



Pelt. nplv. n. III. 222/34-2

~~48/58~~

ERDŐBECSLÉSTAN

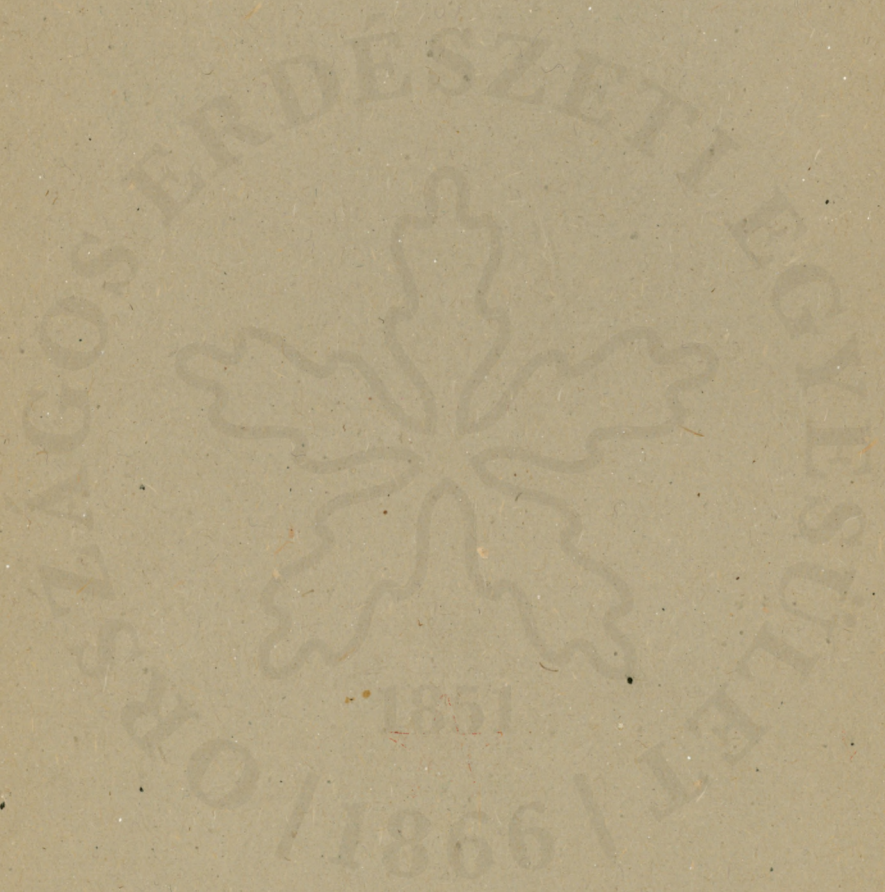
AZ ERDÉSZETI TECHNIKUMOK
III. OSZTÁLYA SZÁMÁRA



Reg. n. 34/6
ny. n. 29/6.



1950



Lelt. nyilv. n. III. 222/34-2.

ERDŐBECSLÉSTAN

AZ ERDÉSZETI TECHNIKUM III. OSZTÁLYA
SZÁMÁRA

ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET
KÖNYVTÁRA

34/6
1473 / 2019

12 / 3

OEE Könyvtár
Áll. EII. 2019



1950

A FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM SZAKOKTATÁSI FŐOSZTÁLYA

1851-1866

WAGNER KÁROLY ERDÉSZETI SZAKKÖNYVTÁR

1851-1866

ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET
KÖNYVTÁR

ALF. E. 2019
OEE KÖNYVTÁR

1851

1866

A VALLÁS ÉS KÖZOKTATÁSÜGYI MINISZTER
RENDELETÉRE



TANKÖNYVKIADÓ
BUDAPEST

BEVEZETÉS

Az erdőgazdasági üzemi gyakorlat gyakran állítja az erdészeti szakembereket olyan feladat elé, hogy egyes fák, vagy egész állományok köbtartalmát, korát, vagy növedékét kell megállapítaniok. Ugyancsak sokszor feladata az erdésznek, hogy már kidöntött, vagy erdőn feldolgozott fáknak, illetőleg választékoknak a mennyiségét határozza meg.

Az erdőbecslés foglalkozik a lábon álló fák, vagy faállományok köbtartalmának, korának és növedékének a meghatározási módjaival. Ugyanebben az ismeretkörben foglalkozunk a kidöntött fáknak, vagy az abból készült erdei faválasztékoknak a köbtartalom-meghatározási módjaival is, bár ez a feladat már inkább az erdőhasználat körébe tartozik.

Az erdőbecslés nem választható el az erdészeti ismeretek legtöbbszörétől. Bizonyos mennyiségtani, növényntani, erdőhasználati és erdőművelési ismereteket fel kell tételeznünk mindazokról, akik ezzel a tárgykörrel foglalkozni akarnak.

Az erdőbecslés gyakorlati fontosságát azzal magyarázhatjuk, hogy a ledöntött fák értékét annak minősége és mennyisége alapján határozhatjuk csak meg. Azonkívül az erdőrendezés egyik legfontosabb feladata, a hozadékszabályozás, el sem képzelhető a lábon álló élő fakészlet és növedékének az ismerete nélkül.

I. RÉSZ

A FA KÖBTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

ÁLTALÁNOS FOGALMAK

A fa teste három fő-részre tagozódik: a törzsre, az ágakra és a gyökérzetre.

A *törzs* a fa legértékesebb része. Ebben van a legtöbb hasznosítható faanyag. Alakja felfelé egyre, de nem egyenletesen keskenyedő, többnyire egyenes növekedésű, keresztmetszete körhöz közelálló.

Koronának nevezzük a fa felső elágazó részét. Ez nemcsak az ágakat, hanem a törzsnek azt a részét is magában foglalja, amelyből az ágak erednek. Sokszor — főként lombfáknál — a koronában a törzs ágakra oszlik szét és fel sem ismerhető határozottan. Legtöbb fenyő törzse a koronában is jól elkülönül az ágaktól és egészen a csúcsig követhető.

A levágott fának visszamaradt törzs-része a *tuskó*, ami tulajdonképpen még a törzshöz tartozik. A tuskónak a törzssel együtt való kiemelése hosszadalmas és költséges (irtás), ezért csak értékes törzsek kidöntésekor alkalmazzuk. A tuskó a gyökerekkel együtt *tuskó- és gyökérfa* néven szerepel az erdőbelesztanban.

A FÁK ALAKVISZONYAI

A törzs alakjáról legjobb képet annak hosszmeteszete ad. (Lásd 1. ábra). Mivel a törzs vastagsága a hosszához képest kicsi, az ábrán a vastagságokat tízszeres nagyítással rajzoltuk a hosszához képest. Mint látjuk, a szabályos törzs kúp-szerű forgási testhez hasonlít, amelynek alkotója legfeljebb rövid szakaszo-

kon egyenes, legtöbbször szabálytalan görbe. A törzs alsó része kiszélesedik, ezt a darabot a *fa lábának*, vagy *talp*nak nevezzük. Ha részleteiben vizsgáljuk a törzset, láthatjuk, hogy az alsó része homorú, a felső része domború és a közepe a legtöbb esetben csaknem egyenes.

A törzs keresztmetszete — különösen a fenyőké — megközelíti a kör alakját. A lombfák törzsének a keresztmetszete többnyire nem szabályos kör, bordák, öblök találhatóak rajta és sokszor elliptikus, vagy tojásalakú.

FAVÁLASZTÉKOK

A faanyagot nemcsak mennyisége, hanem alakja, minősége és használhatósága szempontjából is osztályoznunk kell. Ezt az osztályozást nevezzük *választékolásnak*.

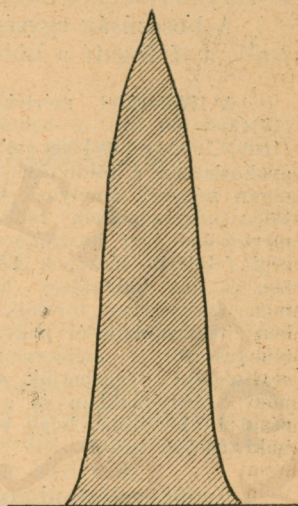
A ledöntött fa legértékesebb része a *szerfa*, vagyis mindaz a faanyag, amely további feldolgozásra és műszaki célokra alkalmas. A legértékesebb szerfa az egészséges törzs. Szerfa-választék még az ú. n. *szerhasáb* és *szerdorong* is, amelyeknek hossza 1 m.

Tűzifa mindaz, amely ipari továbbfeldolgozásra nem alkalmas. Ez lehet *hasábf*a (vastagabb hasítványok), *dorongf*a (hengeres hasítatlan darabok) és *botf*a (vékonyabb fadarabok). A tűzifa-választékok hossza mindig 1 m. További tűzifa-választékok a *gallyf*a (vékonyabb szabálytalan alakú ágdarabok) és a *tuskóf*a (a tuskóból és a gyökérből kikerülő szabálytalan alakú hasítványok).

Durvább erdőbecslési választékolás az ú. n. *vastagf*a és *vékonyf*a, amelyeknek határértéke 5—7 cm-es vastagság. Vastagfa mindaz a választék, amely 5—7 cm-nél vastagabb és vékonyfa, amelyik ennél vékonyabb.

Megkülönböztetünk természetesen még a szerfán és tűzifán belül is minőségi osztályokat.

Külön választék a *kéreg*, ahol azt értékesíteni szokták.



1. ábra. Egy törzs hosszszelvénye.

MÉRTÉKEGYSÉGEK

Az erdőbecsléssel kapcsolatban hosszúság-, terület-, térfogat- és súlymértékeket használunk.

A hosszúság egysége a méter (m), a területé a négyzetméter (m²), a térfogaté a köbméter (m³) és a súlyé a kilogramm (kg).

A földterület mértékegysége a négyzetméter többszöröse: az ár (10×10=100 m²), a hektár (100×100=10 000 m²) és a négyzetkilométer (1000×1000=1 000.000 m²=100 hektár=10 000 ár). Ma még nálunk a gyakorlatban a földterület mértékegysége a négyszögöl (négyzetöl). Ez egy olyan négyzet, amelynek mindene oldala egy bécsi öl, azaz 1,896 m, illetőleg négyszögölnek 1600-szorosa, a katasztrális hold. Ezeket a területmértékeket kell használnunk mindaddig, amíg a telekkönyvi hatóság a régi felvételű térképek alapján a földingatlanok területét négyszögölekben és kat. holdakban tartja nyilván. Minden új térkép-felvétel már méter-rendszerben történik és a területadatokat négyzetméterekben, árakban, hektárakban és négyzetkilométerekben mutatják ki. A bécsi öl mértékegységről a méteres mértékegységre való átszámításokat táblázatok segítségével végezhetjük el a leggyorsabban, amelyeneket az Erdőmérnöki Segéd táblákban és az Erdészeti Zsebnaptárban találhatunk. Tájékoztatásul itt közöljük, hogy egy négyszögöl=3,597 négyzetméter és egy kat. hold=0,576 hektár.

Erdőbecslés tanban a fa köbtartalma alatt a fa alakja által meghatározott test térfogatát értjük, beleértve a fa szövetét képező kérget is. Ennek egysége a *tömörköbméter*, jele a m³ vagy tm³. A rakásolt faanyagot (tűzifa, szerhasáb stb.) *ürköbméterben* fejezzük ki, jele ürm³. Az ürköbméterben az egyes fadarabok közötti hézagok is benne foglaltnak. A normál ürköbméteres rakatnak a hossza, szélessége és magassága egyaránt egy méter.

A szabályos rőzseköteg hossza és kerülete egy méter.

Egyes vidékeken kialakulnak sajátos mértékegységek is, mint kupac, kéve, hátiteher stb.

A gyakorlatban, ha a faállományok összes faegyedeinek köbtartalmáról van szó, akkor egyszerűen csak *fatömegről* beszélünk, amely minden esetben térfogatot jelent.

A) FEKVŐ FÁK KÖBTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

A HOSSZÚSÁG MÉRÉSE

A fekvő fa hosszának a megmérésére használhatunk mérőszalagot, mérőrudat, mérővesszőt, vagy fakörzőt.

A ledöntött fa hosszának a megméréséhez igen cészerűen használhatjuk a *mérőszalagot*. Ez készülhet acélból, amely pontosabb, de nehéz és nedves időben rozsdásodik. A vászon-szalag könnyű, bőrtokba csavarható, ezért jobban kedvelik.

A fekvő fa hosszának a mérésére használhatunk *mérőrudat* (2—5 m hosszú), vagy a még egyszerűbb összecuszkható *zseb-mérővesszőt* (collstok). Ezek használatakor a rúd vagy vessző végét ironnal a törzsön megjelöljük és addig rakjuk egymás mellé, amíg a törzs végére nem érünk.

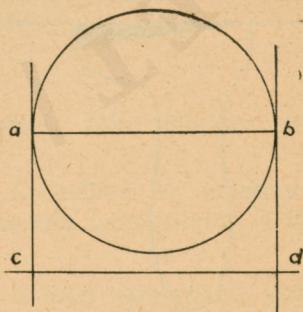
A gyakorlatban sokszor találkozunk az ú. n. *fakörzővel*, amelynek nyílása egy méter. Használata egyszerű és gyors, egy ember is dolgozhat vele.

AZ ÁTMÉRŐ MÉRÉSE

A fa átmérőjét egyszerű zseb-mérővesszővel csak ott mérhetjük meg közvetlenül, ahol a fát elfűrészeltük, amikor a mérővesszőt a vágásra fektelhetjük.

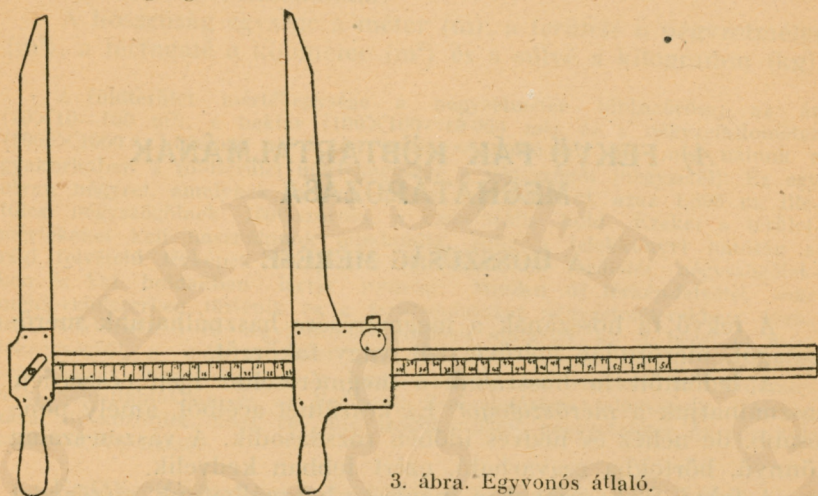
Egyéb helyen az átmérőt erre a célra készült eszközzel, az *átlalóval* mérhetjük meg. Az átlalónak a működése azon az elven alapszik, hogy a kör két párhuzamos érintője közötti merőleges távolság ugyanakkora, mint a kör átmérője (lásd 2. ábra).

A gyakorlatban legelterjedtebb *egyvonós átlaló* rajzát a 3. ábrán láthatjuk. Az átlaló egyik szára a vezetősínhez mereven illeszkedik, a másik

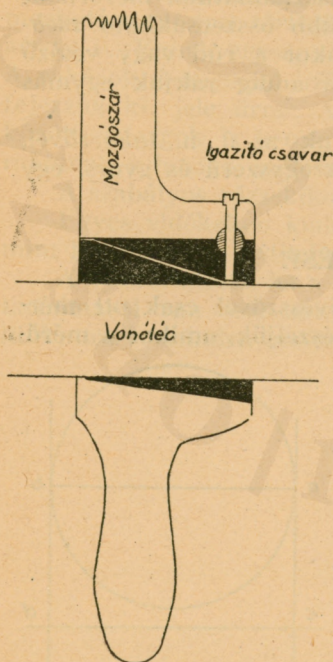


2. ábra. Az átmérő mérésének elve.

szára pedig ezzel párhuzamosan eltolható. A két szár egymástól való távolsága a vezető-sín beosztásáról leolvasható és ez a törzs vastagságával azonos.



3. ábra. Egyvönös átlaló.

