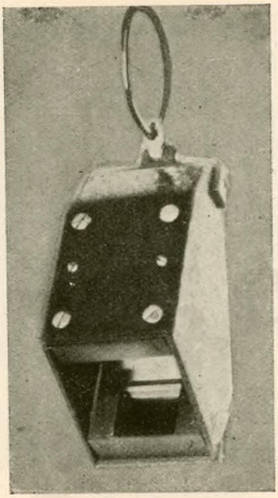


a

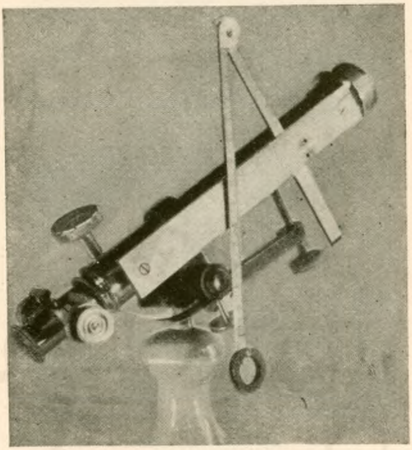


b

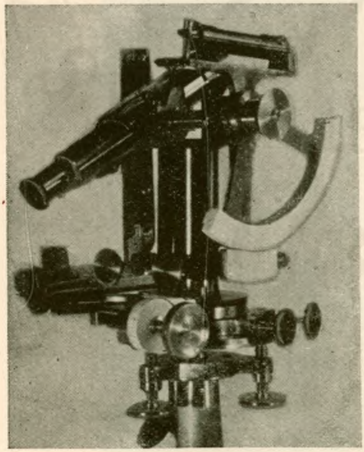
9. Lönnroth



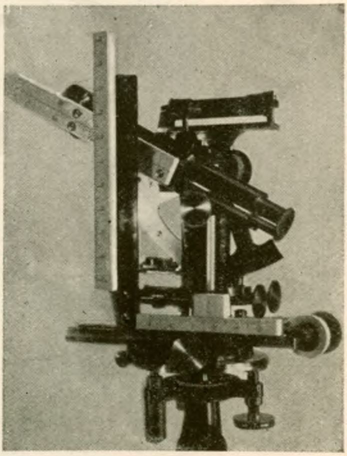
10. Heikkilä



12. Wimmenauer

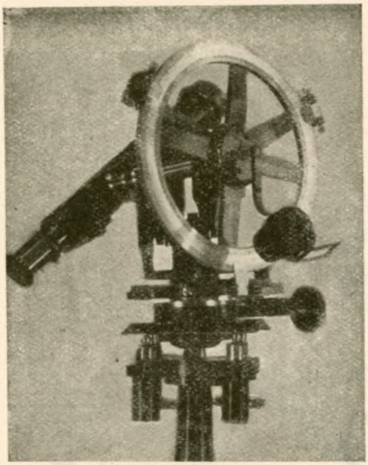


a

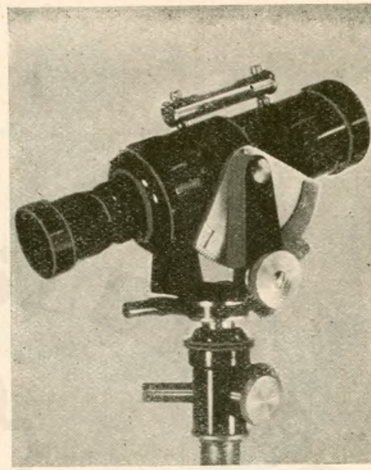


b

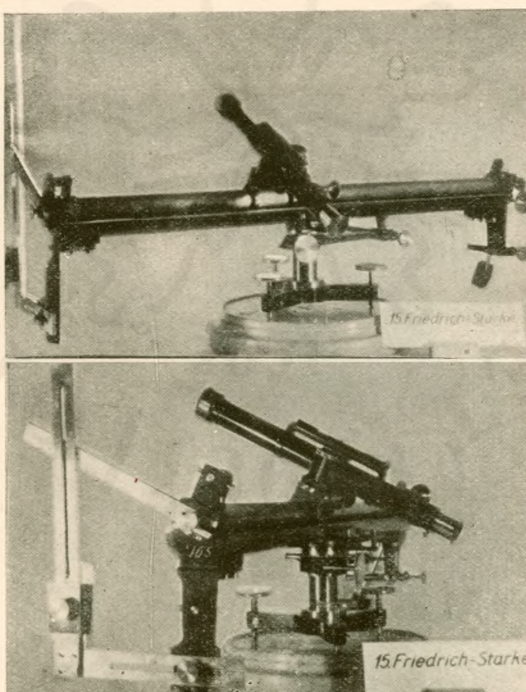
11. Fekete — Cséti



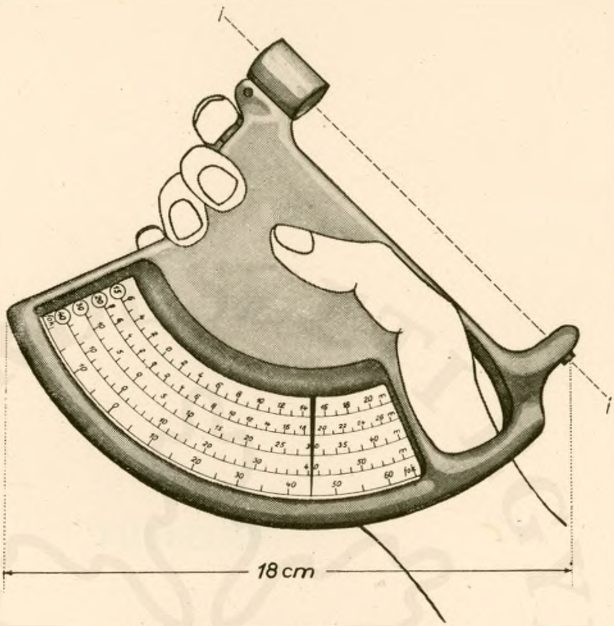
13. Guttenberg



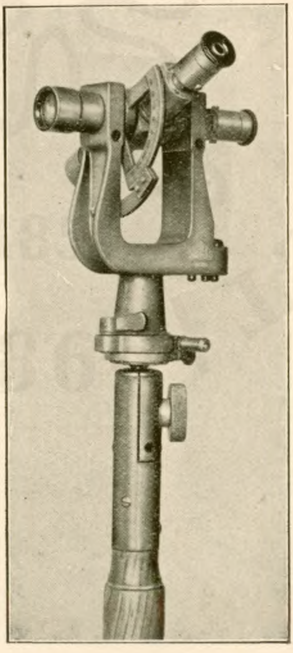
14. Liljenströn



15. Friedrich—Starke



16. Blume—Leiss



17. Derékszögű távcsőkereszt

FÜGGELÉK

A) Az átmérő meghatározása a kerületből

Ker. (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ker. (cm)
00	0·0	0·3	0·6	1·0	1·3	1·6	1·9	2·2	2·5	2·9	00
10	3·2	3·5	3·8	4·1	4·5	4·8	5·1	5·4	5·7	6·0	10
20	6·4	6·7	7·0	7·3	7·6	8·0	8·3	8·6	8·9	9·2	20
30	9·5	9·9	10·2	10·5	10·8	11·1	11·5	11·8	12·1	12·4	30
40	12·7	13·1	13·4	13·7	14·0	14·3	14·6	15·0	15·3	15·6	40
50	15·9	16·2	16·6	16·9	17·2	17·5	17·8	18·1	18·5	18·8	50
60	19·1	19·4	19·7	20·1	20·4	20·7	21·0	21·3	21·6	22·0	60
70	22·3	22·6	22·9	23·2	23·6	23·9	24·2	24·5	24·8	25·1	70
80	25·5	25·8	26·1	26·4	26·7	27·1	27·4	27·7	28·0	28·3	80
90	28·6	29·0	29·3	29·6	29·9	30·2	30·6	30·9	31·2	31·5	90
100	31·8	32·1	32·5	32·8	33·1	33·4	33·7	34·1	34·4	34·7	100
110	35·0	35·3	35·7	36·0	36·3	36·6	36·9	37·2	37·6	37·9	110
120	38·2	38·5	38·8	39·2	39·5	39·8	40·1	40·4	40·7	41·1	120
130	41·4	41·7	42·0	42·3	42·7	43·0	43·3	43·6	43·9	44·2	130
140	44·6	44·9	45·2	45·5	45·8	46·2	46·5	46·8	47·1	47·4	140
150	47·7	48·1	48·4	48·7	49·0	49·3	49·7	50·0	50·3	50·6	150
160	50·9	51·2	51·6	51·9	52·2	52·5	52·8	53·2	53·5	53.8	160
170	54·1	54·4	54·7	55·1	55·4	55·7	56·0	56·3	56·7	57·0	170
180	57·3	57·6	57·9	58·3	58·6	58·9	59·2	59·5	59·8	60·2	180
190	60·5	60·8	61·1	61·4	61·8	62·1	62·4	62·7	63·0	63·3	190
200	63·7	64·0	64·3	64·6	64·9	65·3	65·6	65·9	66·2	66·5	200
210	66·8	67·2	67·5	67·8	68·1	68·4	68·8	69·1	69·4	69·7	210
220	70·0	70·3	70·7	71·0	71·3	71·6	71·9	72·3	72·6	72·9	220
230	73·2	73·5	73·8	74·2	74·5	74·8	75·1	75·4	75·8	76·1	230
240	76·4	76·7	77·0	77·3	77·7	78·0	78·3	78·6	78·9	79·3	240
250	79·6	79.9	80·2	80·5	80·9	81·2	81·5	81·8	82·1	82·4	250
260	82·8	83·1	83·4	83·7	84·0	84·4	84·7	85·0	85·3	85·6	260
270	85·9	86·3	86·6	86·9	87·2	87·5	87·9	88·2	88·5	88·8	270
280	89·1	89·4	89·8	90·1	90·4	90·7	91·0	91·4	91·7	92·0	280
290	92·3	92·6	92·9	93·3	93·6	93·9	94·2	94·5	94·9	95·2	290
300	95·5	95·8	96·1	96·4	96·8	97·1	97·4	97·7	98·0	98·4	300
310	98·7	99·0	99·3	99·6	99·9	100·3	100·6	100·9	101·2	101·5	310
320	101·9	102·2	102·5	102·8	103·1	103·5	103·8	104·1	104·4	104·7	320
330	105·0	105·4	105·7	106·0	106·3	106·6	107·0	107·3	107·6	107·9	330
340	108·2	108·5	108·9	109·2	109·5	109·8	110·1	110·5	110·8	111·1	340
350	111·4	111·7	112·0	112·4	112·7	113·0	113·3	113·6	114·0	114·3	350
360	114·6	114·9	115·2	115·5	115·9	116·2	116·5	116·8	117·1	117·5	360
370	117·8	118·1	118·4	118·7	119·0	119·4	119·7	120·0	120·3	120·6	370
380	121·0	121·3	121·6	121·9	122·2	122·5	122·9	123·2	123·5	123·8	380
390	124·1	124·5	124·8	125·1	125·4	125·7	126·1	126·4	126·7	127·0	390
400	127·6	127·6	128·0	128·3	128·6	128·9	129·2	129·6	129·9	130·2	400

Ker. (cm)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ker. (cm)
410	130·5	130·8	131·1	131·5	131·8	132·1	132·4	132·7	133·1	133·4	410
420	133·7	134·0	134·3	134·6	135·0	135·3	135·6	135·9	136·2	136·6	420
430	136·9	137·2	137·5	137·8	138·1	138·5	138·8	139·1	139·4	139·7	430
440	140·1	140·4	140·7	141·0	141·3	141·6	142·0	142·3	142·6	142·9	440
450	143·2	143·6	143·9	144·2	144·5	144·8	145·1	145·5	145·8	146·1	450
460	146·4	146·7	147·1	147·4	147·7	148·0	148·3	148·7	149·0	149·3	460
470	149·6	149·9	150·2	150·6	150·9	151·2	151·5	151·8	152·2	152·5	470
480	152·8	153·1	153·4	153·7	154·1	154·4	154·7	155·0	155·3	155·7	480
490	156·0	156·3	156·6	156·9	157·2	157·6	157·9	158·2	158·5	158·8	490
500	159·2	159·5	159·8	160·1	160·4	160·7	161·1	161·4	161·7	162·0	500

B) **Körlaptábla**

Centiméter	Átmérő milliméter										Centiméter
	0	1	2	3	4	5	5	7	8	9	
	a körlap területe négyzetméterekben										
	0,	**0,**	**0.**	**0,**	**0.**	**0,**	**0,**	**0,**	**0,**	**0,**	
0	00000	00000	00000	00001	00001	00002	00003	00004	00005	00006	0
1	00008	00010	00011	00013	00015	00018	00020	00023	00025	00028	1
2	00031	00035	00038	00042	00045	00049	00053	00057	00062	00066	2
3	00071	00075	00080	00086	00091	00096	00102	00108	00113	00119	3
4	00126	00132	00139	00145	00152	00159	00166	00173	00181	00189	4
5	00196	00204	00212	00221	00229	00238	00246	00255	00264	00273	5
6	00283	00292	00302	00312	00322	00332	00342	00353	00363	00374	6
7	00385	00396	00407	00419	00430	00442	00454	00466	00478	00490	7
8	00503	00515	00528	00541	00554	00567	00581	00594	00608	00622	8
9	00636	00650	00665	00679	00694	00709	00724	00739	00754	00770	9
10	00785	00801	00817	00833	00849	00866	00882	00899	00916	00933	**10**
11	00950	00968	00985	01003	01021	01039	01057	01075	01094	01112	11
12	01131	01150	01169	01188	01208	01227	01247	01267	01287	01307	12
13	01327	01348	01368	01389	01410	01431	01453	01474	01496	01517	13
14	01539	01561	01584	01606	01629	01651	01674	01697	01720	01744	14
15	01767	01791	01815	01839	01863	01887	01911	01936	01961	01986	15
16	02011	02036	02061	02087	02112	02138	02164	02190	02217	02243	16
17	02270	02297	02324	02351	02378	02405	02433	02461	02488	02516	17
18	02545	02573	02602	02630	02659	02688	02717	02746	02776	02806	18
19	02835	02865	02895	02926	02956	02986	03017	03048	03079	03110	19
20	03142	03173	03205	03237	03269	03301	03333	03365	03398	03431	**20**