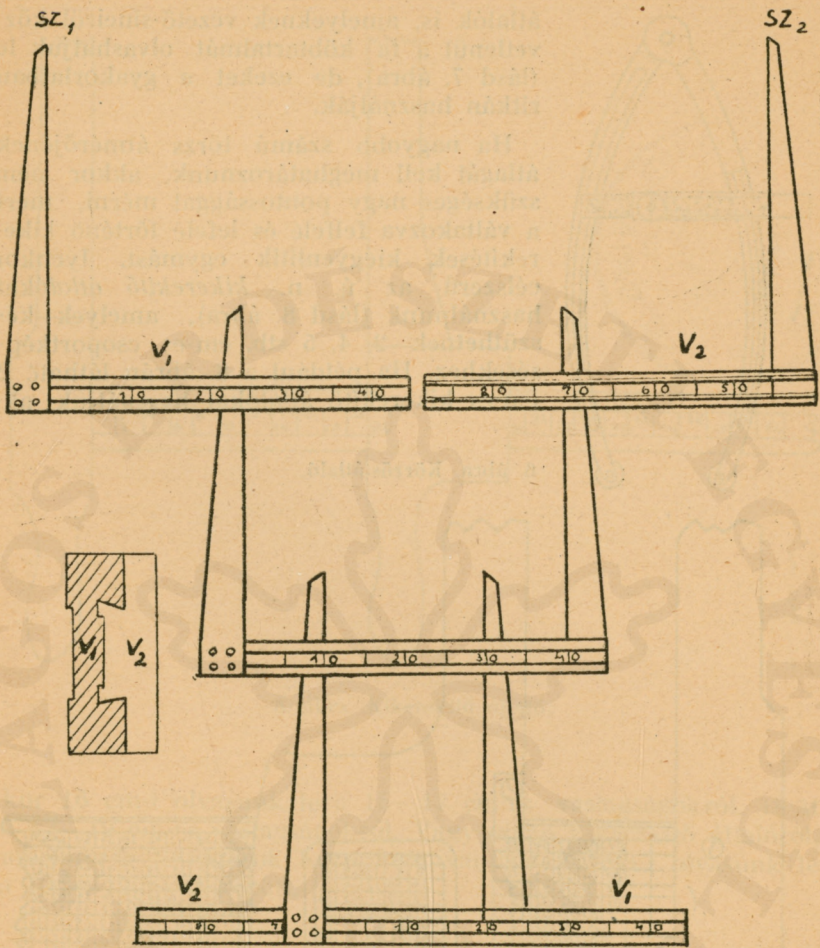


4. ábra. A ferdejártatú átlaló mozgó szárának nyílása.

A jó átlalótól megkívánjuk, hogy mindkét szára a vezetősínre merőlegesen álljon, a mozgó-szár lehetőleg könnyen járjon, tartós és könnyű legyen, kezelése pedig lehetőleg egyszerű.

Az ú. n. *ferdejártatú átlaló* (Böhmerle-féle) mozgó szárának nyílása rézsútos a könnyebb mozgathatóság érdekében. Ha az átlaló szára a törzshöz ér, pontosan merőleges helyzetben megfeszül. A merőleges helyzet az igazító-csavarral beállítható. (Lásd 4. ábra).

A *kétvönös átlalót* az 5. ábrán láthatjuk. Ez két egyforma, egymásba csúsztható, derékszögben álló kar, amely összetolt állapotban csak fele olyan hosszú, mint a mérhető legnagyobb átmérő. Ezért kisebbre összezúszható, mint az egyvönös átlaló. Hátránya, hogy a hosszú vezetőket igen lazára kell készíteni, különben nedves időben bedagad, azon-



5. ábra. Kétvonalós átlaló.

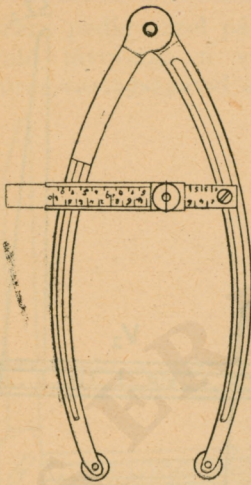
kívül a kiálló szárok miatt a fekvő fák átlalása nehézkes.

Készítettek átlalókat körző-szerű kivitelben is, amelynek nyílása a szárok között alkalmazott mércén leolvasható. (Lásd 6. ábra).

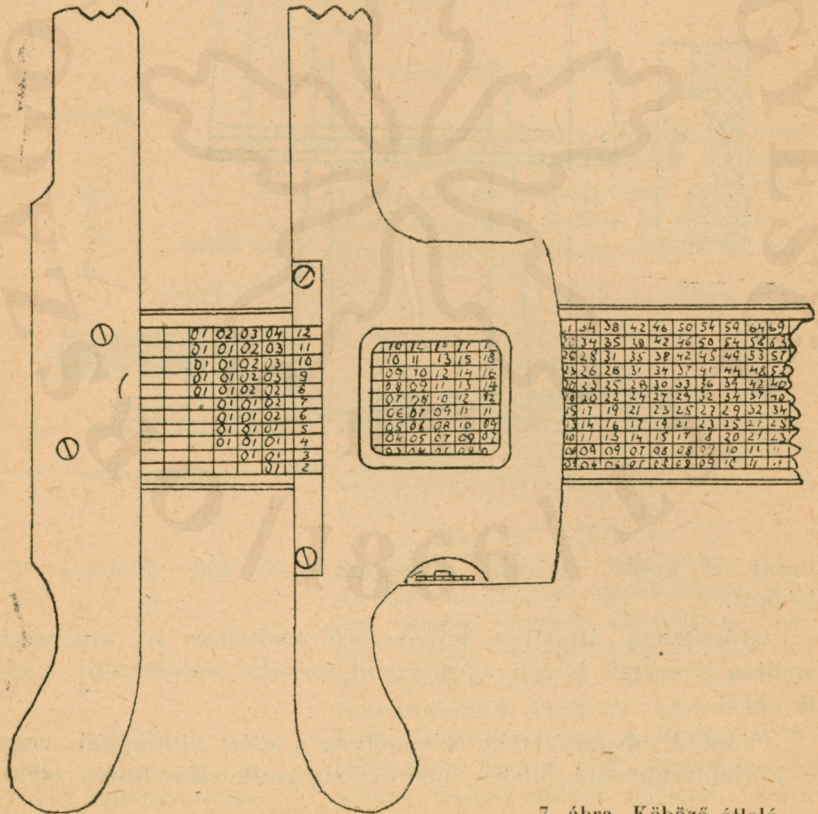
Vannak olyan átlalók is, amelyek a mért átmérőket, vagy a körlapterületeket ötletes módon feljegyzik. Készültek olyan

átlalók is, amelyeknek vezető-síneiről közvetlenül a fa köbtartalmát olvashatjuk le (lásd 7. ábra), de ezeket a gyakorlatban ritkán használják.

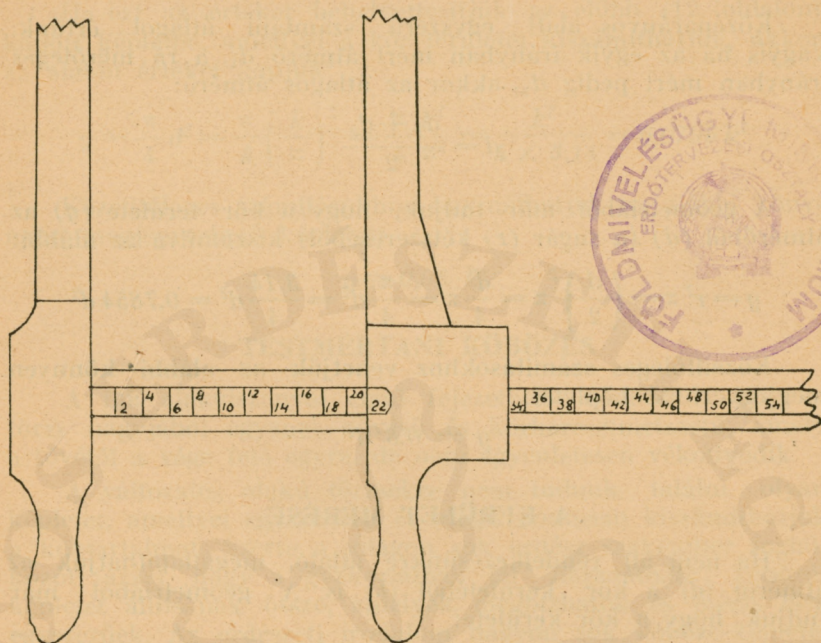
Ha nagyobb számú törzs átmérőjének átlagát kell meghatározni, akkor nem szükséges nagy pontossággal mérni, mert a váltakozva felfelé és lefelé történő kikerekítések kiegyenlítik egymást. Ilyenkor célszerű az ú. n. *kikerekítő átlalókat* használni (lásd 8. ábra), amelyek készülhetnek 2, 4, 5 stb. cm-es csoportképzésekhez. Ha például a 8. ábrán látható 2 cm-es kikerekítő átlalókat használjuk, ak-



6. ábra. Körzős-átlaló.



7. ábra. Köböző átlaló.



8. ábra. Kikerekítő átlaló.

kor 16 cm-t olvasunk le a 15—17 cm-es vastagságokról, 18-at a 17—19 cm-es vastagságokról. Vagy olyan kikerekítő átlalóról, amelyen a beosztások 5 cm-ként vannak, 15 cm-t olvasunk le a 12,5—17,5 cm között.

A KÖRLAP TERÜLETÉNEK MEGHATÁROZÁSA AZ ÁTMÉRŐ SEGÍTSÉGÉVEL

A fák alakviszonyai című fejezetben említettük, hogy a fák törzsének keresztmetszete megközelítőleg kör, de attól sokszor jelentősen eltér. Éppen ezért, ha pontos eredményt akarunk elérni, nem elégedhetünk meg egyetlen átmérő méréssel, mert ez lehet, hogy a legrövidebb, vagy a leghosszabb, de a legritkább esetben az átlagos, amivel számolnunk kellene. Gyakorlatilag elegendő, ha két egymásra merőleges irányban mérjük meg az átmérőt és ezek középarányosát fogadjuk el a körlap átmérőjéül.

Középarányos alatti egyszerű számtani átlagot értünk. Vagyis ha az egyik irányban mért átmérő d_1 , a rá merőleges irányban mért pedig d_2 , akkor az átlagos átmérő:

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

A geometriából már tudjuk, hogy a kör területe (g) az átmérőből (d) (a sugár (r) kétszereséből) kiszámítva az alábbi:

$$g = r^2 \pi = \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi = \frac{d^2}{4} \pi = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{3,14}{4} d^2 = 0,7854 d^2$$

Közelítőleges számításokhoz vehetjük az alábbi könnyen megjegyezhető képletet:

$$g = 0,8 d^2$$

A KERÜLET MÉRÉSE

Ha nem áll rendelkezésünkre átlaló, megállapíthatjuk az átmérőt (d) a kör kerületéből (k) is. A geometriából már tudjuk, hogy a kör kerülete:

$$k = d \cdot \pi$$

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

A kerületet hajlékony acél- vagy vasszon-mérőszalaggal közvetlenül mérhetjük. Ha csak mérővessző van nálunk, akkor egy zsineggel mérjük meg a kerületet és ennek a hosszát a mérő vesszőn leolvashatjuk.

A kerület mérésekor a kéreg egyenetlenségeit is mindig mérjük, ezért a kerületből kiszámított átmérő valamivel vastagabb lesz a valóságnál.

A magyar posta a telefonoszlopok vastagságát mindig a kerülettel méri és adja meg.

A KÖRLAP TERÜLETÉNEK KISZÁMÍTÁSA A KERÜLET SEGÍTSÉGÉVEL

Az előbbieken már megismertük, hogy a kör átmérője a kerületből az alábbi képlettel számítható ki:

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

Ha ezt az értéket behelyettesítjük az előbb (12. oldalon) kapott képletbe, amellyel a kör területét kiszámíthatjuk, akkor az alábbi értéket kapjuk:

$$g = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{\pi}{4} \left(\frac{k}{\pi} \right)^2 = \frac{\pi k^2}{4 \pi^2} = \frac{k^2}{4 \times 3,14} = 0,0796 k^2$$

Közelítőlegesen számításokhoz használhatjuk az alábbi könnyen megjegyezhető képletet:

$$g = 0,08 k^2$$

TESTMÉRTANI KÖBÖZÉS

A fák alakviszonyai című fejezetben említettük, hogy a törzs nagyjából egyenes növéssű és körkeresztmetszetű, amely a tövétől a vége felé egyre, de nem egyenletesen vékonyodik.

A változatos alakú törzsekre nem tudunk találni olyan képletet, amellyel egyszerűen és mégis pontosan kiszámíthatjuk a köbtartalmat. Szerte a világon sok erdész szakember foglalkozott azzal, hogy a gyakorlatban jól használható köböző-képletet állítsanak össze, amelyek megbízhatók és mégis elég egyszerűek. Az erdészeti irodalom nagyon sok köböző-képletet ismer, de a gyakorlat legszívesebben *Huber* képletét alkalmazza. Huber képlete:

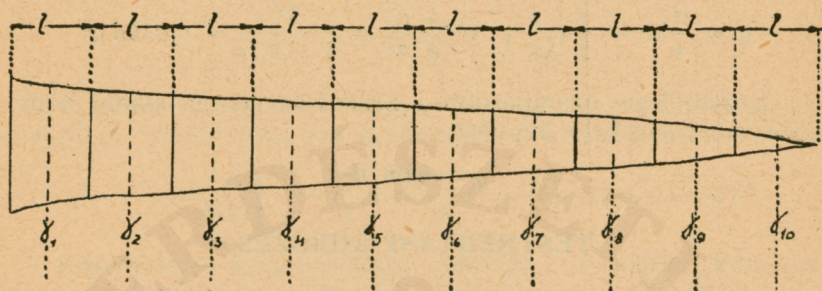
$$v = \gamma \cdot l$$

ahol v a törzs köbtartalma, γ a törzs hosszának felében lévő körlap területe, l pedig a törzs hossza. Ez a képlet alkalmas hengernek, domború-kúpnak, csonka-domború-kúpnak és csonka-kúpnak a köbtartalom számítására. A törzsek alakja ezekhez a szabályos mértani testekhez elég közel áll, tehát a kapott eredmény elég pontos. A képlet nagyon egyszerű és annál megbízhatóbb, minél rövidebb a köbözendő fa hossza.

SAKASZOS KÖBÖZÉS

Az előbbieken már láttuk, hogy a törzs a tövétől a csúcsa felé nem egyenletesen vékonyodik és ez a változás még ugyanazon fafajon belül is nagyon eltérő lehet. Azt is tudjuk már, hogy Huber képlete annál pontosabb eredményt ad, minél rövidebb a köbözendő fa hossza. Ezért sokkal pontosabban tudjuk a köbtartalmat meghatározni akkor, ha a törzset képzeletben egyenlő hosszúságú szakaszokra osztjuk, mindegyiknek külön-külön meghatározzuk a köbtartalmát és végül összegezzük azo-

kat. A 9. ábrán láthatjuk a törzsnek ilyen képzeletbeli felosztását, ahol minden szakasznak a hossza egyformán l és a szakaszoknak a felében lévő körlapterületek $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_{10}$.



9. ábra. Szakaszos köbözés.

Az egész törzs köbtartalmát pedig úgy kapjuk, hogy az l hosszúságú szakaszok köbtartalmát összegezzük:

$$v = \gamma_1 l + \gamma_2 l + \gamma_3 l + \dots + \gamma_{10} l$$

Ha a mindegyik tagban szereplő közös hosszát, az l -t kiemeljük, akkor a fenti képlet az alábbi módon néz ki:

$$v = l(\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_{10})$$

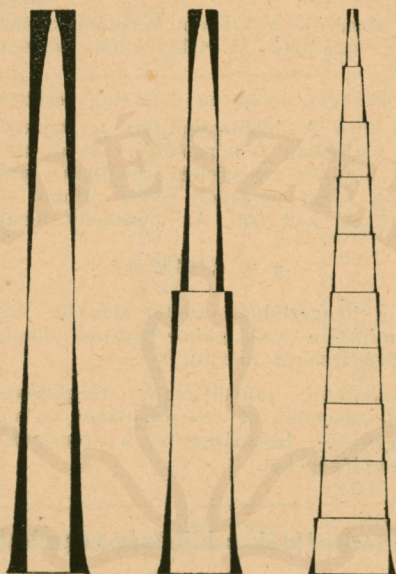
Az így elkövetett hiba már egész csekély és annál kisebb lesz, minél rövidebbre vettük az egyes szakaszokat. A gyakorlatban 2—4 m-es szakaszokat szoktunk venni.

Az alábbi kis táblázat tájékoztatást nyújt arról, hogy hány százalékos hibát követünk el egy törzs valódi köbtartalmához (amelyet pontos számítás szerint $5,2361 \text{ m}^3$ -nek találtunk) képest akkor, ha a törzset Huber képlete szerint egy darabban, vagy szakaszos köbözéssel először kettő, majd tíz szakaszra osztva köbözük. (Lásd 10. ábra.)

A szakaszok száma	A kiszámított köbtartalom m^3	A hiba %
1	3,9260	— 25,0
2	4,9090	— 6,2
10	5,2230	— 0,25

Abban az esetben, ha tíz részletben köbözük a törzset, az elkövetett hiba már olyan kicsi, hogy a gyakorlat szempontjából elhanyagolható.

A szakaszos köbözés az összes testmértani eljárások között a legpontosabb és legmegbízhatóbb. Azonban elég sok mérést és számítást igényel, ezért csak akkor alkalmazzuk, ha a fekvő fa köbtartalmát nagy pontossággal kell meghatározni.



10. ábra. Egy törzs szakaszos köbözése egy, kettő- és tíz részletben.

A körlap és köbtartalom számításának segédeszközei

A körlap területének a kiszámításához, valamint a köbtartalom számításához sok szorzást kell végeznünk, ami hosszadalmas és fárasztó dolog, ha sok törzsről van szó. A számítások kiküszöbölhetők megfelelő táblázatok használatával. Ezeket a táblázatokat úgy szerkesztették, hogy belőlük közvetlenül kiolvashatjuk a mért átmérőhöz tartozó körlapterületet. Ha több azonos átmérőjű körlap területének az összegére vagyunk kíváncsiak, ezt ugyancsak kiolvashatjuk közvetlenül az ú. n. körlapszorzási táblákból. Ugyanezzel a táblával hengerköbtartalmat is számíthatunk, amikor a körlapok száma helyett a henger hosszánál olvassuk le a köbtartalmat. A Függelék A. táblázata egy körlaptábla, a B. pedig hengertábla és egyszersmind körlapszorzási tábla kivonata.