Centiméter	Átmérő milliméter										Centiméter
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	a körlap területe négyzetméterekben										
	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	0,	
21	03464	03497	03530	03563	03597	03631	03664	03698	03733	03767	21
22	03801	03836	03871	03906	03941	03976	04011	04047	04083	04119	22
23	04155	04191	04227	04264	04301	04337	04374	04412	04449	04486	23
24	04524	04562	04600	04638	04676	04714	04753	04792	04831	04870	24
25	04909	04948	04988	05027	05067	05107	05147	05187	05228	05269	25
26	05309	05350	05301	05433	05474	05515	05557	05599	05641	05683	26
27	05726	05768	05811	05853	05896	05940	05983	06026	06070	06114	27
28	06158	06202	06246	06290	06335	06379	06424	06469	06514	06560	28
29	06605	06651	06697	06743	06789	06835	06881	06928	06975	07022	29
30	07069	07116	07163	07211	07258	07306	07354	07402	07451	07499	**30**
31	07548	07596	07645	07694	07744	07793	07843	07892	07942	07992	31
32	08042	08093	08143	08194	08245	08296	08347	08398	08450	08501	32
33	08553	08605	08657	08709	08762	08814	08867	08920	08973	09026	33
34	09079	09133	09186	09240	09294	09348	09402	09457	09511	09566	34
35	09621	09676	09731	09787	09842	09898	09954	10010	10066	10122	35
36	10179	10235	10292	10349	10406	10463	10521	10578	10636	10694	36
37	10752	10810	10869	10927	10986	11045	11104	11163	11222	11282	37
38	11341	11401	11461	11521	11581	11642	11702	11763	11824	11885	38
39	11946	12007	12069	12130	12192	12254	12316	12379	12441	12504	39
40	12566	12629	12692	12756	12819	12882	12946	13010	13074	13138	**40**
41	13203	13267	13332	13396	13461	13527	13592	13657	13723	13789	41
42	13854	13920	13987	14053	14120	14186	14253	14320	14387	14455	42
43	14522	14590	14657	14725	14793	14862	14930	14999	15067	15136	43
44	15205	15275	15344	15413	15483	15553	15623	15693	15763	15834	44
45	15904	15975	16046	16117	16188	16260	16331	16403	16475	16547	45
46	16619	16691	16764	16837	16909	16982	17055	17129	17202	17276	46
47	17349	17423	17497	17572	17646	17721	17795	17870	17945	18020	47
48	18096	18171	18247	18322	18398	18475	18551	18627	18704	18781	48
49	18857	18934	19012	19089	19167	19244	19322	19400	19478	19556	49
50	19635	19714	19792	19871	19950	20030	20109	20189	20268	20348	**50**
51	20428	20508	20589	20669	20750	20831	20912	20993	21074	21156	51
52	21237	21319	21401	21483	21565	21648	21730	21813	21896	21979	52
53	22062	22145	22229	22312	22396	22480	22564	22648	22733	22817	53
54	22902	22987	23072	23157	23243	23328	23414	23500	23586	23672	54
55	23758	23845	23931	24018	24105	24192	24279	24367	24454	24542	55
56	24630	24718	24806	24895	24983	25072	25161	25250	25339	25428	56
57	25518	25607	25697	25787	25877	25967	26058	26148	26239	26330	57
58	26421	26512	26603	26695	26786	26878	26970	27062	27155	27247	58
59	27340	27432	27525	27618	27712	27805	27899	27992	28086	28180	59
60	28274	28369	28463	28558	28653	28748	28843	28938	29033	29129	**60**

Centiméter	Átmérő milliméter										Centiméter
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	a körlap területe négyzetméterekben										
	0,	**0,**	**0,**	**0,**	**0,**	**0,**	**0,**	**0,**	**0,**	**0,**	
61	29225	29321	29417	29513	29609	29706	29802	29899	29996	30093	61
62	30191	30288	30386	30484	30582	30680	30778	30876	30975	31074	62
63	31172	31271	31371	31470	31570	31669	31769	31869	31969	32069	63
64	32170	32271	32371	32472	32573	32675	32776	32877	32979	33081	64
65	33183	33285	33388	33490	33593	33696	33799	33902	34005	34108	65
66	34212	34316	34420	34524	34628	34732	34837	34942	35046	35151	66
67	35257	35362	35467	35573	35679	35785	35891	35997	36103	36210	67
68	36317	36424	36531	36638	36745	36853	36961	37068	37176	37285	68
69	37393	37501	37610	27719	37828	37937	38046	38155	38265	28375	69
70	38485	38595	38705	38815	38926	39036	39147	39258	39369	39480	**70**
71	39592	39704	39815	39927	40039	40152	40264	40376	40489	40602	71
72	40715	40828	40942	41055	41169	41282	41396	41511	41625	41739	72
73	41854	41969	42084	42199	42314	42429	42545	42660	42776	42892	73
74	43008	43125	43241	43358	43475	43592	43709	43826	43943	44061	74
75	44179	44297	44415	44533	44651	44770	44888	45007	45126	45245	75
76	45365	45484	45604	45723	45843	45963	46084	46204	46325	46445	76
77	46566	46687	46808	46930	47051	47173	47295	47417	47539	47661	77
78	47784	47906	48029	48152	48275	48398	48522	48645	48769	48893	78
79	49017	49141	49265	49390	49514	49639	49764	49889	50014	50140	79
80	50265	50391	50517	50643	50769	50896	51022	51149	51276	51413	**80**
81	51530	51657	51785	51912	52040	52168	52296	52424	52553	52681	81
82	52810	52939	53068	53197	53327	53456	53586	53716	53846	53976	82
83	54106	54237	54367	54498	54629	54760	54891	55023	55154	55286	83
84	55418	55550	55682	55814	55947	56079	56212	56345	56478	56612	84
85	56745	56879	57012	57146	57280	57415	57549	57683	57818	57953	85
86	58088	58223	58359	58494	58630	58765	58901	59038	59174	59310	86
87	59447	59584	59720	59857	59995	60132	60270	60407	60545	60683	87
88	60821	60960	61098	61237	61375	61514	61653	61793	61932	62072	88
89	62211	62351	62491	62631	62772	62912	63053	63194	63335	63476	89
90	63617	63759	63900	64042	64184	64326	64468	64611	64753	64896	**90**
91	65039	65182	65325	65468	65612	65755	65899	66043	66187	66332	91
92	66476	66621	66765	66910	67055	67201	67346	67492	67637	67783	92
93	67929	68075	68222	68368	68515	68661	68808	68956	69103	69250	93
94	69398	69546	69693	69841	69990	70138	70287	70435	70584	70733	94
95	70882	71031	71181	71331	71480	71630	71780	71931	72081	72232	95
96	72382	72533	72684	72835	72987	73138	73290	73442	73594	73746	96
97	73898	74051	74203	74356	74509	74662	74815	74969	75122	75276	97
98	75430	75584	75738	75892	76047	76201	76356	76511	76666	76821	98
99	76977	77132	77288	77444	77600	77756	77913	78069	78226	78383	99
100	78540	78697	78854	79012	79169	79327	79485	79643	79801	79960	**100**

C) A 2 méter hosszú henger köbtartalma köbméterekben

(79·7 cm-ig 0,.....)

d cm	Milliméter									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	00016	00019	00023	00027	00031	00035	00040	00045	00051	00057
2	00063	00069	00076	00083	00090	00098	00106	00115	00123	00132
3	00141	00151	00161	00171	00182	00192	00204	00215	00227	00239
4	00251	00264	00277	00290	00304	00318	00332	00347	00362	00377
5	00393	00409	00425	00441	00458	00475	00493	00510	00528	00547
6	00565	00584	00604	00623	00643	00664	00684	00705	00726	00748
7	00770	00792	00814	00837	00860	00884	00907	00931	00956	00980
8	01005	01031	01056	01082	01108	01135	01162	01189	01216	01244
9	01272	01301	01330	01359	01388	01418	01448	01478	01509	01540
10	01571	01602	01634	01666	01699	01732	01765	01798	01832	01866
11	01901	01935	01970	02006	02041	02077	02114	02150	02187	02224
12	02262	02300	02338	02376	02415	02454	02494	02534	02574	02614
13	02655	02696	02737	02779	02821	02863	02905	02948	02991	03035
14	03079	03123	03167	03212	03257	03303	03348	03394	03441	03487
15	03534	03582	03629	03677	03725	03774	03823	03872	03921	03971
16	04021	04072	04122	04173	04225	04277	04328	04381	04433	04486
17	04540	04593	04647	04701	04756	04811	04866	04921	04977	05033
18	05089	05146	05203	05260	05318	05376	05434	05493	05552	05611
19	05671	05730	05791	05851	05912	05973	06034	06096	06158	06221
20	06283	06346	06409	06473	06537	06601	06666	06731	06796	06861
21	06927	06993	07060	07127	07194	07261	07329	07397	07465	07534
22	07603	07672	07742	07811	07882	07952	08023	08094	08166	08237
23	08310	08382	08455	08528	08601	08675	08749	08823	08898	08973
24	09048	09123	09199	09275	09352	09429	09506	09583	09661	09739
25	09817	09896	09975	10055	10134	10214	10294	10375	10456	10537
26	10619	10700	10783	10865	10948	11031	11114	11198	11282	11366
27	11451	11536	11621	11707	11793	11879	11966	12053	12140	12227
28	12315	12403	12492	12580	12669	12759	12848	12939	13029	13119
29	13210	13302	13393	13485	13577	13670	13763	13856	13949	14043
30	14137	14232	14326	14421	14517	14612	14708	14805	14901	14998
31	15095	15193	15291	15389	15487	15586	15685	15785	15885	15985
32	16085	16186	16287	16388	16490	16592	16694	16796	16899	17002
33	17106	17210	17314	17418	17523	17628	17734	17839	17945	18052
34	18158	18265	18373	18480	18588	18696	18805	18914	19023	19132
35	19242	19352	19463	19574	19685	19796	19908	20020	20132	20245
36	20358	20471	20584	20698	20812	20927	21042	21157	21272	21388
37	21504	21621	21737	21854	21972	22089	22207	22326	22444	22563
38	22682	22802	22922	23042	23162	23283	23404	23526	23647	23769
39	23892	24014	24137	24261	24384	24508	24633	24757	24882	25007
40	25133	25259	25385	25511	25638	25765	25892	26020	26148	26276

d cm	Milliméter									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
41	26405	26534	26663	26793	26923	27053	27184	27314	27446	27577
42	27709	27841	27973	28106	28239	28373	28506	28640	28774	28909
43	29044	29179	29315	29451	29587	29723	29860	29997	30135	30273
44	30411	30549	30688	30827	30966	31106	31246	31386	31527	31667
45	31809	31950	32092	32234	32377	32519	32663	32806	32950	33094
46	33238	33383	33528	33673	33819	33965	34111	34257	34404	34551
47	34699	34847	34995	35143	35292	35441	35590	35740	35890	36041
48	36191	36342	36493	36645	36797	36949	37102	37254	37408	37561
49	37715	37869	38023	38178	38333	38488	38644	38800	38956	39113
50	39270	39427	39585	39743	39901	40059	40218	40377	40537	40696
51	40856	41017	41177	41338	41500	41661	41823	41986	42148	42311
52	42474	42638	42802	42966	43130	43295	43460	43626	43791	43957
53	44124	44290	44457	44625	44792	44960	45128	45297	45466	45635
54	45804	45974	46144	46315	46486	46657	46828	47000	47172	47344
55	47517	47690	47863	48036	48210	48384	48559	48734	48909	49084
56	49260	49436	49613	49789	49966	50144	50321	50499	50678	50856
57	51035	51214	51394	51574	51754	51934	52115	52296	52478	52660
58	52842	53024	53207	53390	53573	53757	53941	54125	54309	54494
59	54679	54865	55051	55237	55423	55610	55797	55985	56172	56360
60	56549	56737	56926	57116	57305	57495	57685	57876	58067	58258
61	58449	58641	58833	59026	59218	59411	59605	59798	59992	60187
62	60381	60576	60772	60967	61163	61359	61556	61753	61950	62147
63	62345	62543	62741	62940	63139	63338	63538	63738	63938	64139
64	64340	64541	64743	64944	65147	65349	65552	65755	65958	66162
65	66366	66571	66775	66980	67185	67391	67597	67803	68010	68217
66	68424	68631	68839	69047	69256	69465	69674	69883	70093	70303
67	70513	70724	70935	71146	71358	71569	71782	71994	72207	72420
68	72634	72847	73062	73276	73491	73706	73921	74137	74353	74569
69	74786	75003	75220	75437	75655	75873	76092	76311	76530	76749
70	76969	77189	77409	77630	77851	78073	78294	78516	78738	78961
71	79184	79407	79631	79854	80079	80303	80528	80753	80978	81204
72	81430	81656	81883	82110	82337	82565	82793	83021	83250	83479
73	83708	83937	84167	84397	84628	84858	85089	85321	85552	85784
74	86017	86249	86482	86716	86949	87183	87417	87652	87887	88122
75	88357	88593	88829	89066	89302	89539	89777	90014	90252	90491
76	90729	90968	91207	91447	91687	91927	92167	92408	92649	92891
77	93133	93375	93617	93860	94103	94346	94590	94834	95078	95322
78	95567	95812	96058	96304	96550	96796	97043	97290	97538	97785
79	98033	98282	98530	98779	99029	99278	99528	99778	1,0003	1,0082