Példák a táblázatok használatához:

1. Mekkora a területe annak a körnek, amelynek az átmérője 26 cm?

A Függelék A. táblázatából közvetlenül kiolvashatjuk, hogy a 26 cm átmérőjű körnek a területe 0,05309 m².

2. Mennyi a területe 48 olyan körnek, amelyeknek átmérője 26 cm?

A Függelék B. táblázatából közvetlenül kiolvashatjuk, hogy 48 darab 26 cm-es kör területeinek az összege 2,548 m².

Ugyanezt az adatot kapjuk természetesen akkor is, ha az előző példában szereplő 26 cm átmérőjű kör területét 48-cal megszorozzuk.

Ha egy 26 cm átmérőjű és 48 m hosszú henger köbtartalmára volnánk kíváncsiak, ez ugyancsak 2,548 m³ volna.

3. Mennyi a köbtartalma egy 22 cm átmérőjű 17 m hosszú hengernek?

A Függelék B. táblájából közvetlenül kiolvashatjuk az eredményt:

$$v = 0,646 \text{ m}^3$$

4. Mekkora az átmérője a 176 cm kerületű körnek?

A Függelékben található C. táblázatból közvetlenül kiolvashatjuk, hogy 56 cm.

5. Az átmérő 36,8 cm, mekkora a körlap területe?

A Függelékben levő A. táblázatból ezt is közvetlenül kiolvashatjuk. Az első függőleges oszlopban felkeressük a 36-os számot és ennek vízszintes sorában a 8 mm-nek megfelelő rovatban megtaláljuk a kívánt adatot. A számoszlop fején megadott egész számot (ami jelen esetben 0, ...) a számcsoport elé kell írni. Az eredmény tehát:

$$g = 0,10636 \text{ m}^2$$

Természetesen a hengertáblák adatai törzsek, vagy törzsrészek köbtartalmának a kiszámítására csak akkor lesznek alkalmasak, ha a Huber-képlet alapján a középméret mérjük le.

A köbözés számítási műveleteinek megkönnyítésére készítettek különleges rendszerű számoló- és szorzótáblákat, számológépeket, számológörongókat, stb. Igen jól használhatjuk a szorzások gyors és pontos végrehajtására a számológépeket.

Gyakorlati példák a köbözés végrehajtására

1. Adva van egy 4 m hosszú rönkö, amelynek kiszámítandó a köbtartalma segédeszköz nélkül és segédtáblák segítségével is.

A rönkö hosszát mérőszalaggal mértük le és miután megállapítottuk, hogy hossza pontosan 4 m, ennek fél távolságában, azaz 2 m-nél megmérjük a középméretet (δ). Az átmérőt egymásra merőleges két irányban mértük meg átlalóval. Az egyik irányú mérés 41 cm-t, a másik irányú pedig 43 cm-t eredményezett, ezek átlaga tehát 42 cm lesz. A köbtartalom Huber képlete szerint:

$$v = \gamma, l = \frac{\pi}{4} \delta^2 l = \frac{3,14}{4} \times 0,42^2 \times 4 = 0,554 \text{ m}^3$$

Ha az eredményt köbmétereiben akarjuk megkapni, akkor valamennyi hossz méretet métereiben kifejezve kell a képletbe helyettesíteni. Ezért írtuk a 42 cm-t 0,42 m-nek.

Ezt az eljárást a gyakorlatban csak akkor használjuk, ha segédtáblák nem állnak rendelkezésünkre. A hengertáblából ugyanezt az eredményt közvetlenül kiolvashatjuk.

2. Határozzuk meg egy fekvő 36 m hosszú lúcfenyőtörzs köbtartalmát szakaszos köbözéssel.

A mérőszalagot az alsó vágaslaptól kezdve a csúcs felé végigfektetjük a törzsen. Ha kétméteres szakaszokban köbözünk, akkor az egyes rész-törzsek középső szakaszai mindig a páratlan számú méterekre esnek (lásd 9. ábra). Az első 2 m-es szakasz középső átmérőjét 1 m-nél, a

másodikét 3 m-nél, a harmadikét 5 m-nél és így tovább kell mérnünk. A felvételről készült jegyzőkönyv beosztása és tartalma az alábbi:

Távolság az alsó vágás-laptól	Középső átmérő	Körlap
m	cm	m ²
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



A körlaptáblából azonnal kiírjuk az egyes mért átmérőkhöz tartozó körlapterületeket (jobboldali oszlop) és összegezzük ezeket. Az egész törzs köbtartalmát megkapjuk, ha a körlapok összegét megszorozzuk az egyes szakaszok hosszával, jelen esetben 2 m-el. A 14. oldalon található képletet használjuk fel számításunkhoz:

$$v = l (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n)$$

ahol l az egyes szakaszok hossza, $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$ pedig az egyes szakaszok középső körlapjának a területe és az egész zárójel a körlapok területének az összege.

A fenti példában a lúcfenyő-törzs köbtartalma tehát:

$$v = 2 \times 0,935 = 1,87 \text{ m}^3$$

Ha olyan hengertábla áll rendelkezésünkre, amelyből a 2 m-es henger-darabok köbtartalmát a mért átmérő alapján közvetlenül kiolvashatjuk, akkor az egyes törzs-szakaszok köbtartalmát írhatjuk ki azonnal a táblázatból. Ezek összegezése adja az egész törzs köbtartalmát:

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

ahol $v_1, v_2, v_3, \dots, v_n$ az egyes szakaszok köbtartalmát jelenti.

Természetesen akármelyik módszerrel is dolgozunk, az egyes szakaszok középső átmérőjét mindig két egymásra merőleges irányban mérjük le és ezeknek középarányosával számolunk.

3. Határozzuk meg egy 26 cm középtátmérőjű 10,6 m hosszú szálfá köbtartalmát hengertábla segítségével.

A hengertáblában a hosszúságok csak egész méterekben vannak megadva (lásd Függelék B. táblázat), ezért a feladatot csak közvetett úton oldhatjuk meg. Először kiolvassuk a 26 cm átmérőhöz tartozó 10 m hosszú henger köbtartalmát és azt leírjuk (0,531 m³). Aztán megkeressük ugyanehhez az átmérőhöz tartozó 6 m hosszú henger köbtartalmát és ha ezt tízzel elosztjuk, megkapjuk a 0,6 méter hosszú henger köbtartalmát (0,032 m³). A kettőt összegezve az eredményhez jutunk, azaz 0,563 m³-hez.

A KÉREG KÖBTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

Legtöbb esetben a fekvő fán a kéreg még rajta van és ha a köbözéshez felhasznált átmérőket kéreggel együtt mérjük, a kapott eredményben mind a fa, mind a kéreg köbtartalma benne lesz.

Sokszor szükséges a kéreg köbtartalmát külön kimutatnunk, amely feladatot csak közvetett úton tudjuk megoldani. Megállapítjuk először a törzs köbtartalmát kéregben, aztán ugyanazt kéreg nélkül. A két köbtartalom különbsége fogja megadni a kéreg köbtartalmát.

Ehhez a művelethez mérnünk kell a szükséges átmérőket, kéregben és kéreg nélkül. Azonban nem kell az egész fát lekérgezni, hanem csak ott, ahol az átlalóval befogjuk.

Határozzuk meg egy 6 m-es bükk rönkö kérgének a köbtartalmát szakaszos köbözéssel (2 m-es szakaszokkal). A középső átmérőket tehát mérni fogjuk 1, 3 és 5 m-en.

Távolság az alsó vágásalaptól	A z á t m é r ő		A k ö b t a r t a l o m	
	kéregben	kéreg nélkül	kéregben	kéreg nélkül
m	cm		m ³	
1	40,1	39,1	0,2526	0,2401
3	38,8	37,9	0,2365	0,2256
5	37,7	36,9	0,2233	0,2139
Összesen :			0,7124	0,6796

A kéreg köbtartalma tehát $0,7124 - 0,6796 = 0,0328$ m³, vagy százalékokban kifejezve:

$$\frac{3,28}{0,7124} = 4,6\%$$

Vastagabb kérgű fafajok (tölgy, erdefenyő, stb.) kéregmennyisége a törzs köbtartalmának 20%-át is meghaladhatja. Minél vékonyabb a törzs átmérője, annál több a kéreg köbtartalma a törzs köbtartalmához képest.

CSOPORTOS KÖBÖZÉS

Ha az azonos átmérővel, vagy hosszúsággal bíró darabokat egy csoportba foglaljuk, a köbözési eljárást lényegesen leegyszerűsíthetjük.

• Ha valamely csoporton belül a hosszúság azonos, akkor először a vastagsági fokok szerint (pl. 2 cm-ként) összefoglalt darabszámokat határozzuk meg és a körlapszorzási táblából minden vastagsági fokra kiolvassuk a körlapösszegeket. Ezeket összegezzük és az összeget megszorozzuk a közös hosszal. Így megkapjuk az egész csoport köbtartalmát.

Számítsuk ki az alábbi 4 m-es hosszúságú rönkő-csoport együttes köbtartalmát:

32 cm középmérvével 10 drb, ezek körlapösszege: 0,804 m²

34 cm középmérvével 22 drb, ezek körlapösszege: 1,997 m²

36 cm középmérvével 23 drb, ezek körlapösszege: 2,341 m²

38 cm középmérvével 12 drb, ezek körlapösszege: 1,361 m²

40 cm középmérvével 8 drb, ezek körlapösszege: 1,005 m²

Összesen: 75 drb, ezek körlapösszege: 7,508 m²

Ezt az együttes körlapösszeget megszorozzuk a közös hosszal, azaz 4 m-rel és megkapjuk a csoport köbtartalmát:

$$7,508 \times 4 = 30,032 \text{ m}^3$$

Csoportos köbözéshez használhatjuk az ú. n. *rönkő- és rúd köböző-táblákat*, amelyek tapasztalati úton készültek.

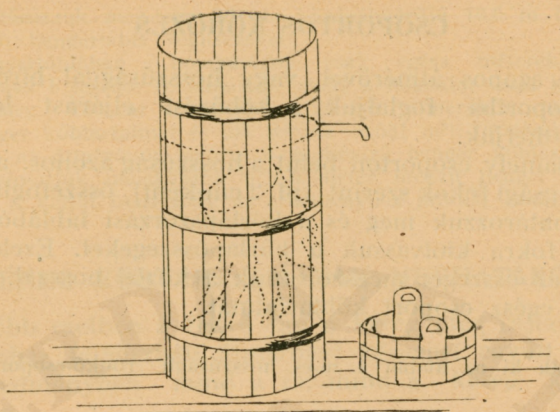
FIZIKAI KÖBÖZÉS

1. Köbözés vízbesüllyesztés által

Ha szabálytalan növési törzsrészek, tuskók, gyökerek, stb. köbtartalmát pontosan meg akarjuk ismerni, akkor fizikai köbözést kell alkalmaznunk.

A legegyszerűbb ilyen eljárás a vízbesüllyesztés, vagy xilométerezés. A víz alá nyomott fadarab a saját térfogatával egyenlő mennyiségű vizet szorít ki a helyéből. Ha a kiszorított vízmennyiséget megmérjük, akkor megismerjük pontosan a fadarab köbtartalmát.

A legegyszerűbb xilométer egy olyan hordó, amelynek a felső részén egy kifolyó-nyílás van. (Lásd 11. ábra.) Használat előtt a hordót megtöltjük vízzel olyan magasan, hogy az a felső kifolyó-nyílást éppen elérje. Ezután belenyomjuk a vízbe a köbözendő fadarabot, a kifolyó vizet pedig felfogjuk. A kifolyt



11. ábra. Xilométer.

víz köbtartalma egyenlő lesz a víz alá nyomott fa köbtartalmával.

Gyorsabban tudunk dolgozni olyan xilométerrel, amelyen nem a kifolyó víz mennyiségéből, hanem a vízoszlop szintjének emelkedéséből és az edény keresztmetszetének felületéből számítjuk ki a kiszorított víztartalmat, azaz a vízbesüllyesztett fa térfogatát.

A fa víz alá nyomására nyeles, átllyuggatott fémlemezeket használnak, amelyek által kiszorított víz ismert és ez az eredményből mindig levonandó.

2. Köbözés súlyméréssel

Azonos fajsúly esetében a köbtartalom a súllyal arányosan változik, minél nagyobb a súly, annál nagyobb a köbtartalom is. Ezt felhasználhatjuk szabálytalan alakú fadarabok köbtartalmának a meghatározására.

Erre a célra a megméréendő fa anyagából egy kocka alakú próbadarabot kell készítenünk és ennek a súlyát (m) és térfogatát (v) pontosan meghatározzuk. Ezenkívül meg kell mérnünk a köbözendő fadarab súlyát (M) is. A próbadarab súlya úgy aránylik a köbtartalmához, mint köbözendő fadarab súlya a köbtartalmához. Tehát felírhatjuk az alábbi aránypárt:

$$v : m = V : M$$

A köbözendő fadarab köbtartalma (V) ebből:

$$V = \frac{v \cdot M}{m}$$

Ez az eljárás igen hosszadalmas, mert a próbadarab köb-tartalmát és súlyát igen nagy pontossággal kell meghatározni. Ugyanis kicsiről következtetünk a nagyra, minden elkövetett hiba annyiszor növekszik meg, ahányszor súlyosabb a megmé-rendő fa a próbadarabnál.

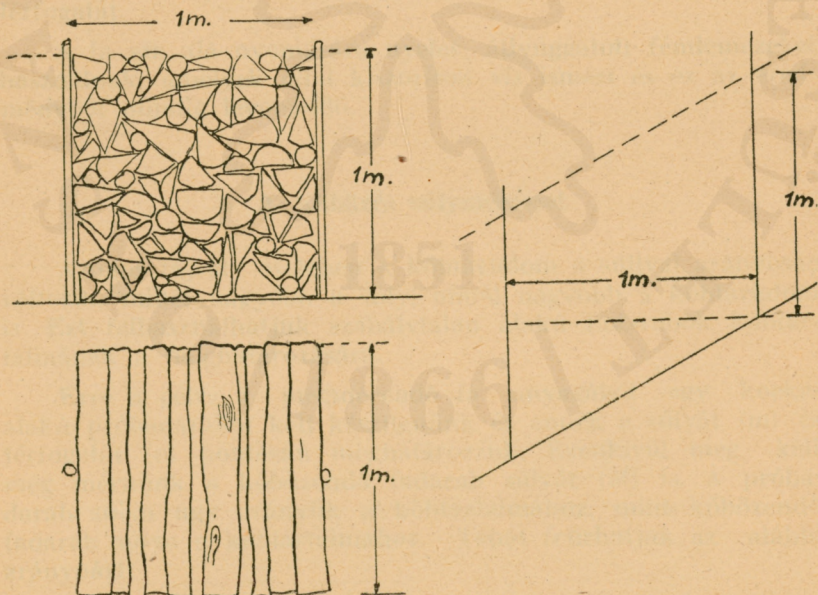
Az erdőgazdasági üzemi gyakorlatban sem a vízbesüllyesz-tést, sem súlyméréssel történő köbtartalom-számítást nem alkalmazzák. Ezeket a köbtartalom-meghatározásokat csak erdészeti kutatások, vagy kísérletek alkalmával szokták hasz-nálni. A gyakorlatban a szabálytalan alakú fadarabok és válasz-tékok köbtartalmának a megállapítását rendszerint gyakorlati adatok alapján készült átszámító tényezőkkel végezzük el.

B) RAKÁSOLT VÁLASZTÉKOK KÖBRTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

MÉRTÉKEGYSÉG ÉS RAKÁSOLÁSI MÓDOK

A faválasztékokról szóló fejezetben említettük, hogy a tűzifát (hasábfát és dorongfát), az ipari választékok közül a szerhasábot és a szerdorongot ürméterekbe rakjuk. A rőzsét is vagy ürméterekbe, vagy kötegekbe rakásoljuk.

A rakásolt fa mértékegysége az ürköbméter, vagy ürméter, jele ürm^3 . Ez alatt egy méter magas, egy méter széles és egy méter hosszú farakás térfogatát értjük a fadarabok között lévő hézagokkal együtt. Ha ezeknek a hézagoknak a térfogatát az egész rakat térfogatából levonjuk, akkor kapjuk a benne lévő faanyag tömörköbttartalmát (m^3).

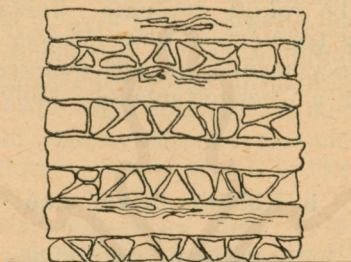


12. ábra. Egy ürköbméteres szabályos rakat vízszintes és ferde terepen

Vízszintes talajon az egy ürköbméteres szabályos rakatot (sarangot) úgy készítjük, hogy egymástól egy méter távolságban egy-egy függőleges karót verünk a földbe, és ezeket lehetőleg meg is támasztjuk. Ha a talaj lejtős, akkor a levert karók távolságát vízszintesen és nem a lejtő irányában kell mérniünk és a rakatot a talajtól mérve ugyancsak egy méter magasra rakjuk (12. ábra).