d cm	Milliméter 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
80	1·0053	1·0078	1·0103	1·0129	1·0154	1·0179	1·0204	1·0230	1·0255	1·0281
81	1·0306	1·0331	1·0357	1·0382	1·0408	1·0434	1·0459	1·0485	1·0511	1·0636
82	1·0562	1·0588	1·0614	1·0639	1·0665	1·0691	1·0717	1·0743	1·0769	1·0795
83	1·0821	1·0847	1·0873	1·0900	1·0926	1·0952	1·0978	1·1005	1·1031	1·1057
84	1·1084	1·1110	1·1136	1·1163	1·1189	1·1216	1·1242	1·1269	1·1296	1·1322
85	1·1349	1·1376	1·1402	1·1429	1·1456	1·1483	1·1510	1·1537	1·1564	1·1591
86	1·1618	1·1645	1·1672	1·1699	1·1726	1·1753	1·1780	1·1808	1·1835	1·1862
87	1·1889	1·1917	1·1944	1·1972	1·1999	1·2026	1·2054	1·2081	1·2109	1·2137
88	1·2164	1·2192	1·2220	1·2247	1·2275	1·2303	1·2331	1·2359	1·2386	1·2414
89	1·2442	1·2470	1·2498	1·2526	1·2554	1·2582	1·2611	1·2639	1·2667	1·2695
90	1·2723	1·2752	1·2780	1·2808	1·2837	1·2865	1·2894	1·2922	1·2951	1·2979
91	1·3008	1·3036	1·3065	1·3094	1·3122	1·3151	1‘3180	1·3209	1·3237	1·3266
92	1·3295	1·3324	1·3353	1·3382	1·3411	1·3440	1·3469	1·3498	1·3527	1·3557
93	1·3586	1·3615	1·3644	1·3674	1·3703	1·3732	1·3762	1·3791	1·3821	1·3850
94	1·3880	1·3909	1·3939	1·3968	1‘3998	1·4028	1·4057	1·4087	1·4117	1·4147
95	1·4176	1·4206	1·4236	1·4266	1·4296	1·4326	1·4356	1·4386	1·4416	1·4446
96	1·4476	1·4507	1·4537	1·4567	1·4597	1·4628	1·4658	1·4688	1·4719	1·4749
97	1·4780	1·4810	1·4841	1·4871	1·4902	1·4932	1·4963	1·4994	1·5024	1·5055
98	1·5086	1·5117	1·5148	1·5178	1·5209	1·5240	1·5271	1·5202	1·5333	1·5364
99	1·5395	1·5427	1·5458	1·5489	1·5520	1·5551	1·5583	1·5614	1·5645	1·5677
100	1·5708	1·5739	1·5771	1·5802	1·5834	1·5865	1·5897	1·5929	1·5960	1·5992

D) Fenyőrönkök köbtartalma a felső átmérők szerint

Felső átmérő cm	Hosszúság méterekben				Felső átmérő cm	Hosszúság méterekben			
	3	4	5	6		3	4	5	6
	Köbtartalom köbméterekben					Köbtartalom köbméterekben			
13	0·05	0 06	0·08	0·10	57	0·83	1·13	1·43	1·75
14	0·05	0·07	0·09	0·12	58	0·85	1·17	1·48	1·81
15	0·06	0·08	0·11	0·14	59	0·88	1·21	1·53	1·87
16	0·07	0·10	0·13	0·16	60	0·91	1·25	1·58	1·93
17	0·08	0·11	0·14	0·18	61	0·94	1·29	1·63	2·00
18	0·09	0·12	0·16	0·20	62	0·97	1·33	1·69	2·07
19	0·10	0·14	0·17	0·22	63	1·00	1·37	1·75	2·13
20	0·11	0·15	0·19	0·24	64	1·03	1·41	1·80	2·19
21	0·12	0·16	0·21	0·26	65	1·06	1·46	1·85	2·26
22	0·13	0·18	0·23	0·28	66	1·10	1·50	1·91	2·33
23	0·14	0·19	0·25	0·30	67	1·13	1·54	1·96	2·40
24	0·15	0·21	0·27	0·33	68	1·16	1·59	2·02	2·46
25	0‘16	0·22	0·29	0·36	69	1·19	1·63	2·08	2·52
26	0·18	0·25	0·32	0·39	70	1·23	1·67	2·13	2·60
27	0·20	0·27	0·35	0·42	71	1·26	1·72	2·19	2·67
28	0·21	0·29	0·37	0·45	72	1·30	1·77	2·25	2·74
29	0·22	0·31	0·39	0·48	73	1·33	1·82	2·31	2·82
30	0·24	0·33	0·42	0·51	74	1·37	1·87	2·37	2·89
31	0·25	0·35	0·45	0·54	75	1·40	1·92	2·43	2·96
32	0·27	0·37	0·47	0·57	76	1·44	1·97	2·49	3·04
33	0·29	0·39	0·50	0·61	77	1·48	2·02	2·56	3·11
34	0·30	0·42	0·53	0·64	78	1·52	2·07	2·62	3·19
35	0·32	0·44	0·56	0·68	79	1·55	2·12	2·69	3·27
36	0·34	0·47	0·59	0·72	80	1·59	2·17	2·75	3·35
37	0·35	0·50	0·62	0·75	81	1·63	2·22	2·82	3·43
38	0·37	0·52	0·65	0·79	82	1·67	2·27	2·88	3·51
39	0·39	0·55	0·68	0·83	83	1·71	2·33	2·95	3·59
40	0·41	0·58	0·72	0·87	84	1·75	2·38	3·02	3·67
41	0·44	0·61	0·76	0·92	85	1·80	2‘44	3·09	3·76
42	0·46	0·64	0·80	0·97	86	1·84	2·49	3·16	3·89
43	0·48	0·66	0·84	1·02	87	1·88	2·55	3·23	3·93
44	0·50	0·69	0·88	1·07	88	1·92	2·61	3·30	4·02
45	0·52	0·72	0·92	1·12	89	1·96	2·67	3·37	4·10
46	0·55	0·75	0·96	1·17	90	2·01	2·73	3·45	4·19
47	0·57	0·79	1·00	1·22	91	2·05	2·79	3·52	4·28
48	0·59	0·80	1·04	1·27	92	2·10	2·85	3·60	4·37
49	0·62	0·85	1·08	1·32	93	2·14	2·91	3·67	4·46
50	0·64	0·88	1·12	1·38	94	2·18	2·97	3·75	4·55
51	0·67	0·92	1·16	1·43	95	2·23	3·03	3·83	4·65
52	0·69	0·95	1·20	1·48	96	2·28	3·09	3·90	4·74
53	0·72	0·99	1·24	1·53	97	2·32	3·15	3·98	4·84
54	0·74	1·02	1·28	1·59	98	2·37	3·22	4·06	4·93
55	0·77	1·06	1·33	1·64	99	2·41	3·27	4·14	5·01
56	0·80	1·09	1·38	1·70	100	2·46	3·34	4·22	5·12