A rözsét leginkább henger-alakú *kötegek*be, vagy kévékbe szokták kötni, amelyek hossza egy méter és a kerülete ugyan-csak egy méter.

A sarangolt tűzifa egy ürköbméterébe rakott fa tömör-köb tartalma nem mindig azonos. Minél egyenesebb növésűek a



13. ábra. Kaloda rakás

fadarabok, annál többet tudunk berakni egy ürköbméterbe. Görbe, görcsös fadarabokat nem lehet olyan szorosan egymás mellé, illetve egymásra rakni, mint az egyeneseket.

Az erdőben a kitermelés helyén a tűzifát ú. n. *erdei ürmé-terek*be sarangolják, amelynek a magassága nem egy méter, hanem 1,30—1,33 m.

Kaloda-rakás alatt azt értjük, amikor mindegyik sor az alatta lévő-höz képest 90 fokkal elfordított (13. ábra). Kaloda-rakásba kb. 10%-kal kevesebb fa rakható, mint a sarangba, ezért csak akkor engedhető meg, ha a rakatok szilárdítása szempontjából feltétlenül szükség van rá (például fatelepen).

AZ ÜRMÉTEREKBE RAKOTT FA TÖMÖRKÖBTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

a. Testmértani úton

A hasábfá tömörköb tartalmát úgy határozhatjuk meg, testmértani úton, hogy azokat az egy méter hosszú rönköket, amelyeket fel akarunk hasogattatni, még hengeres állapotuk-

ban megkőbözük (Huber képletével). A tömörkőbtartalom és úrtartalom közötti *viszonyszám* egyben mutatja azt is, hogy egy ürkőbméter tűzifának mennyi a tömörkőbtartalma.

Egy csoport tűzifa-rönkö köbtartalmát a feldolgozás előtt összesen 3,65 m³-nek találtuk. A felhasogatás után éppen 5 ürkőbméter tűzifát kaptunk. A tömörkőbtartalom és úrtartalom közötti viszonzyszám tehát:

$$\frac{3,65}{5} = 0,73$$

Ez a viszonzyszám azt jelenti, hogy egy ürkőbméter hasábfának a tömörkőbtartalma 0,73 m³, azaz százalékosan: 73%.

Az ürméterekebe rakott dorongfa köbtartalmát ugyanígy határozhatjuk meg testmértani úton. Minden egyes darabnak a középátmérőjét megmérjük, az egy méteres hosszhoz tartozó részkőbtartalmakat a hengertáblából kiolvassuk és azokat összegezzük.

b. Kőbözés fizikai úton

A rakásolt fa köbtartalmát pontosabban meghatározhatjuk akár vízbesüllyesztéssel, akár súlyméréssel. Gyakorlatban a rakásolt fa fizikai kőbözését ritkán alkalmazzuk, legfeljebb kísérleti célokra (táblázatok készítésekor) gyakorlati adatok levezetéséhez.

c. Kőbözés gyakorlati adatok alapján

A fenti példa szerint megállapított viszonzyszám — ha az pontos méréseken alapszik — alkalmas a rakásolt fa tömörkőbtartalmának a meghatározására. Ha a gyakorlatban előforduló minden választékra nézve rendelkezünk ilyen viszonzyszámokkal, akkor a rakások tömörkőbtartalmát igen gyorsan és gyakorlatban is megbízhatóan határozhatjuk meg. Ilyen viszonzyszámokat tartalmaz például a Függelék D. jelzésű táblázata. Természetesen ezek a táblázatok akkor a legmegbízhatóbbak, ha a helyi viszonyoknak megfelelően gondos mérések alapján magunk készítettük.

Mennyi a tömörkőbtartalma 110 ürm² közepes minőségű vastag dorongfának és 60 ürm² görbé, görcsös dorongfának? A rakatok magassága nyersen 110 cm.

A Függelék D. táblázata szerint a vastag dorongfa tömörtartalma 70%, a görbéé és görcsösé 64%, a mi közepes minőségű dorongfánké

legyen ezek átlaga: 67%. A vékony, görcsös dorongfának tömörtartalma: 57%. Felírhatjuk tehát:

$$\begin{array}{r} 110 \text{ ürm}^3 \text{ vastag dorongfa tömörtartalma} \quad 110 \times 0,67 = 74 \text{ m}^3 \\ 60 \text{ ürm}^3 \text{ vastag dorongfa tömörtartalma} \quad 60 \times 0,57 = 34 \text{ m}^3 \\ \hline \text{Összesen: } 108 \text{ m}^3 \end{array}$$

Mint mondtuk, a rakatok magassága nem 100, hanem 110 cm, ezért a tömörtartalom még egytizedrésszel több, vagyis $108 + 11 = 119 \text{ m}^3$.

A rakásolt fának azért kell ismernünk a tömörköb-tartalmát, mert mind a becslési adatok, mind az értékesítés mennyiségei tömörköb-tartalomban szerepelnek kimutatásainkban, nyilvántartásainkban. Ha a szerfát tömörköbméterekben adjuk meg, akkor a tűzifát is erre a mértékegységre kell átszámítanunk, hogy az eredményeink összehasonlíthatók legyenek.

Ha arra van szükségünk, hogy megállapítsuk a tömörköbméterekben megbecsült tűzifaanyagból kikerülő ürköbmétereket, akkor az előbbi viszonzszámmal osztjuk az adott tömörköb-tartalmat (fordított — reciprok — értékével szorzunk).

Valamely faállomány tűzifaanyaga tövön végrehajtott becslés szerint 140 m^3 . A faanyagból jó minőségű dorongfa készíthető. Kérdés, hogy mennyi lesz a várható ürtartalom?

A síma, egyenes dorongfa viszonzszáma 0,70 (lásd a Függelék D. táblázatában). Dorongfánk lesz tehát:

$$\frac{140}{0,70} = 200 \text{ ürm}^3$$

C) AZ ÁLLÓ FÁK KÖBTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

Álló fák köbtartalmának pontos meghatározására ritkán van szükség. Gyakorlatilag többnyire csak hozzávetőleges adatokat keresünk. Jelentőségük azoknak az eljárásoknak van, amelyek nem annyira egyes fák köbözésére valók, hanem inkább arra, hogy meghatározott vastagsági és magassági adatok alapulvételével olyan elképzelt fák köbtartalmát állapíthatjuk meg, amelyek egész faállományok összes fatömegének kiszámítására alkalmasak.

Az álló fák köbtartalmának meghatározása vastagsági és magassági méretek felvételével történik. Az előbbieken ismertetett testmértani köbözést az álló fákra is alkalmazhatjuk, ha a szükséges méreteket meg tudjuk szerezni. Ez természetesen körülményesebb, mint fekvő fák esetében. Különösen nehéz a fa átmérőjének a mérése nagyobb magasságokban.

A következőkben ismerkedjünk meg azzal, hogy miként tudjuk az álló fa magasságát és vastagságát megmérni számításainkhoz.

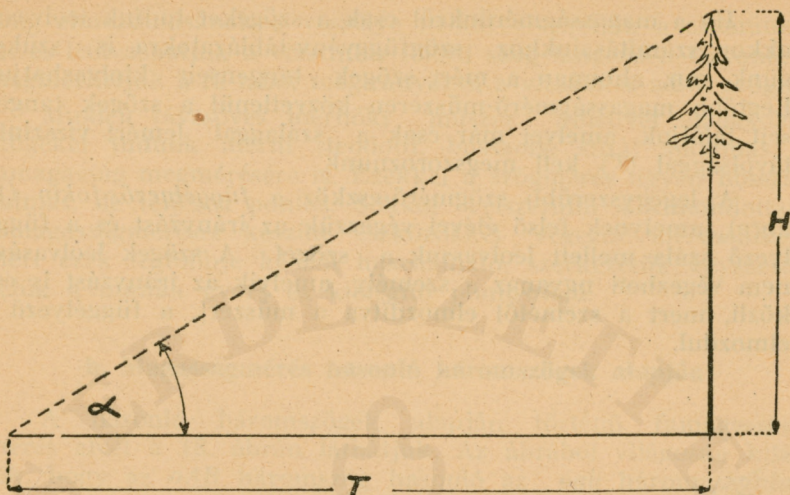
A MAGASSÁG MÉRÉSE

a. Trigonometriai magasságmérés

Ha ismerjük az észlelési helynek a fától mért vízszintes távolságát (T) és mérni tudjuk azt a szöveget, amellyel a fa csúcsát látjuk (α), akkor a fa magasságát trigonometriai úton kiszámíthatjuk:

$$H = T \cdot \operatorname{tg} \alpha$$

A 14. ábra azt a ritkán előforduló esetet ábrázolja, amikor a szögmérő-műszer egy magasságban van a fa tövével. Ebben az esetben egyetlen szög mérése is elegendő. Ha a műszerünk

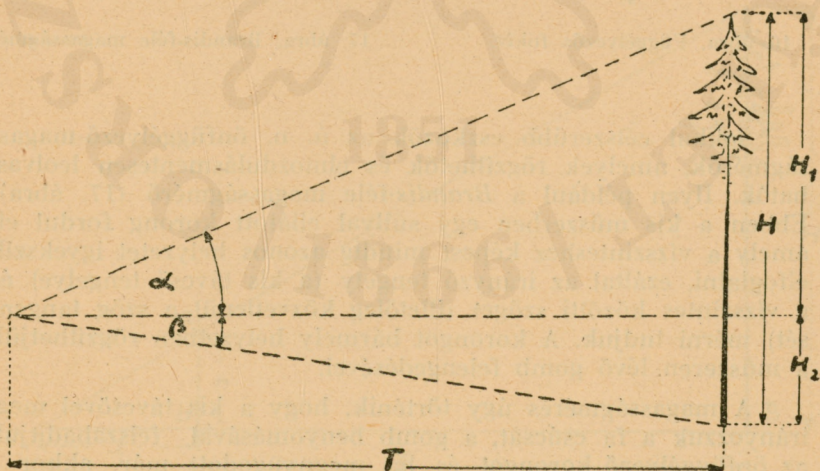


14. ábra. Trigonometriai magasságmérés elve egy szög mérésével.

a fa tővénel magasabban van (15. ábra), akkor a vízszintes fölötti (α) és alatti (β) szöget is külön kell mérnünk és a fa hosszának a vízszintes fölötti részét (H_1) és alatti részét (H_2) külön-külön kiszámítani, aztán a kettőt összegezni:

$$H_1 = T \cdot \operatorname{tg} \alpha \text{ és } H_2 = T \cdot \operatorname{tg} \beta$$

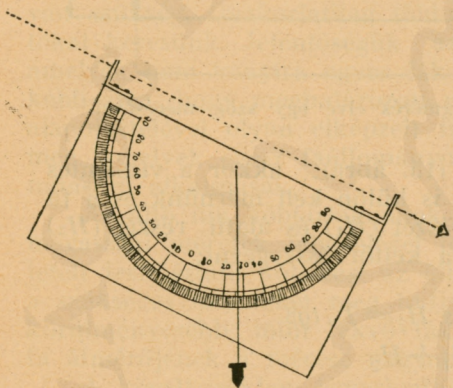
$$H = H_1 + H_2$$



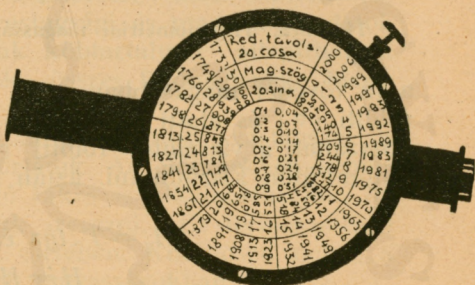
15. ábra. Trigonometriai magasságmérés elve két szög mérésével

Ha a magasságmérőnkőről csak a szögeket tudjuk leolvasni, akkor számításainkhoz szögfüggvény-táblázatokra is szükségünk van, ahonnan a mért szögek tangenseit kiolvashatjuk. Legtöbb magasságmérő-műszeren közvetlenül a szögek tangenseit találjuk, amelyet már csak a szalaggal lemért vízszintes távolsággal (T) kell megszoroznunk.

A legegyszerűbb szögmérő-eszköz a függélyező-fokív (16. ábra), amelynek felső élével végezzük az irányzást és a függélyező szála mellett leolvassuk a szöget. A szögek leolvasását nem végezheti ugyanaz a személy, amelyik az irányzást is eszközli, mert a szemétől elmozdítva a műszert, a függélyező is elmozdul.



16. ábra. Függélyező-fokív.



17. ábra. Brandis-féle magasságmérő.

Sokkal célszerűbb eszközök az ú. n. önfüggélyező-magasságmérők, amelyek rögzíthetők és elmozdulásmentesen leolvashatók. Ilyen például a Brandis-féle magasságmérő (17. ábra). Ebben a kis műszerben egy súllyal ellátott korong fordul el, amely a vízszinteshez képest mindig azonos helyzetet igyekszik elfoglalni, ezáltal az irányzó tengely (a kis távcső tengelye) és a vízszintes közötti szöget (illetőleg közvetlenül a szög tangensét) mérni tudjuk. A korongot bármely helyzetben rögzíthetjük a műszeren lévő gomb felengedésével.

A magasságmérés úgy történik, hogy a kis távcsővel megirányozzuk a fa csúcsát, a gomb benyomásával felszabadítjuk az önfüggélyező korongot és ha megnyugodott már, akkor a gomb felengedésével ismét rögzítjük. Ekkor a műszert a ko-

rong elmozdulásának a veszélye nélkül elvehetjük a szemünktől és leolvashatjuk a vízszintes fölötti szög tangensét. Ugyanígy megmérhetjük a fa lábát megirányozva a vízszintes alatti szöget.

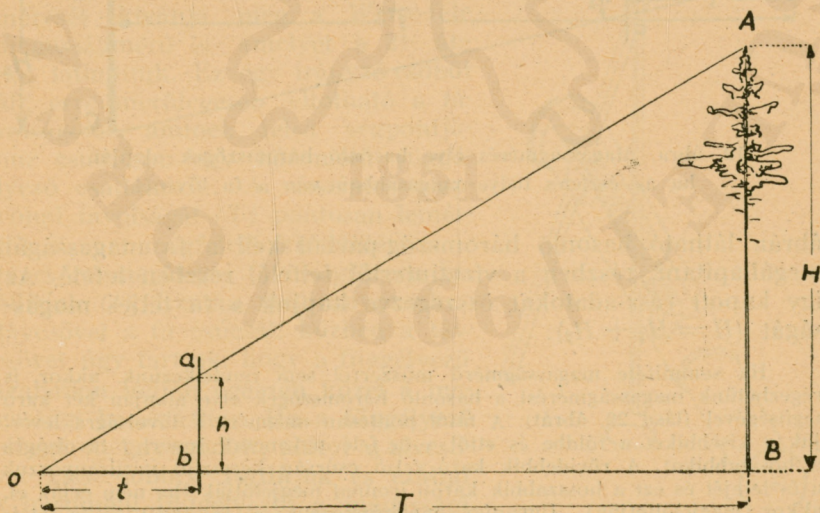
Minden távcsöves mérnöki műszer, amellyel magassági szögeket tudunk mérni (teodolit, busszola, stb.), alkalmas a famagasság megmérésére is. Ezekkel a szögmérés ugyan hosszadalmas, de teljesen pontos. Sokkal célszerűbb a kimondottan famagasságmérésre készült eszközökkel végezni méréseinket, mert ezek legtöbbször kézből használható, szerkezetük egyszerű, velük a munka gyors és kielégítő pontosságú.

b. Magasságmérés hasonló háromszögek alapján

A hasonló háromszögek alapján történő famagasságmérés elvét a 18. ábrán láthatjuk. Az ábrából világosan kitűnik, hogy az oAB háromszög hasonló az oab háromszöghöz, mert oldalaik egybeesőek, illetőleg párhuzamosak és megfelelő szögeik egyenlők. Az oldalaikra nézve felírhatjuk az alábbi aránypárt:

$$AB : ab = oB : ob$$

Az ábrából láthatjuk, hogy az AB távolság nem más, mint a fa magassága, vagyis H , az oB távolság pedig a szemlélő távolsága a fától, azaz T . Ugyanígy a kis háromszögben az ab



18. ábra. Magasságmérés elve hasonló háromszögek alapján.

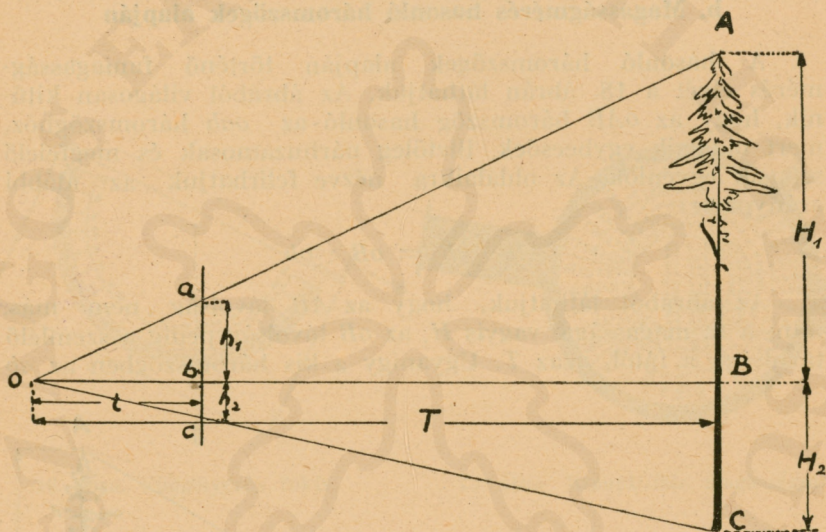
távolságot jelöljük h -val és ob -t t -vel. Ezekkel a jelölésekkel a helyesen felállított aránypár a következő:

$$H : h = T : t$$

Ebből az aránypárból a famagasságot, a H -t kifejezhetjük:

$$H = T \frac{h}{t}$$

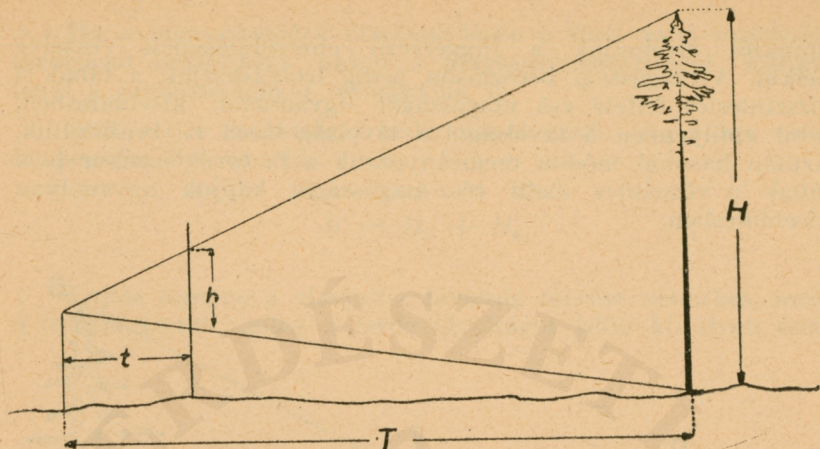
A 18. ábra azt az egyszerű és a gyakorlatban ritkán előforduló esetet ábrázolja, amikor a szemünk magassága (o) egyezik a fa tövének a magasságával. Vízszintes terepen az észlelési pont magasabban van, mint a fa töve, amikor is a 19.



19. ábra. Magasságmérés elve hasonló háromszögek alapján, ha az észlelés helye magasabban van a fa tövénél.

ábrán látható hasonló háromszög-párból kell a fa magasságát megállapítani, részben a vízszintestől felfelé, részben lefelé. Az így kapott rész-adatokat összegezve kapjuk a fa teljes magasságát ($H = H_1 + H_2$).

Ha semmiféle magasságmérő műszerrel sem rendelkezünk, akkor is végezhetünk magasságmérést a hasonló háromszögek elve alapján két karó segítségével (lásd 20. ábrát). A fától pontosan megmért T távolságra leverjük a kisebbiket a földre és ettől a fa felé ugyancsak ismert t távolságra a hosszabbikat. A rövidebbik karó felső csúcsán keresztül megirányozzuk a fa tetejét és ezt a hosszabbik karón ironnal megjelöljük (ha nem érjük el, akkor megjelöltetjük). Ugyanígy megirányozzuk a fa tövét is és ezt is megjelöljük a hosszabbik karón. A két jelölés közötti h távolságot lemérjük,



20. ábra. Magasságmérés két karóval.

ez arányos lesz a fa magasságával. A hasonló háromszögek alapján felírhatjuk az alábbi aránypárt:

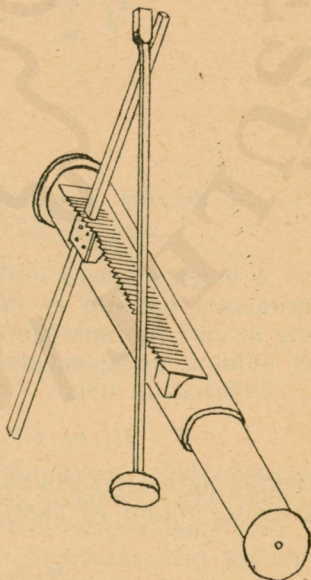
$$H : T = h : t$$

Ebből a fa magassága:

$$H = T \frac{h}{t}$$

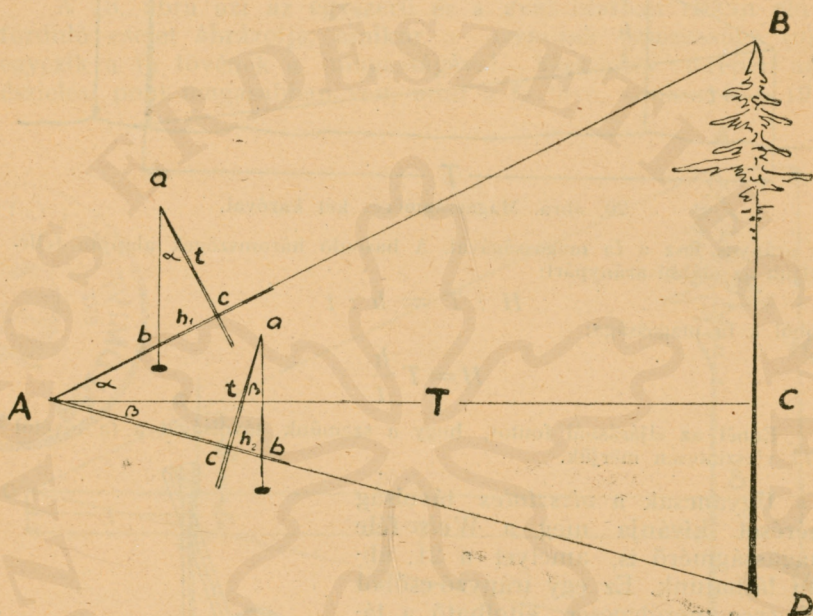
Ennél az eljárásnál fontos, hogy a szemünk távolságát a fa tővétől (T) vízszintesen mérjük.

Ugyancsak a vízszintes távolság mérését kívánja meg a Weise-féle magasságmérő is, amelyet a 21. ábrán láthatunk. Ez egy irányzó-csőből áll, erre merőlegesen eltolható a távolsági-léc, aminek felső végpontjához csuklósan egy háromlú függélyező csatlakozik. A vízszintes alapon távolságát (T) pontosan lemérjük és ezt megfelelő kisebbitésben a távcsőre merőleges távolsági-lécen beállítjuk (t). Ezután megirányozzuk a távcsövet a fa csúcsát, közben a távcsövet úgy tartjuk, hogy a függélyező szabadon lógjon egészen közel a magassági beosztáshoz. Ha a függélyező eléggé megnyugodott, akkor a távcsövet kissé jobbra fordítjuk és ezáltal a háromlú függélyezőt a magassági beosztás valamely két foga közé beillesztjük. Ekkor a távcsövet a sze-



21. ábra. Weise-féle magasságmérő.

műunktől elvehetjük a függélyező elmozdulásának veszélye nélkül. A magassági beosztáson pedig leolvashatjuk a fának a vízszintestől felfelé eső magasságát ugyanolyan kisebbítésben, mint amilyenben a távolságot a távolsági-lécen is beállítottuk. Azután hasonló módon megirányozzuk a fa tövét, amikor is a fának a vízszintes alatti rész-magasságát kapjuk ugyanolyan kisebbítésben.



22. ábra. A Weisse-féle magasságmérő működési elve.

A magasságmérő működését a 22. ábrán láthatjuk. Az ABC háromszög hasonló az abc háromszöghöz és az ACD háromszög az acd háromszöghöz, mert egy-egy oldaluk összeeső, két-két oldaluk pedig egymásra merőleges, tehát szögeik egyenlők. Felírhatjuk tehát:

$$T : H_1 = t : h_1 \quad \text{és} \quad T : H_2 = t : h_2$$

Ezekből az aránypárokból kifejezhetjük a fa magasságának a vízszintes fölötti és alatti részeit:

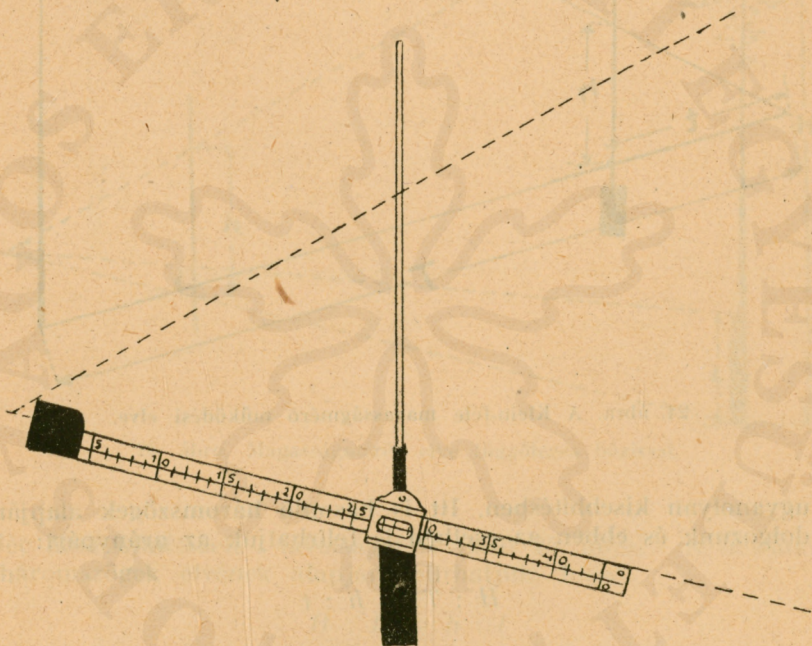
$$H_1 = T \frac{h_1}{t} \quad \text{és} \quad H_2 = T \frac{h_2}{t}$$

Ha a magasságmérő távolsági-lécén a fától mért vízszintes távolságot beállítottuk, akkor a magassági-beosztásról közvetlenül a famagasságokat olvashatjuk le.

A fa teljes magasságát pedig úgy kapjuk, ha a két rész-magasságot összegezzük:

$$H = H_1 + H_2$$

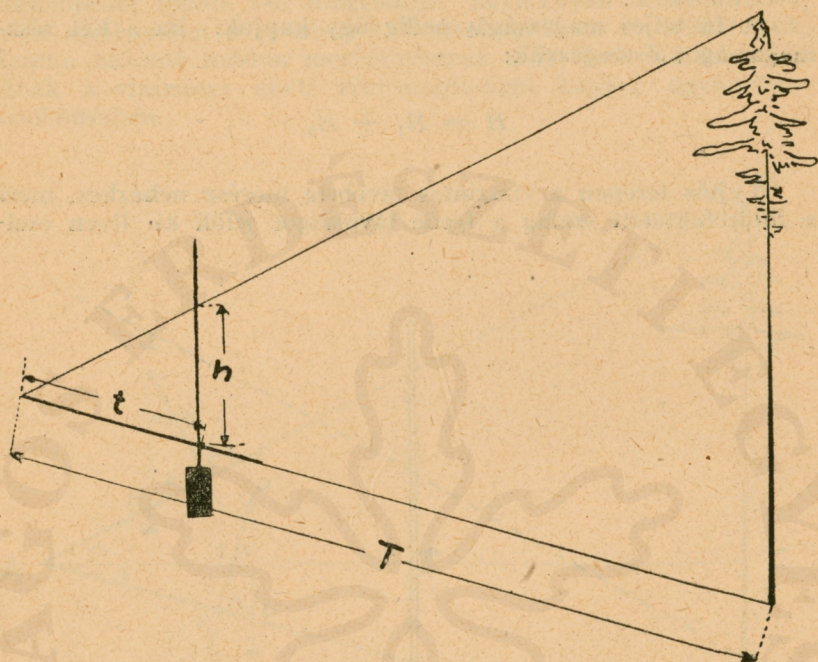
Lejtős terepen a vízszintes távolság mérése nehézkes, mert a földrefektetett szalag a ferde távolságot jelöli ki. Ilyen eset-



23. ábra. Klein-féle magasságmérő.

ben célszerűbb olyan magasságmérő-műszert használnunk, amely a *ferde* távolság megmérését teszi lehetővé. Ilyen magasságmérő a *Klein-féle* (23. ábra). Ennek a magasságmérőnek a működési elvét a 24. ábrán láthatjuk. A műszer alsó szárával a fa tövét irányozzuk meg és a ferde alapvonal megfelelő

kisebbitésű t távolságra beállított önfüggélyező magassági lécen a fa tetejére pillantva leolvashatjuk a fának a magasságát



24. ábra. A Klein-féle magasságmérő működési elve.

ugyanolyan kisebbitésben. Itt is hasonló háromszögek alapján dolgozunk és ebben az esetben is felírhatjuk az aránypárt:

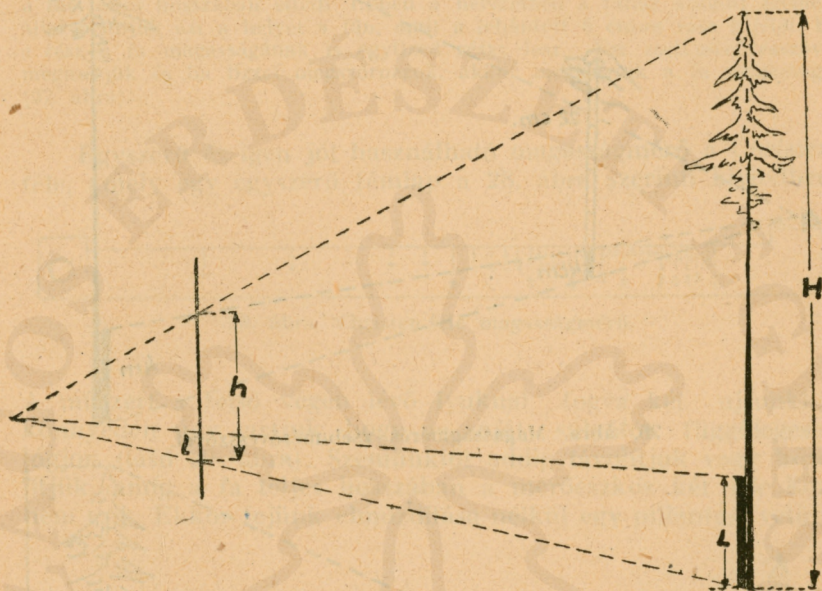
$$H : T = h : t$$

ebből a fa magassága:

$$H = T \frac{h}{t}$$

Mind a Weise — mind a Klein-féle magasságmérő távolsági és magassági beosztásai úgy készültek, hogy a távolságok beállítása és a magasságok leolvasása közvetlenül méterekben történik, tehát semmiféle számítást nem kell végeznünk.

Ugyancsak a hasonló háromszögek elvén alapszanak azok a magasságmérők is, amelyeknek használatához nem kell a vízszintes vagy ferde távolságot lemérni. Ezeknek a magasságmérőknek a használatakor egy ismert hosszúságú lécet (L) állítunk a fához és a műszert függőlegesen tartva leolvassuk a fa csúcsa és töve közé eső h távolságot és az ismert hosszúságú



25. ábra. Magasságmérés elve függőleges bázissal.

léc által kimetszett l távolságot is (lásd 25. ábra). A hasonló háromszögek elvének alapján felírhatjuk, hogy

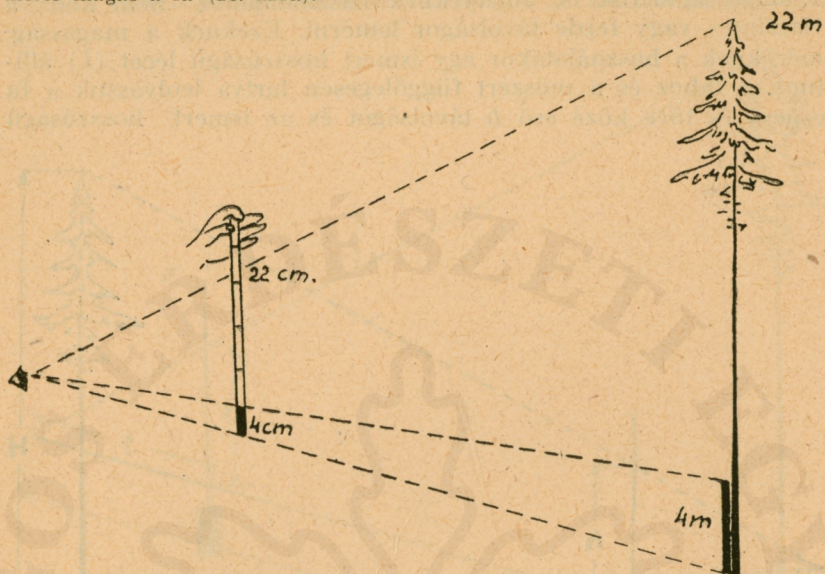
$$H : L = h : l$$

ebből a fa magassága:

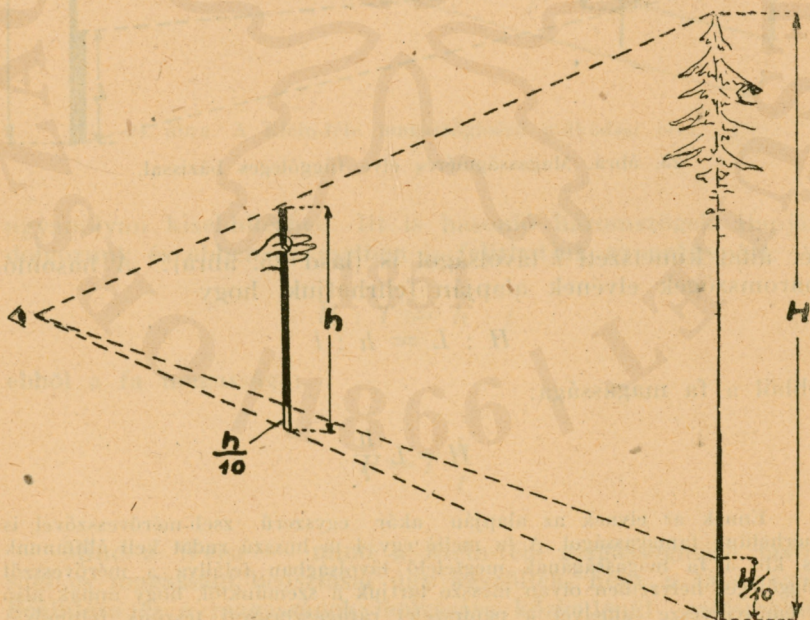
$$H = L \frac{h}{l}$$

Ennek az elvnek az alapján akár egyszerű zseb-mérővesszővel is mérhetünk famagasságot. A fa mellé egy 4 m hosszú rudat kell állítanunk és kb. a fa magasságának megfelelő távolságban felállva a mérővesszőt függőleges helyzetben olyan messze tartjuk a szemünktől, hogy annak alsó 4 cm-nyi része (amelyet a papírszelet ráragasztásával teszünk feltűnővé) éppen fedje a fa mellett álló 4 m-es rudat. Ekkor mozdulatlan fejjel a fa

csúcsa felé pillantunk és ahány centiméteren át a fa csúcsát látjuk, annyi méter magas a fa (26. ábra).