E) Judeich lucfenyő rúdköböző táblái

Hosszúság méter	Alsó átmérő (0·1 méter magasan a levágási lap felett) centiméter														Hosszúság méter
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	100 darab köbtartalma köbméterekben														
1	0·02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
2	0·04	0·08	0·14	0·22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
3	0·05	0·12	0·21	0·33	0·46	0·62	—	—	—	—	—	—	—	—	3
4	0·07	0·16	0·29	0·44	0·62	0·82	1·05	—	—	—	—	—	—	—	4
5	0·09	0·20	0·36	0·55	0·77	1·03	1·31	1·61	—	—	—	—	—	—	5
6	—	0·24	0·43	0·66	0·93	1·24	1·57	1·93	2·31	2·70	—	—	—	—	6
7	—	0·28	0·50	0·77	1·08	1·44	1·83	2·25	2·69	3·15	3·62	4·09	—	—	7
8	—	—	0·57	0·88	1·24	1·65	2·09	2·57	3·08	3·60	4·13	4·67	—	—	8
9	—	—	0·64	0·99	1·39	1·85	2·36	2·90	3·46	4·05	4·65	5·25	—	—	9
10	—	—	—	1·10	1·55	2·06	2·62	3·22	3·85	4·50	5·17	5·84	6·51	7·18	10
11	—	—	—	—	1·70	2·26	2·88	3·54	4·23	4·95	5·68	6·42	7·16	7·90	11
12	—	—	—	—	1·86	2·47	3·14	3·86	4·62	5·40	6·20	7·01	7·81	8·82	12
13	—	—	—	—	—	—	—	4·18	5·00	5·85	6·72	7·59	8·47	9·33	13
14	—	—	—	—	—	—	—	4·50	5·39	6·30	7·23	8·17	9·12	10·05	14
15	—	—	—	—	—	—	—	—	5·77	6·75	7·75	8·76	9·77	10·77	15
16	—	—	—	—	—	—	—	—	6·16	7·20	8·27	9·34	10·42	11·49	16
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8·78	9·93	11·07	12·21	17
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10·51	11·72	12·92	18
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12·37	13·64	19
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13·02	14·36	20

F) Krippel fajsúlytáblázatai

Fafaj (ill. csoport)	Absz.	Élő-	Fél-	Fél-	Lég-	Szoba-	Absz.	Ned-ves	Szik-kadt	Száraz
	nedves			száraz						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2. Tönk- és hasábfa										
Fenyők										
Erdeifenyő	1·09	0·782	0·628	0·552	0·529	0·512	0·496	0·698	0·586	0·538
Jegenyefenyő ...	1·13	0·840	0·630	0·488	0·440	0·430	0·420	0·728	0·548	0·458
Lucfenyő	1·10	0·780	0·600	0·488	0·452	0·434	0·424	0·684	0·534	0·467
Veresfenyő	1·17	0·810	0·680	0·618	0·600	0·588	0·580	0·736	0·643	0·608
A fenyők átlaga ..	**1·12**	**0·803**	**0·635**	**0·537**	**0·505**	**0·491**	**0·480**	**0·712**	**0·578**	**0·518**
Lágyfák										
Éger	1·13	0·830	0·674	0·582	0·550	0·532	0·520	0·746	0·621	0·564
Fűz	1·11	0·820	0·644	0·548	0·518	0·504	0·486	0·724	0·602	0·532
Nyár	1·09	0·802	0·614	0·506	0·480	0·470	0·460	0·702	0·550	0·493
Nyír	1·19	0·950	0·810	0·744	0·720	0·700	0·680	0·874	0·771	0·730
A lágyfák átlaga .	**1·13**	**0·851**	**0·686**	**0·596**	**0·567**	**0·552**	**0·537**	**0·762**	**0·636**	**0·580**
Keményfák										
Akác	1·16	1·030	0·880	0.806	0·780	0·760	0·742	0·948	0·838	0·782
Bükk	1·19	1·000	0·840	0·766	0·740	0·724	0·710	0·912	0·804	0·754
Cser	1·23	1·100	0·944	0·858	0·832	0·816	0·804	1·016	0·295	0·844
Gyertyán	1·20	1·100	0·910	0·842	0·820	0·804	0·790	0·980	0·870	0·830
Juhar...........	1·18	0·940	0·800	0·718	0·690	0·668	0·644	0·868	0·744	0·704
Kőris	1·19	0·960	0·824	0·758	0·730	0·710	0·690	0·886	0·785	0·742
Szil.............	1·15	0·980	0·814	0·716	0·680	0·656	0·634	0·883	0·757	0·696
Tölgy...........	1·19	1·042	0·872	0·780	0'750	0·732	0·714	0·952	0·818	0·767
A keményfák átl. .	**1·19**	**1·015**	**0·861**	**0·780**	**0·753**	**0·734**	**0·716**	**0·931**	**0·814**	**0·765**
Főátlag	**1·15**	**0·89**	**0·73**	**0·64**	**0·61**	**0·59**	**0·58**	**0·80**	**0·68**	**0·62**
2. Dorong és rőzse										
Dorong										
Fenyők	1·02	1·02	1·00	0·97	0·96	0·95	0·95	1·01	0·98	0·96
Lágyfák	1·01	1·01	0·99	0·98	0·97	0·96	0·96	1·00	0·98	0·97
Keményfák	1·00	1·00	0·99	0·98	0·98	0·97	0·97	0·99	0·98	0·98
Átlag	**1·01**	**1·01**	**0·99**	**0·98**	**0·97**	**0·96**	**0·96**	**1·00**	**0·98**	**0·97**
Rőzse										
Átlag	**1·02**	**1·02**	**1·00**	**0·97**	**0·96**	**0·96**	**0·96**	**1·01**	**0·98**	**0·97**

G) Az űrmértékbe rakott fa tömörtartalma

(*Baur Ferenc:* Untersuchungen über den Festgehalt und das Gewicht das Schichtholzes und der Rinde 93—95. lap.)