26. ábra. Magasságmérés zseb-mérővesszővel.

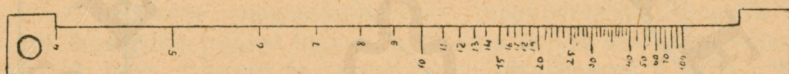


27. ábra. Magasságmérés erdei bottal.

Ugyanezzel az elvvel mérhetjük meg igen egyszerűen a fa magasságát műszer nélkül a következő módon.

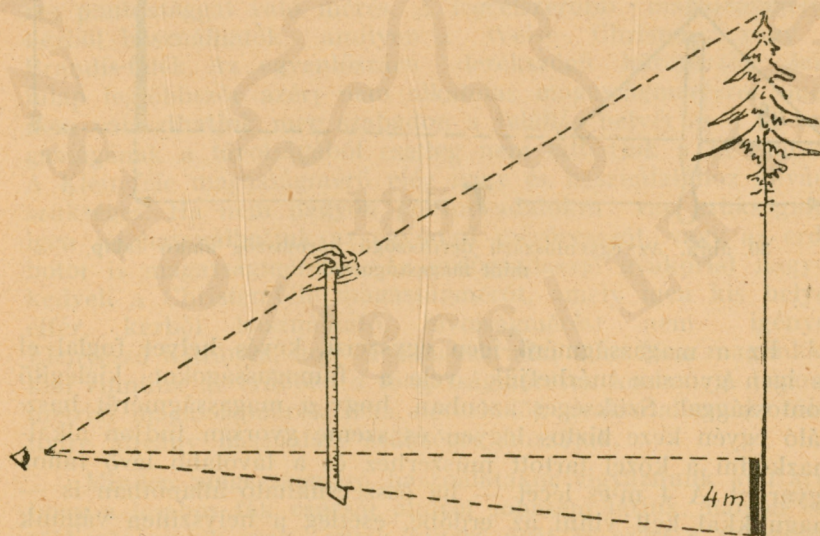
Vágjunk le egy pontosan 80 cm hosszú egyenes botot és annak az alsó, vastagabbik végén hosszának egytized részét azaz 8 cm-t hántsunk meg. Használat közben addig közeledjünk, vagy távolodjunk a megmértendő fához, amíg a függőlegesen két ujjunk között tartott bot (amelyet olyan könnyedén kell tartanunk, hogy saját súlyától függőlegesen lógjon) a fát teljes hosszában elfedi. Ebben a helyzetben a fához küldött személy által beintjük azt a helyet a fán, amit a lehántott 8 cm-es rész kijelöl. Ez a rész a fa magasságának is egytized része lesz. Ezt zseb-mérővesszővel megmérjük és ha tízzel megszorozzuk, akkor megkapjuk a fa magasságát (27. ábra).

Egyszerű és igen jól használható magasságmérő a *Christen*-féle, amely egy egyszerű fémlap a 28. ábra szerinti kivitelben.



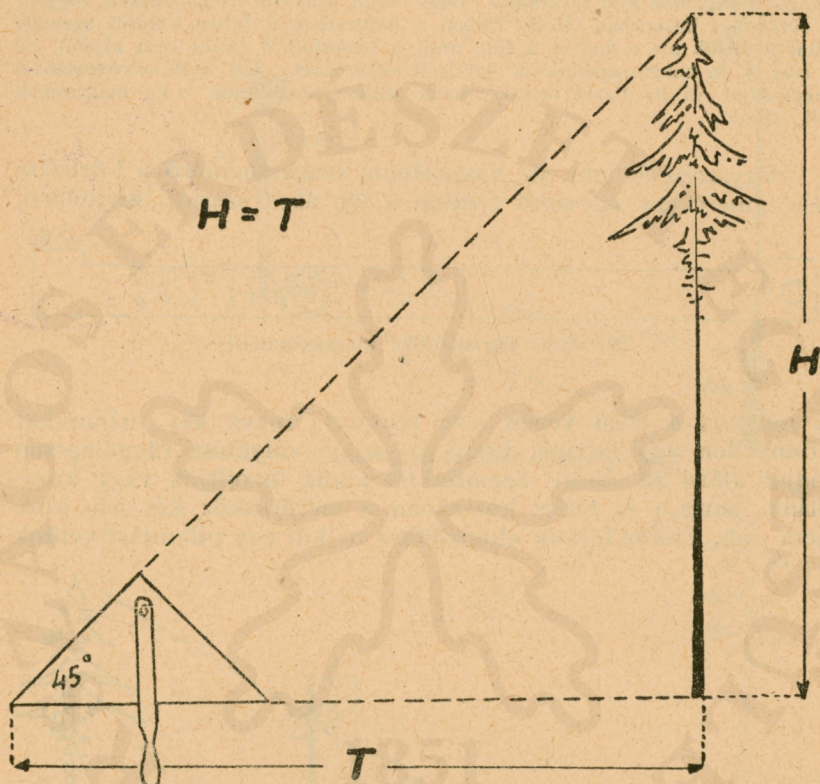
28. ábra. Christen-féle magasságmérő.

A műszert a felső végén lévő lyuknál fogva két ujjunkkal könnyedén úgy tartjuk, hogy az saját súlyától függőlegesen lógjon (lásd 29. ábra). Szemünktől addig távolítjuk vagy közeleltjük, amíg a fa teljes hosszában a mérőeszköz két jele közé nem esik. Ekkor fejünk elmozdítása nélkül egy pillantást vetünk



29. ábra. A Christen-féle magasságmérő működése.

a fa mellé állított 4 m-es lécs felső végére és ennek vonalában a magasságmérőn a fa magasságát közvetlenül leolvashatjuk. A Christen-féle magasságmérő beosztásai úgy készülnek, hogy a 4 m-es lécs használatával méterekben olvashatjuk le a fa magasságát.



30. ábra. Az egyenlőszárú derékszögű háromszög alakú falap, mint magasságmérő

Ez a magasságmérő igen egyszerű, kevés helyet foglal el és igen gyorsan mérhetjük vele a famagasságokat kielégítő pontossággal. Szükséges azonban, hogy a magasságmérőt használó egyén keze biztos legyen és szeme gyorsan tudjon alkalmazkodni a közel tartott műszerhez és a távolabb lévő fához egyaránt. A 4 m-es lécs — ha összecuszkható állapotban is — magunkkal kell vinni az erdőbe, esetleg a helyszínen vágunk és hántolunk egy 4 m hosszúságú rudat.

Igen egyszerű magasságmérő az egyenlőszárú derékszögű háromszög-alakú falap, amelyet a 30. ábrán látható módon egy villás fogantyú szárjai közé függesztünk a derékszögű csúcsa közelében. Ez a háromszög saját súlyánál fogva úgy helyezkedik el, hogy az átfogója vízszintesen, a két befogója pedig vízszinteshez képest 45 fokosan áll. Ha ezzel az eszközzel olyan messze állunk a fától, hogy az átfogóján át a fa tövét, a 45 fokos befogóján át pedig a csúcsát látjuk, akkor pontosan olyan távolságra vagyunk a fától, mint amilyen magas a fa. A háromszög alakú falap átfogója mindig vízszintes, ezért szemünk magasságának lehetőleg a fa tövével egy magasságban kell lennie. Ezt csak lejtős terepen tudjuk elérni. Sík vidéken magasabban lesz a szemünk, mint a fa töve, ezért a kapott magassághoz a szemünknek a talajtól mért távolságát még hozzá kell adnunk.

A MAGASSÁGMÉRŐK KIVÁLASZTÁSA

A tökéletes magasságmérőtől megköveteljük, hogy a kapott eredmény pontos legyen, a felállás helyét szabadon választhassuk meg, gyorsan és kényelmesen olvashassuk le róla a magasságot, a távolságmérést lehetőleg kiküszöbölhessük, vagy legfeljebb csak a ferde távolságot kelljen mérnünk, szabad kézből (állvány nélkül) használhassuk, könnyű és kicsi legyen és ne kerüljön sokba. Olyan magasságmérő nincsen, amelyik ezeknek a követelményeknek mindegyiknek megfelelő lenne. Mert ha nagy pontosságot kívánunk a műszertől, akkor az súlyos, terjedelmes és drága, azonkívül csak állványról tudjuk használni. A gyakorlatban legtöbbször elegendő a kerek méteres pontossággal való mérés. A legcélszerűbb magasságmérők kézből használhatók, amilyen a Weise-, Christen-, vagy a Brandis-félék. Az egyenlőszárú derékszögű háromszög-alakú falap legtöbbször azért nem alkalmas magasságmérésre, mert nem választhatjuk meg szabadon a felállás helyét és a fa magasságának a távolságából esetleg nem láthatjuk a fa csúcsát. A Klein-féle magasságmérő elég nagy és használatához állvány szükséges. Ha nem nagyon pontos adatokra van szükségünk, igen jól használhatjuk az egyszerű mérővesszőt, vagy az erdei botot is magasságmérésre. Az erdőgazdasági gyakorlat nagyon kedveli a Christen-féle magasságmérőt, amely igen kis helyen elfér, kézből használható, távolságmérést nem igényel. Elenyésző hátránya, hogy a 4 m-es rudat állandóan magunkkal kell vinnünk az erdőben a magasságmérések közben. A trigonometriai magasságmérők nem nevezhetők gyakorlatiasnak, többnyire állvány használata szükséges hozzájuk.

Minden magasságmérő használatakor vigyáznunk kell arra, hogy a lombos fák csúcsát alulról sohasem látjuk, hanem legtöbbször annak csak egyik kiugró ágát és ezért a valóságnál

valamivel nagyobb magasságot mérünk. Ennek a kiküszöbölésére meg kell ítélnünk a szemünktől a fa csúcsához menő fény sugarának a lombkoronán való dőfspontját és ezt kell megirányoznunk a helyes magasságméréshez.

A magasságméréshez 1—3 személy szükséges. Egy személy kezeli a magasságmérő-műszert és 1—2 fő méri a távolságot szalaggal, vagy tartja a 4 m-es rudat a fa mellé.

A FA VASTAGSÁGÁNAK MÉRÉSE

Az álló fa vastagságát gyakorlatilag csak mellmagasságban (1,3 m magasan) szoktuk mérni átlalóval. Előfordulhat, különösen kísérleti felvételek alkalmával, hogy álló fának, magasabban fekvő átmérőjére van szükségünk, amelyhez átlalóval nem tudunk hozzáférni. Ebben az esetben optikai vastagságmérőkkel dolgozhatunk. Igen sok szerkezetet ismerünk a fa vastagságának optikai megmérésére, de a mérés megbízhatósága sohasem kielégítő. Ezeknek a műszereknek a leírásával itt nem foglalkozunk, mert a gyakorlat nagyon ritkán kívánja meg a magasabban fekvő átmérők megmérését.

A KÖBTARTALOM MEGHATÁROZÁSA

Az előbbieken megismerkedtünk azzal, hogy az álló fának hogyan tudjuk megmérni a magasságát, azt is tudjuk már, hogy mellmagasságban (1,3 m magasan) átlalóval könnyen megmérhetjük a törzs átmérőjét. Nézzük most meg, hogy ezekből a könnyen mérhető adatokból hogyan tudjuk kiszámítani az álló fa köbtartalmát?

Az mindenki előtt világos, hogy a fekvő fák köbtartalmának a meghatározására használatos eljárásokat nem tudjuk használni. Huber képletének az alkalmazásához meg kellene mérnünk a törzs félhosszában lévő átmérőt. Ezt legfeljebb optikai vastagságmérővel tudnók megcsinálni, vagy fel kellene másznunk a fára. A szakaszos köbözés pedig még több olyan méretezést kíván, amelyet álló fán igen nehezen, vagy hosszadalmas, fáradságos munkával tudnánk csak megszerezni. Az álló fák köbtartalmának a meghatározásához ezeket az eljárásokat tehát nem használhatjuk.

Ez nem jelenti azonban azt, hogy az álló fának nem tudjuk meghatározni a köbtartalmát. A következőkben ismertetjük azokat a gyakorlati eljárásokat, amelyeknek a segítségével a fa mellmagassági átmérőjének és magasságának a megmérésével kiszámíthatjuk az álló fa köbtartalmát.

a) Alakszám

Ha a mellmagassági átmérőből kiszámítjuk a hozzá tartozó körlap területét (körlaptáblával) és ezt megszorozzuk a törzs magasságával, akkor egy olyan hengernek a köbtartalmát kapjuk, amelyiknek az alapja a mellmagassági körlappal, magassága pedig a törzs magasságával azonos. (Lásd 31. ábra.)

Ennek a hengernek a köbtartalma azonban sokkal nagyobb, mint a törzsnek a térfogata, hiszen a törzs nem henger, hanem a csúcsa felé egyre vékonyodó, szabálytalan test.

Ha a fát ledöntjük és köbtartalmát szakaszos köbözéssel pontosan meghatározzuk, akkor láthatjuk, hogy a henger köbtartalma mennyivel nagyobb, mint a törzsé. Ha a törzs valóságos köbtartalmát elosztjuk a mellmagassági átmérőhöz tartozó és a törzs magasságával azonos hosszúságú henger köbtartalmával, akkor egy viszonyszámot kapunk. Ez a viszonyszám fejezi ki azt, hogy a törzs köbtartalma hányadrésze a henger köbtartalmának.

Ezt a viszonyszámot *alakszámnak* hívjuk, tizedes törtben szoktuk kifejezni (2–3 tizedes pontos ságig) és f betűvel jelöljük.

A mellmagassági körlaphoz tartozó és a fa magasságával azonos hosszúságú hengernek a neve: *alaphenger*.

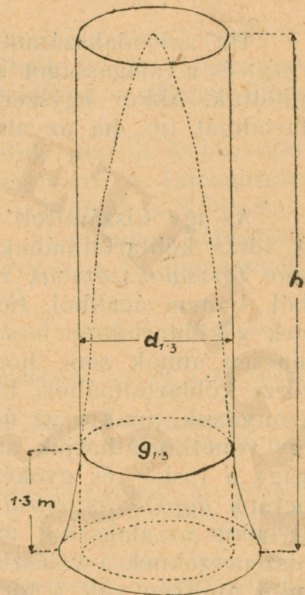
Ha a törzs valóságos köbtartalma v , az alaphenger térfogata pedig v_h , akkor az alakszámot (f) a következőképpen számíthatjuk ki:

$$f = \frac{v}{v_h}$$

Az alaphengernek a köbtartalmát igen egyszerűen kiszámíthatjuk az átmérőjének és a magasságának az ismeretében hengertáblákból. Az alaplapjának a területe a mellmagassági

körlap ($g_{1,3} = \frac{d_{1,3}^2 \pi}{4}$), magassága pedig h , akkor a köbtartalma:

$$v_h = g_{1,3} \cdot h$$



31. ábra.

Az alakszám fogalma.

Ha ezt az értéket az alakszám fenti képletébe helyettesítjük, akkor kapjuk:

$$f = \frac{v}{g_{1,3} \cdot h}$$

Ha az alakszámot ismerjük, a mellmagassági körlapot ($g_{1,3}$) és a magasságot (h) pedig közvetlen méréssel megállapítottuk, akkor egyszerűen kiszámíthatjuk az álló törzs köbtartalmát (v), ha az alakszám fenti képletéből kifejezzük:

$$v = g_{1,3} \cdot h \cdot f$$

Az így kiszámított köbtartalom a törzs köbtartalma lesz. A törzs köbtartalmának a kiszámítására szolgáló viszonyszámot *törzsalakszámnak* nevezzük. De az álló fa nemcsak törzsből, hanem ágakból, tuskóból és gyökerekből is áll, amelyeknek a köbtartalmát is sokszor ismernünk kell. Semmi akadály sincsen annak sem, hogy az alaphenger köbtartalmát ne a törzs köbtartalmához, hanem az összes fa köbtartalmához viszonyítsuk, amikor az ú. n. *összesfa-alakszámot* kapjuk. Ugyanígy vonatkoztathatjuk az alakszámot az ágfára (vékonyfára), vagy a tuskó- és gyökérfára is. Ezekben az esetekben beszélhetünk *ágfá-alakszámról* vagy *tuskó- és gyökérfá-alakszámról*. Ilyenkor az alakszám már csak átvitt értelemben használatos, hiszen ezeknek a választékoknak az alakjára már nem jellemző, mint amilyen volt a törzs esetében. A gyakorlatban azonban ezeket is alakszámoknak nevezzük a törzs-alakszámhoz hasonlóan.