Választék	Lombfa									Fenyőfa								
	síma és egyenes				göcsös és görbe				Általában	síma és egyenes				göcsös és görbe				Általában
	vékony		vastag		vékony		vastag			vékony		vastag		vékony		vastag		
	Darabszám 1 űrm³-ben	Tömörtartalom %, ill. m³	Darabszám 1 űrm³-ben	Tömörtartalom %, ill m³	Darabszám 1 űrm³-ben	Tömörtartalom %, ill. m³	Darabszám 1 űrm³-ben	Tömörtartalom %, ill. m³	Tömörtartalom %, ill. m³	Darabszám 1 űrm³-ben	Tömörtartalom %, ill. m³	Darabszám 1 űrm³-ben	Tömörtartalom %, ill. m³	Darabszám 1 űrm³-ben	Tömörtartalom %, ill. m³	Darabszám 1 űrm³-ben	Tömörtartalom %, ill. m³	Tömörtartalom %, ill. m³
I. Rakásolt szerfa																		
1. Szerfahasáb	35	75	25	80	—	—	—	—	—	35	78	27	80	—	—	—	—	—
2. Szerfadorong	97	62	53	69	—	—	—	—	—	113	71	62	76	—	—	—	—	—
II. Tűzifa																		
1. Tűzihasábfa	44	72	28	76	44	65	28	67	—	47	72	31	75	43	68	28	71	—
2. Tűzidorongfa	107	63	57	70	95	57	53	64	—	114	67	65	73	100	64	55	67	—
3 Tűzi rőzsefa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A) Ürméterekben																		
Rőzsedorongfa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Törzsrőzsefa	—	—	—	—	—	—	—	—	53	—	—	—	—	—	—	—	—	60
Ágrőzsefa ...	—	—	—	—	—	—	—	—	45	—	—	—	—	—	—	—	—	48
Hosszúrőzsefa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Törzsrőzsefa..	—	—	—	—	—	—	—	—	35	—	—	—	—	—	—	—	—	52
Ágrőzsefa ...	—	—	—	—	—	—	—	—	16	—	—	—	—	—	—	—	—	16
Hulladékrőzsefa....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Törzsrőzsefa	—	—	—	—	—	—	—	—	24	—	—	—	—	—	—	—	—	45
Ágrőzsefa ...	—	—	—	—	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	—	—	—	13
B) Kéve százankint																		
Rőzsedorongfa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Törzsrőzsefa	—	—	—	—	—	—	—	—	3·75	—	—	—	—	—	—	—	—	3·46
Ágrőzsefa ...	—	—	—	—	—	—	—	—	2·53	—	—	—	—	—	—	—	—	2·17
Hosszúrőzsefa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Törzsrőzsefa	—	—	—	—	—	—	—	—	2·73	—	—	—	—	—	—	—	—	2·74
Ágrőzsefa ...	—	—	—	—	—	—	—	—	1·90	—	—	—	—	—	—	—	—	1·87
Hulladékrőzsefa....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Törzsrőzsefa	—	—	—	—	—	—	—	—	2·85	—	—	—	—	—	—	—	—	3·04
Ágrőzsefa ...	—	—	—	—	—	—	—	—	1·64	—	—	—	—	—	—	—	—	2·05
4. Tuskófa ..																		
a) Vastag, kevés gyökérfával	—	—	—	—	—	—	—	—	43	—	—	—	—	—	—	—	—	48
b) Vékony, sok gyökérfával	—	—	—	—	—	—	—	—	42	—	—	—	—	—	—	—	—	46

Ha a rakat magassága 100 cm. Más magasságokra nézve lásd a H táblázatot.

H) Különféle magasságú rakatok tömörtartalma a 100 cm magasságú rakatéhoz viszonyítva

A rakat magassága centiméterekben										A rakat magassága centiméterekben									
100	105	110	115	120	125	130	135	140	150	100	105	110	115	120	125	130	135	140	150
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	41	43	45	47	49	51	53	55	57	62
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	42	44	46	48	50	53	55	57	59	63
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43	45	47	49	52	54	56	58	60	65
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	44	46	48	51	53	55	57	59	62	66
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	45	47	50	52	54	56	59	61	63	68
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	46	48	51	53	55	58	60	62	64	69
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	47	49	52	54	56	59	61	63	66	71
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	48	50	53	55	58	60	62	65	67	72
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	49	51	54	56	59	61	64	66	69	74
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	50	53	55	58	60	63	65	68	70	75
11	12	12	13	13	14	14	15	15	17	51	54	56	59	61	64	66	69	71	77
12	13	13	14	14	15	16	16	17	18	52	55	57	60	62	65	68	70	73	78
13	14	14	15	16	16	17	18	18	20	53	56	58	61	64	66	69	72	74	80
14	15	15	16	17	18	18	19	20	21	54	57	59	62	65	68	70	73	76	81
15	16	17	17	18	19	20	20	21	23	55	58	61	63	66	69	72	74	77	83
16	17	18	18	19	20	21	22	22	24	56	59	62	64	67	70	73	76	78	84
17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	57	60	63	66	68	71	74	77	80	86
18	19	20	21	22	23	23	24	25	27	58	61	64	67	70	73	75	78	81	87
19	20	21	22	23	24	25	26	27	29	59	62	65	68	71	74	77	80	83	89
20	21	22	23	24	25	26	27	28	30	60	63	66	69	72	75	78	81	84	90
21	22	23	24	25	26	27	28	29	32	61	64	67	70	73	76	79	82	85	92
22	23	24	25	26	28	29	30	31	33	62	65	68	71	74	78	81	84	87	93
23	24	25	26	28	29	30	31	32	35	63	66	69	72	76	79	82	85	88	95
24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	64	67	70	74	77	80	83	86	90	96
25	26	28	29	30	31	33	34	35	38	65	68	72	75	78	81	85	88	91	98
26	27	29	30	31	33	34	35	36	39	66	69	73	76	79	83	86	89	92	99
27	28	30	31	32	34	35	36	38	41	67	70	74	77	80	84	87	90	94	101
28	29	31	32	34	35	36	38	39	42	68	71	75	78	82	85	88	92	95	102
29	30	32	33	35	36	38	39	41	44	69	72	76	79	83	86	90	93	97	104
30	32	33	35	36	38	39	41	42	45	70	74	77	81	84	88	91	95	98	105
31	33	34	36	37	39	40	42	43	47	71	75	78	82	85	89	92	96	99	107
32	34	35	37	38	40	42	43	45	48	72	76	79	83	86	90	94	97	101	108
33	35	36	38	40	41	43	45	46	50	73	77	80	84	88	91	95	99	102	110
34	36	37	39	41	43	44	46	48	51	74	78	81	85	89	93	96	100	104	111
35	37	39	40	42	44	46	47	49	53	75	79	83	86	90	94	98	101	105	113
36	38	40	41	43	45	47	49	50	54	76	80	84	87	91	95	99	103	106	114
37	39	41	43	44	46	48	50	52	56	77	81	85	89	92	96	100	104	108	116
38	40	42	44	46	48	49	51	53	57	78	82	86	90	94	98	101	105	109	117
39	41	43	45	47	49	51	53	55	59	79	83	87	91	95	99	103	107	111	119
40	42	44	46	48	50	52	54	56	60	80	84	88	92	96	100	104	108	112	120