Az alaphenger átmérőjét nem kell feltétlenül a törzs mellmagassági átmérőjével azonosnak vennünk. Ha a törzs vágáslapja a henger alapja, akkor az ú. n. *tőalakszámról* beszélünk, ha pedig a törzs magasságának egy bizonyos hányadában (például az alsó 1/20-ad részében) lévő körlapot vesszük a henger alapjául, akkor az ú. n. *valódi alakszámot* kapjuk. Valamennyi alakszámra egyöntetűen áll az, hogy az alaphenger hossza mindig a fa magasságával azonos.

A gyakorlatban csak a *mellmagassági alakszám* használatos. Az természetes, hogy azonos mellmagassági átmérőhöz tartozó más-más famagassághoz más-más alakszám is tartozik. Minél magasabb a fa, annál kisebb az alakszám és fordítva.

Az alakszám nagyságára a mellmagassági átmérő és famagasság változásain kívül még sok tényező van befolyással (fafaj, kor, termőhelyi jóság, záródás, stb.). Ha ezeket mind figyelembe vennénk, akkor az alakszámokat gyakorlatilag nem tudnánk célszerűen felhasználni.

Az alakszámokat fafajonként a mellmagassági átmérő és a magasság függvényében szokták leggyakrabban feltüntetni az ú. n. *alakszám-táblázatokban*. A többi tényező befolyása az alakszám nagyságára ugyanis gyakorlatilag elhanyagolható, ha nem egyes fáknek, hanem faállományoknak a fatömegét határozzuk meg a segítségükkel.

Még egyszerűbbek azok az alakszám-táblázatok, amelyek fafajonként csak a magasság szerint tüntetik fel az alakszámokat. Egy ilyen alakszám-táblázatot találunk a Függelékben E. alatt.

Ha az alakszám-táblázatból kiolvastuk már a köbözendő törzs alakszámát, akkor a mellmagassági átmérő és famagasság ismeretében már egyszerűen ki tudjuk számítani a köbtartalmat. Először meg kell határoznunk az alaphenger köbtartalmát (mellmagassági körlap területe szorozva a fa magasságával) és ezt megszorozzuk az alakszámmal.

Mennyi a köbtartalma annak a bükk-törzsnek, amelynek a mellmagassági átmérője 24,4 cm, magassága pedig 28 m?

A Függelékben E. alatt található alakszám-táblázat szerint a 28 méter magas bükk törzs összesfa-alakszáma 0,56.

Az alaphenger köbtartalmát a hengertábla segítségével számítjuk ki, mert így a szorzásokat nem kell elvégeznünk. (Lásd a Függelék B. táblázatát.)

A hengertáblában csak egész centimétereket találunk az átmérő rovatában, ezért csak a 24 cm-es átmérőhöz és a 28 m-es hosszhoz tartozó hengerköbtartalmat tudjuk közvetlenül kiolvasni. Ez $1,267 \text{ m}^3$. A 25 cm-es átmérőhöz és ugyanilyen hosszhoz tartozó hengerköbtartalom pedig $1,374 \text{ m}^3$. Az egy cm-es vastagodásra eső köbtartalomváltozás a kettő különbsége: $1,374 - 1,267 = 0,107 \text{ m}^3$. Az 1 mm-re eső köbtartalomváltozás pedig ennek egytizedrésze, azaz $0,0107 \text{ m}^3$ lesz, 4 mm-re pedig ennek négyszerese: $0,0107 \times 4 = 0,0428 \approx 0,043 \text{ m}^3$ esik. Így már megmondhatjuk a 24,4 cm átmérőjű és 28 m hosszú henger köbtartalmát: $1,267 + 0,043 = 1,310 \text{ m}^3$.

A bükk-törzs köbtartalma: $1,31 \times 0,56 = 0,73 \text{ m}^3$.

Az alakszám-táblázatok készítése hosszadalmas, sok munkát és körültekintést kíván. Legpontosabb módja az amúgyis kihasználásra kerülő törzseknek minél nagyobb számban való pontos köbözése, ezek alapján az alakszámok kiszámítása és csoportosítása.

b) Fatömegtáblák alkalmazása

A fatömegtáblák olyan összeállítású gyakorlati segédeszközök, amelyekből a mellmagassági átmérő és a magasság függvényeképpen egyenesen a fa köbtartalmát olvashatjuk ki. Nem kell mást tennünk, mint megmérni a törzs mellmagassági átmérőjét átlalóval és a magasságát valamilyen magasságmérővel, azután a fatömegtáblában megkeresni azt a számot, amelyik a mért adatok kereszteződésében áll.

Állapítsuk meg a Függelék F. kivonatos fatömegtáblája alapján annak a 32 cm mellmagassági átmérőjű bukkfának a vastag-fatömegét, amelynek a magassága 26 m.

A fatömegtáblából közvetlenül kiolvashatjuk, hogy egy ilyen bukkfának a vastag-fatömege 1,05 m³.

A fatömegtáblák igen sok törzs pontos köbözési adataiból készülnek alakszámok alapján, amelyeket legtöbbször a táblázatban is feltüntetnek. A fatömegtáblák egyes fák pontos köb-tartalmának a meghatározására ugyanúgy nem alkalmazhatók, mint maguk az alakszámok, amelyek alapján készültek. Az alakszámok igen sok fa átlagadatait tüntetik fel, és akkor adnak jó eredményt, ha sok fa átlagos köb-tartalmát kell meghatároznunk, vagyis faállományok becslésére használjuk.

SZEMBECSLÉS

Hacsak megközelítő adatokra van szükségünk, alkalmazhatjuk a szembecslést is. A gyakorlott becselő, akinek ítélőképessége a gyakori összehasonlítások révén már kellően kifejlődött, egyszerű rápillantással meg tudja mondani a fa köb-tartalmát 10—20%-os pontossággal. A kezdő persze jóval nagyobbakat tévedhet. Célszerűbb a fa mellmagassági átmérőjét és magasságát szemmel megbecsülni és ezek alapján a köb-tartalmat fatömeg-táblából kiolvasni.

A 25—26 m magas törzsek köb-tartalmának becsléséhez jól használhatjuk *Denzin* képletét:

$$v = \frac{d^2}{1000}$$

ahol d a mellmagassági átmérőt jelenti. Ha a fa magassága 25—26 m-nél magasabb vagy alacsonyabb, akkor helyesbítéseket kell alkalmaznunk. Mégpedig méterenként 3—5%-ot hozzáadni, ha magasabb és méterenként ugyanannyit levonni, ha alacsonyabb a fa.

A TUSKÓ-, GYÖKÉR-, ÁG- ÉS VÉKONYFA BECSLÉSE

A tuskó- és gyökérfa köb-tartalmának a meghatározása álló fákön igen bizonytalan, mert csak tapasztalati adatokhoz folyamodhatunk és ezek pontossága igen kétes.

Gyakorlatilag a tuskó- és gyökérfát együttesen nagy általánosságban a földfeletti fatömeg 10—20%-ára vehetjük, vagy minden köbméter összesfára $\frac{1}{4}$ ürm³ tuskó- és gyökérfát számíthatunk.

Az ágfa mennyiségét is legelőször gyakorlati adatok alapján összeállított táblázatok segítségével becsüljük. Meghatározhatjuk az ágfa köbtartalmát az ágfa-alakszámmal (vékonyfa-alakszámmal) is, amely szintén tapasztalati adat. Ha az alaphenger köbtartalmát megszorozzuk az ágfa-alakszámmal, megkapjuk az ágfa köbtartalmát. Ha az ágfa-alakszámot nem is ismerjük, könnyen kiszámíthatjuk az összesfa- és törzsfa-alakszám különbségéből.

Ezeknek a tapasztalati adatoknak a használata csak hozzávetőleges eredményt ad, különösen egyes fák becslésében igen jelentős hibákat eredményezhet. Egész faállományok becslésekor az egyes hibák kiegyenlítődéására van lehetőség.



D) A FAÁLLOMÁNY FATÖMEGÉNEK MEGHATÁROZÁSA

A FAÁLLOMÁNY FOGALMA

Az erdő egy meghatározott területén, az ú. n. erdőrésztlet területén álló fák összességét faállománynak mondjuk. Az erdő számos erdőrésztletből állhat.

Az erdő (erdőrésztlet) az erdőtalajból és a rajta lévő faállományból áll. A faállomány tehát az erdő (erdőrésztlet) egyik része.

Az *erdőrésztlet* az erdőből a faállomány külső szerkezete és a termőhelyi jószág változásai szerint elkülönített rész, amelyen a faállomány nagyjából egyöntetű.

A faállományok között többféle szempontból szoktunk különbséget tenni:

A faállomány *eredete* szerint beszélhetünk *szálerdő*ről, amelynek faegyedei magról keltek, vagy *sarjerdő*ről, amely fiatalon kihasznált lomberdő visszamaradt tuskóinak a kisarjadásából keletkezett.

A faállomány *fáinak a kora* szerint megkülönböztetünk *egykorú* és *vegyeskorú* faállományokat. A mesterséges erdőszítéssel telepített faállomány többnyire egykorú. A természetes felújításokkal létesített erdők inkább vegyeskorúak, mert a többszöri megritkítás nyomán több évi (évtizednyi) magvetődésből keletkeznek. A vegyeskorú erdő szélsőséges alakja a *szálatóerdő*, ahol mindenütt mindenféle korú faegyedet találhatunk a legfiatalabbtól a vágható korúig.

Ha a sarjerdőben idősebb, nagyobb méretű, magról kelt faegyedeket is nevelünk, akkor *középerdő* áll elő.

Az erdőbecslésben gyakran beszélünk *főállomány*ról és *mellékállomány*ról. Az ápoló-vágások (tisztítás, gyérítés) során eltávolításra kerülő fák összességét *mellékállománynak*, a visszamaradó fák összességét pedig *főállománynak* nevezzük.

A FAÁLLOMÁNY KÜLSŐ SZERKEZETE

a) Záródás

A záródás az a viszonyszám, amely megmutatja, hogy a fák koronái által elfoglalt terület (a fák koronáinak a földön való vetülete) hányadrésze az erdő egész területének.

A záródási viszonyszámot tizedestört alakjában egy tizedesnyi pontossággal fejezzük ki és meghatározása egyszerűen szembecsléssel történik. Ha például azt mondjuk, hogy az erdő-részlet záródása 0,6, ez azt jelenti, hogy a fák koronáinak a földön való vetületei az egész erdő-részlet területének csak 0,6 részét foglalják el, a többi 0,4 rész a fák koronái között lévő hézagokra esik.

Ha a záródás nagyobb 0,5-nél, akkor célszerű a házagokat becsülni — mert ez a kevesebb — és az így kapott értéket az egységből levonni. Ha például azt találjuk, hogy az erdő-részlet mennyezetében mutatkozó hézagok az egész erdő-részlet területének 0,2 részét foglalják el, akkor a záródás 0,8 volna.

Amint látjuk, a záródás terület-viszonyszám.

b) Sűrűség

Sűrűség a faállomány valóságos fatömegének ahhoz a fatömeghez való viszonya, amellyel a faállomány a meglévő termőhelyi viszonyok között és a tenyészeti tényezők teljes kihasználásával rendelkezhetne. A sűrűség tehát fatömeg-viszonyszám, amely megmondja, hogy hányad része van jelen annak a fatömegnek ténylegesen, amilyen fatömegű faállomány a legjobb esetben ugyanebben a korban jelen lehetne.

A sűrűséget ugyancsak tizedestört alakjában — legtöbbször egy-, néha két-tizedes pontossáig — fejezzük ki. A sűrűség legmagasabb foka a teljes sűrűség, amelynek a viszonyszáma: 1,0. Ennél nagyobb fatömeg nem képzelhető el egy bizonyos korban egy meghatározott termőhelyen.

A záródás viszont néha az egység fölé emelkedhet akkor, ha a lombkoronák egymásba nyúlnak. Ilyenkor a lombkoronának a földön való vetületei nagyobb területet borítanak el, mint az erdő-részlet egész területe, hiszen az egymásba nyúló koronáknak a vetületei összeesnek. Viszont az is elképzelhető — főleg fényigényes fafajok esetében — hogy teljes sűrűség mellett a záródás viszonyszáma nem az egység, mert a területen maximálisan termelhető fatömeg jelen van ugyan, de a lombkoronák mégsem érnek egészen össze.

A záródás terület-viszonyszám, a sűrűség pedig fatömegviszonyszám. A két viszonyszám értéke legtöbbször nagyon közel esik egymáshoz, de nem azonosak.

A sűrűség-viszonyszám meghatározása gyakorlatilag legtöbbször szintén szembecsléssel történik, amikor a gyakorlott szakember is nagyokat tévedhet. Nagyon nehéz elképzelni azt a faállományt, amelyik a legkedvezőbb körülmények között jelen lehetne és hogy ennek az eszményi faállomány fatömegének milyen része van valóban jelen.

A záródást sokkal megbízhatóbban becsülhetjük, mint a sűrűséget. Ha rendelkezünk olyan gyakorlati adatok alapján készült táblázatokkal, amelyek a záródási és sűrűségi viszonyszámok összefüggéseit tartalmazzák, akkor ezeket jól felhasználhatjuk a faállomány sűrűségének a megállapításához. Semmi esetre sem szabad a záródási viszonyszámot azonosnak felvenni a sűrűségi viszonyzámmal, mert ezzel sokszor elég nagy hibát követünk el.

Fekete Zoltán állította össze ilyen gyakorlati táblázatokat az akácra és a tölgyre. Fekete a sűrűségi és záródási viszonyszámok összefüggésére tölgy-állományokban az alábbi táblázatot adja:

Záródás	S ű r ű s é g a z					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	t e r m ő h e l y e n					
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	—	—	—	—	—	—

Ha az erdőrészlet fatömegét valamilyen módon meghatároztuk és megbecsüljük azt a fatömeget is, amely ebben a korban kedvező körülmények között jelen lehetne, akkor a sűrűségi viszonyszámot számítással is megállapíthatjuk.

Egy 100 éves jegenyefenyő-állomány egy kat. holdra eső fatömegét 430 m³-ben állapítottuk meg és becslésünk szerint ezen a termőhelyen, ilyen

korban 520 m³ lehetne a jegenyefenyő fatömege. A sűrűségi viszonyszám az alábbi lesz:

$$s = \frac{430}{520} = 0,8$$

c) Elegyarány

Ha a faállományt egyetlen fafaj alkotja, akkor az *elegyetlen*. Ha két vagy több fafaj található benne, akkor *elegyes*. Az egyes fafajok által (a hézagokkal együtt) elfoglalt területnek az erdőrészlet egész területéhez való viszonyát *elegyaránynak* nevezzük.

Az elegyarányt ugyancsak tizedestörttel egy-tizedes pontosságig szoktuk kifejezni. Az egyes fafajokra eső elegyarányviszonyszámok összegének mindig az egységet kell adnia. Például, ha azt mondjuk, hogy valamely faállományban az elegyarány-eloszlás: jegenyefenyő 0,5, tölgy 0,3 és bükk 0,2, ez azt jelenti, hogy az erdőrészlet egész területéből a jegenyefenyő 0,5, a tölgy 0,3 és a bükk 0,2 részt foglal el.

Az elegyarányt is legtöbbször szembecsléssel szoktuk meghatározni.

Amint látjuk, az elegyarány ismét terület-viszonyszám.

A FAÁLLOMÁNY BELSŐ SZERKEZETE

Ha egy faállomány egykorú és egyfajú faegyedekből áll is, azok sohasem egyenlők pontosan sem mellmagassági átmérő, sem magasság, sem alakszám tekintetében. Még nagyobb az eltérés a különböző fajú, korú és termőhelyi adottságú faállományok faegyedei között.