I. Visszaszámító tényezők

Át.	Vi.	Át.	Vi.	Át.	Vi.	Át.	Vi.	Át.	Vi.	Át.	Vi.	Át.	Vi.	Át.	Vi.	Át.	Vi.	Át.	Vi.
0·11	9·09	0·21	4·76	0·31	3·23	0·41	2·44	0·51	1·96	0·61	1·64	0·71	1·41	0·81	1·23	0·91	1·10	1.01	0·99	1·11	0·90
0·12	8·33	0·22	4·55	0·32	3·13	0·42	2·38	0·52	1·92	0·62	1·61	0·72	1·39	0·82	1·22	0·92	1·09	1·02	0·98	1·12	0·89
0·13	7·69	0·23	4·35	0·33	3·03	2·43	2·33	0·53	0·89	0·63	1·59	0·73	1·37	0·83	1·20	0·93	1·08	1·03	0·97	1·13	0·88
0·14	7·14	0·24	4·17	0·34	2·94	0·44	2·27	0·54	1·85	0·64	1·56	0·74	1·35	0·84	1·19	0·94	1·06	1·04	0·96	1·14	0·88
0·15	6·67	0·25	4·00	0·35	2·86	0·45	2·22	0·55	1·82	0·65	1·54	0·75	1·33	0·85	1·18	0·95	1·05	1·05	0·95	1·15	0·87
0·16	6·25	0·26	3·85	0·36	2·78	0·46	2·17	0·56	1·79	0·66	1·52	0·76	1·32	0·86	1·16	0·96	1·04	1·06	0·94	1·16	0·86
0·17	5·88	0·27	3·70	0·37	2·70	0·47	2·13	0·57	1·75	0·67	1·49	0·77	1·30	0·87	1·15	0·97	1·03	1·07	0·93	1·17	0·85
0·18	5·56	0·28	3·57	0·38	2·63	0·48	2·08	0·58	1·72	0·68	1·47	0·78	1·28	0·88	1·14	0·98	1·02	1·08	0·93	1·18	0·85
0·19	5·26	0·29	3·45	0·39	2·56	0·49	2·04	0·59	1·69	0·69	1·45	0·79	1·27	0·89	1·12	0·99	1·01	1·09	0·92	1·19	0·84
0·20	5·00	0·30	3·33	0·40	2·50	0·50	2·00	0·60	1·67	0·70	1·43	0·80	1·25	0·90	1·11	1·00	1·00	1·10	0·91	1·20	0·83

J) A kéreg súlya és tömörtartalma (Baur szerint)

Választék	1 m³ súlya	100 kg tömör-tartalma	1 űrm³, illetőleg 100 köteg súlya	1 űrm³, illetőleg 100 köteg tömör-tartalma
	kg	m³	kg	m³
1. Tölgy				
a) Űrméterekbe rakva				
Vén kéreg, tisztítva, légenszáradt állapotban, lemezekben	768	0·130	289	0·376
Vén kéreg, tisztítatlan, légenszáradt állapotban, lemezekben	691	0·145	290	0·419
Fiatal kéreg : Tükörkéreg[1], nyersen	881	0·113	—	—
Fiatal kéreg : Középeskéreg[1]	840	0·119	—	—
Fiatal kéreg : Durvakéreg[1].......	804	0·124	—	—
b) Kévékben				
Vén kéreg, tisztítatlan, nyersen ..	887	0·113	1898	2·070
Vén kéreg, tisztítatlan, légenszáradt állapotban	779	0·128	1250	1·604
Fiatal kéreg, nyers (1 m. hosszú, 1 m. kerületű kéve).............	874	0·114	1911	2·185
Fiatal kéreg, légenszáradt (1 m hosszú, 1 m kerületű kéve)...	764	0·130	1131	1·480
Fiatal kéreg, nyers, 2—3 m-es hosszú kötegekben	916	0·109	4370	4·775
Fiatal kéreg, légenszáradt, 2—3 m hosszú kötegekben	851	0·117	2850	3·354
2. Lúcfenyő				
a) Űrméterekbe rakva				
Vén kéreg, tisztítatlan, nyers tekercsekben	837	0·120	227	0·272
Vén kéreg, tisztítatlan, légenszáradt tekercsekben	752	0·130	111	0·147
b) Kévékben				
Vén kéreg, tisztítatlan, nyers, tekercsekben	784	0·127	2989	3·805
Vén kéreg, tisztítatlan, légenszáradt tekercsekben	757	0·132	1150	1·517
3. Jegenyefenyő				
Űrméterekbe rakva				
Tisztítatlan, nyers, lemezekben ..	864	0·116	440	0·509
Tisztítatlan, légenszáradt, lemezekben.....................	733	0·136	312	0·425

[1] *Tükörkéreg* (Spiegelrinde) alatt a 12 cm tővastagságú fákról, *középeskéreg* alatt (Raitelrinde) a 12—14 cm tővastagságú és *durvakéreg* (Grobrinde) alatt az ennél vastagabb fákról termelt anyag értendő. Ezek a választékok nagyjából megfelelnek a kereskedelemben I., II. és III. osztályú tölgykéreg néven ismert választékoknak.

K) A szögértéknek megfelelő emelkedés százalékokban
(százszoros tangens)

Fok	%	Fok	%	Fok	%	Fok	%	Fok	%	Fok	%
1	1·75	11	19·44	21	38·39	31	60·09	41	86·93	51	123·49
2	3·49	12	21·26	22	40·40	32	62·49	42	90·04	52	127·99
3	5·24	13	23·09	23	42·45	33	64·94	43	93·25	53	132·70
4	6·99	14	24·93	24	44·52	34	67·45	44	96·57	54	137·64
5	8·75	15	26·79	25	46·63	35	70·02	45	100·00	55	142·81
6	10·51	16	28·67	26	48·77	36	72·65	46	103·55	56	148·26
7	12·28	17	30·57	27	50·95	37	75·36	47	107·24	57	153·99
8	14·05	18	32·49	28	53·17	38	78·13	48	111·06	58	160·03
9	15·84	19	34·43	29	55·43	39	80·98	49	115·04	59	166·43
10	17·63	20	36·40	30	57·74	40	83·91	50	119·18	60	173·21

TÁRGYMUTATÓ

TARTALOM

LAP

II. Az átmérő és a kerület mérése

HARMADIK FEJEZET

A fizikai köbözés

NEGYEDIK FEJEZET

Az űrmértékbe rakott faválasztékok köbözése

MÁSODIK SZAKASZ

Az állófa köbtartalmának meghatározása

ELSŐ FEJEZET

A méretek megszerzése

A) *A magasság mérése*

HARMADIK SZAKASZ

A faállomány szerkezete

NEGYEDIK SZAKASZ

A faállomány fatömegének meghatározása

Általános szemléletek

LAP

II. Próbateres becslési módok

B) *A mellmagassági átmérők felvételét mellőző becslési módok*

LAP

MÁSODIK RÉSZ

A kor

Általános szemléletek

I. Egyes fák kora

II. A faállomány kora

HARMADIK RÉSZ

A növedék

Általános szemléletek

A) *Az egyesfa növedéke*

I. Az egységekben kifejezett növedék meghatározása

NEGYEDIK RÉSZ

A fatermestan vázlata

B) *A faállomány fatermestana*

FÜGGELÉK

Műmellékletek a „Függelék“ előtt.