A nagy változatosság mellett mégis minden faállomány mellmagassági méretei, magasságai és köbtartalmai között törvényszerűségeket tudunk találni. A faállományt sohasem mint különálló faegyedek egymásmellettségét, hanem mint a fák sokaságából álló, összetartozó társas (kollektív) csoportot kell tekintetni. Ha az állományokat ilyen módon vizsgáljuk, akkor az egyes fatömegtényezők között az alábbi összefüggéseket találjuk.

a) Körlapösszeg

Ha valamely faállomány összes faegyedeinek mellmagassági körlap-területeit összegezzük, kapjuk az állomány körlapösszegét. Erre az adatra szükségünk lehet részben az állomány fatömegének a meghatározásához (a faállomány fatömege:

$V = G \cdot H \cdot F$, ahol V az állomány fatömegét, G az állomány kör-
lapösszegét, H az átlagos állomány-magasságot és F a faállomány
alakszámát jelenti), másrészt az átlagos körlap kiszámításához.

b) Átlagos körlap

Ha a körlapösszeget elosztjuk az állomány törzseinek a szá-
mával, akkor kapjuk az átlagos körlapot, amelynek a fatömeg-
becslési eljárásokban fontos szerepe van:

$$g_{\text{átl}} = \frac{G}{N}$$

ahol $g_{\text{átl}}$ az állomány átlagos körlapját, G az állomány körlap-
összegét és N az állomány törzseinek a számát jelenti.

c) Átlagos mellmagassági átmérő

Ha az átlagos körlapot ismerjük, ebből kiszámíthatjuk a
hozzátartozó átlagos mellmagassági átmérőt is. Ugyanis:

Ebből:

$$g_{\text{átl}} = \frac{d_{\text{átl}}^2 \cdot \pi}{4}$$

$$4 \cdot g_{\text{átl}} = d_{\text{átl}}^2 \cdot \pi ; \frac{4 \cdot g_{\text{átl}}}{\pi} = d_{\text{átl}}^2 ; d_{\text{átl}} = \sqrt{\frac{4 \cdot g_{\text{átl}}}{\pi}}$$

Egyszerűbb az átlagos mellmagassági átmérőt a körlaptáb-
lából visszakeresni.

d) Átlagos magasság

Az állomány átlagos magasságát oly módon kell meghatároz-
nunk, hogy néhány fa magasságát megmérjük és ezeknek az
átlagát vesszük. A számítást célszerűbb grafikusán végezni.

e) Átlagos alakszám

Néhány fatermési táblában megtaláljuk a faállomány átlag-
os alakszámát is, amelyet tájékoztató adatként elfogadhatunk.
Az alakszámnak ma már az erdőbecslésben nincsen jelentősége.

f) Átlagos fatömeg

Valamely faállomány átlagfája alatt azt a fát értjük, amelynek köbtartalma ($v_{\text{ál}}$) a faállomány törzseinek a számával (N) szorozva a faállomány egész fatömegét adja (V).

$$V = v_{\text{ál}} \cdot N ; v_{\text{ál}} = \frac{V}{N}$$

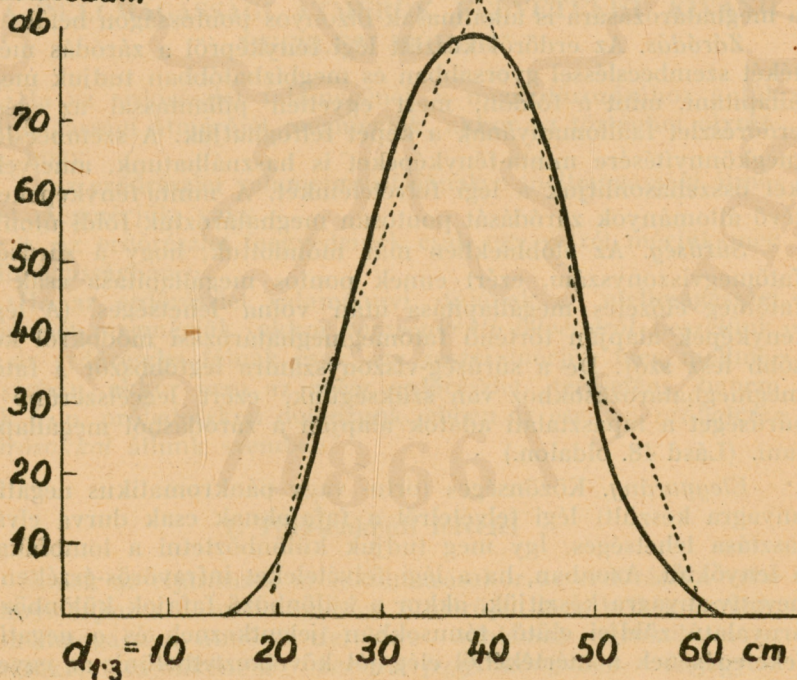
Az átlagfa köbtartalma az átlagos fatömeg, amely az állomány fatömegének a törzsek száma szerint vett számtani átlaga.

g) A faállomány tényezőinek összefüggései

A faállomány nem egyenlő méretű fákból áll. Még az egykorú faállomány fáiinak a méretei között is számottevőbb eltérések adódhatnak.

Ha egy derékszögű tengelyrendszerben a mellmagassági átmérő függvényeképpen ábrázoljuk az egykorú faállomány fáiinak a törzsszám szerinti megoszlását, akkor eredményképpen egy harangalakú görbét (Gauss-féle valószínűségi görbét) kapunk. (32. ábra).

Törzsszám



32. ábra. A mellmagassági átmérők megoszlása a törzsszám szerint. (Gauss-féle valószínűségi görbe.)

Lényegében ugyanilyen futású görbét kapunk akkor is, ha a törzsszám-megoszlást akár a magasság, akár a fatömeg szerint vizsgáljuk.

Az ilyen görbe legmagasabb pontja azt mutatja, hogy melyik vastagsági (mellmagassági), vagy melyik magassági, vagy melyik köbtartalom szerinti fokba tartozik a legtöbb törzs.

A faállomány többi tényezője között is határozott törvényszerűségek állapíthatók meg. Ha ezeket az összefüggéseket derékszögű tengelyrendszerben grafikusán ábrázoljuk, akkor jellegzetes görbéket kapunk.

A faállomány tényezőinek az összefüggéseivel egy külön tudomány-ág, az ú. n. *faállomány szerkezettan* foglalkozik.

A FAÁLLOMÁNY KÜLSŐ SZERKEZETI TÉNYEZŐINEK MEGÁLLAPÍTÁSA LÉGI FÉNYKÉPEK SEGÍTSÉGÉVEL

Az erdőről készült légi fényképek nemcsak torzítás-mentes, méretarány-hű erdőgazdasági térképek készítésére használhatók fel célszerűen, hanem igen jó tájékoztatást adnak az állományok külső szerkezetére vonatkozóan, sőt az állományok fatömegének a meghatározására is alkalmasak bizonyos pontosságon belül.

Záródás. Az erdőről készült légi fényképről a záródás mértékét szembecsléssel gyorsabban és megbízhatóbban tudjuk megállapítani, mint a földön, mert egyetlen pillantással az egész erdőrésztlet faállományának a képét felfoghatjuk. A szembecslés megkönnyítésére minta-fényképeket is használhatunk, amelyekkel összehasonlítjuk a légi felvételeinket. A minta-fényképeken lévő állományok záródását pontosan meghatároztuk földi úton.

Sűrűség. Az előbbieken már mondtuk, hogy a sűrűség fatömegviszonyszám, ezért ennek pontos megállapítása csak a fatömeg előzetes megállapítása után volna lehetséges. (A légi fényképek alapján történő fatömegmeghatározási módokról később lesz szó). De a sűrűség-viszonyszámra legtöbbször a fatömegmeghatározásokhoz van szükségünk, ezért legcélszerűbb a sűrűséget a tapasztalati adatok alapján a záródásból megállapítani. (Lásd 48. oldalon.)

Elegyarány. Közönséges (orto- vagy pánkromatikus negatív anyagra készült) légi felvételtől a fafajoknak csak durva elválasztása lehetséges. Így meg tudjuk különböztetni a lombfákat a fenyőktől. Azonban, ha a légi felvételeket infravörös-érzékeny negatív-anyagra készítjük, akkor a különböző fafajok különböző árnyalatú zöldjei elütő tónusokban jelentkeznek és a negatív feketedésének a mértékéből elég jól következtethetünk az egyes fafajokra.

Ha a méretarányosra alakított légifelvételen az egyes fafajok által elfoglalt területeket megmérjük, akkor igen egyszerű módszerrel az állomány elegyarányát megállapíthatjuk.

A FATÖMEG MEGHATÁROZÁSA

A faállomány fatömegének a meghatározása egyik legfontosabb feladata az erdésznek. A faállományt sohasem mint egymás mellett álló faegyedeket, hanem mint önálló magasabb egységet, kollektívát kell néznünk és olyan fatömeg-meghatározási eljárásokat kell keresnünk, amelyeknek segítségével aránylag csekély munkával kielégítő pontosságot érhetünk el.

A faállomány fatömegének a meghatározását célzó eljárásokat két nagy főcsoportba osztjuk: az egyik főcsoportba azok az eljárások tartoznak, amelyek megkívánják az állományt alkotó fák — vagy azok egy részének — mellmagassági átmérőjének a megmérését, a második főcsoportba pedig azokat az eljárásokat soroljuk, amelyekhez külső mérésekre nincsen szükségünk.

A) A MELLMAGASSÁGI ÁTMÉRŐK FELVÉTELÉT KIVÁNO BECSLÉSI MÓDOK

Ha az erdőrészlet fatömegének a meghatározásához a fák mellmagassági átmérőjét megmérjük, akkor ez történhet oly módon, hogy

1. az erdőrészlet valamennyi fájának a mellmagassági átmérőjét megmérjük, vagy
2. Az erdőrészlet faegyedeinek csak egy részét mérjük meg mellmagasságban.

Ha az erdőrészlet valamennyi fájának a mellmagassági átmérőjét megmérjük, akkor *törzsenkénti felvételtől* beszélünk. Ha az erdőrészlet fáinak csak egy részét mérjük meg mellmagasságban, akkor nem az egész erdőrészlet területén, hanem csak ú. n. próbatereken dolgozunk, ebben az esetben *próbateres eljárásokkal* állunk szemben.

1. Törzsenkénti felvétel

Ennek az eljárásnak az alkalmazásakor az erdőrészlet valamennyi fájának a mellmagassági átmérőjét meg kell mérnünk. A mellmagassági átmérők felvétele átlalással történik és az átmérőket fafajonként a *becslési jegyzőkönyvben* feljegyezzük. (A becslési jegyzőkönyv mintáját lásd a Függelékben H.

alatt.) Egy jegyzőkönyvvezetőhöz 2—3 átlaló-munkást lehet beosztani.

Az átlalás megkezdése előtt átlalóinkat meg kell vizsgálnunk, hogy a száraiik párhuzamosak-e egymással? Ez úgy történik, hogy az átlaló mozgó-szárát egészen közel (1—2 mm-re) toljuk az álló-szár mellé és az igazító-csavart (lásd 4. ábra) addig forgatjuk, amíg a mozgó-szár megfeszült helyzetben pontosan párhuzamos nem lesz az álló-szárral. Használat közben a szárok párhuzamosságát többször ellenőriznünk kell, mert előfordul, hogy az igazító-csavar meglazul és azt ilyenkor utána kell állítani. Ha az átlaló szárai nem párhuzamosak egymással, akkor minden mért átmérő kisebb, vagy nagyobb lesz a valóságosnál.

Azt is ellenőriznünk kell a munka megkezdése előtt, hogy az átlaló álló-szárának belső éle pontosan elvág-e a beosztás O-pontjával.

Az átlalást az erdőrészlet valamelyik sarkán kezdjük meg és az erdőrészlet szélével párhuzamosan haladunk előre olyan széles sávban, hogy az átlaló-munkásoknak ne kelljen sokat oldal-irányban menniök. A már megmért fákat valamilyen módon (karcolás, hajkoiás, krétázás, festés, stb.) meg kell jelölni, nehogy ismételten ugyanazt a törzset mérjük meg. Vékony kérgű fák jelölésére lehetőleg ne használjuk a hajkolást, vagy a karcolást, nehogy élő részt sebezünk meg. A fák megjelölését mindig a haladási irányban kell eszközölnünk, hogy visszafelé jöve szembetűnjenek.

Ha a fák átlalásával az első pászta szélességében elértük az erdőrészlet szélét, akkor kb. ugyanilyen szélességű pásztában visszafelé jövünk és folytatjuk az átlalást. A már megmért fának a haladásunk irányában lévő oldalukon lévő jelzései jól látszódnak és az átlaló munkás nem is megy a közelébe sem. Ha a jelölés nem elég feltűnő, akkor a munkásnak egészen közel menve kell keresgélni a jelzést a fán, hogy vajjon megmérte-e már, vagy sem. Ez igen nagy idővesztéséget jelent.

Lejtős terepen a pásztákat úgy fektessük, hogy lehetőleg a rétegvonalak mentén haladhassunk, mert ez a legkényelmesebb. A mellmagassági átmérőt pedig úgy kell mérnünk, hogy a lejtő felől (felülről) álljunk a fa mellé.

A törzseknek fafajonként a jegyzőkönyvbe való beírása vonalakkal történik ötös csoportokban (négy függőleges vonalkát az ötödikkel áthúzzuk: $\frac{|||}{|||}$), vagy tízes csoportokban (négy pont, hat vonás: $[\times]$) történik.

Az átmérők mérését általában cm-es pontossággal szoktuk végezni. De teljesen kiegyenlítődnek az eltérések akkor is, ha 2 cm-es — vagy idősebb állományokban akár 4—5 cm-es — kikerekítéseket alkalmazunk. Ebben az esetben kikerekítő

átlalókat (lásd 8. ábra) kell használnunk. Ilyen kikerekítések alkalmazásával a jegyzőkönyvünk vezetése egyszerűbb lesz és a pontosság mégis kielégítő.

2. Próbateres eljárások

Ha az erdőrészlet faegyedeinek csak egy részét mérjük meg átlóval mellmagasságban, akkor nem az egész erdőrészlet területén, hanem csak az $ú, n$. probatereken dolgozunk. A probaterék nagysága kb. 3—20%-a az egész erdőrészlet területének.

A probaterületen álló faállomány fatömegéről következtetni tudunk az egész erdőrészlet faállományának a fatömegére. Ha az erdőrészlet faállománya teljesen egyenletes volna, akkor a probatérből kiszámított fatömeg egyezne a törzsenkénti felvétel által megállapított fatömeggel. A valóságban ilyen egyenletes állomány nincsen. Ha azonban a probateréket úgy választjuk meg, hogy azok az erdőrészlet átlagos viszonyait képviseljék, akkor a probaterületek fatömeg-adataiból levont következtetések kielégítő eredményt adnak.

A probatér nagyságát lehetőleg úgy válasszuk meg, hogy 0,5—1 kat. holdnál kisebb ne legyen.

Attól függően, hogy a probateréket miként választjuk meg, ismerünk: a. közönséges próbát b. rácsos próbát és c. körös próbát.

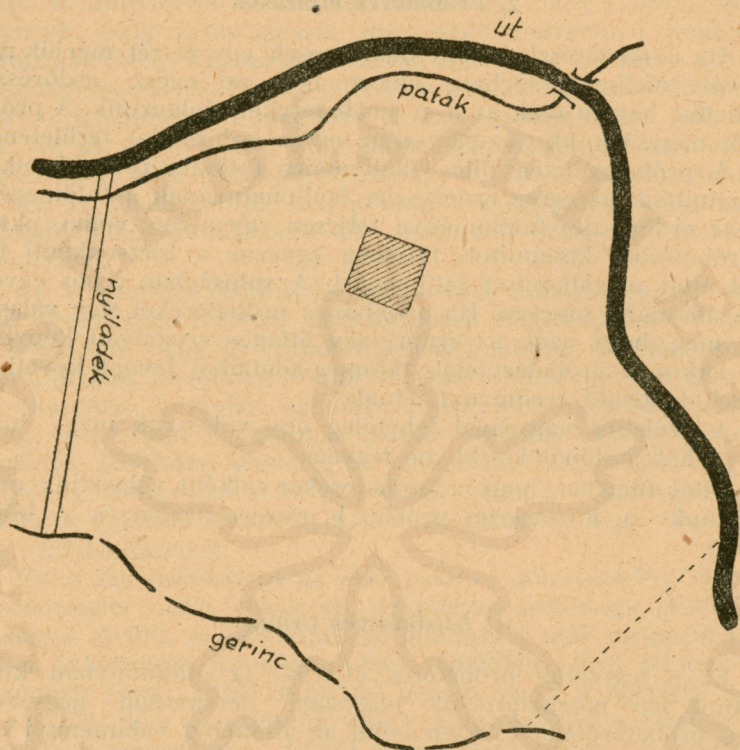
a) Közönséges próba

Ez a legrégebb probateres eljárás. Az állományban kiválasztunk egy meghatározott nagyságú derékszögű négyszög-alakú probaterületet és ezen belül az állomány valamennyi törzsét megmérjük mellmagasságban átlóval.

A probaterület kitűzése előtt gondosan be kell járni az egész erdőrészletet, hogy valóban az állomány átlagos viszonyait tartalmazó területet választhassuk meg probaterületként (33. ábra).

A probaterület alakja legtöbbször derékszögű négyszög. A derékszögek kitűzéséhez szögtűző-dobot, vagy prizmát, esetleg derékszögű távcsőkeresztet használhatunk. A probaterület nagysága 0,5—2 kat. hold, vagy 0,5—1 hektár legyen, amit a négyzet oldalainak pontos kimérésével könnyen betarthatunk. A probaterület határainak a megjelölése oly módon történik, hogy a határon már éppen kívül eső törzseket mésszel vagy krétával megjelöljük és a törzsenkénti felvételt ezeken a megjelölt fákon belül végezzük.

Ha a próbaterület kisebb vagy nagyobb egy kat. holdnál (1 hektárnál), akkor a becsült fatömegadatokat először átszámítjuk a területegységre és ezt megszorozzuk az erdőrészlet egész területével.



33. ábra. Közönséges próba.

Egy 16,4 kat. holdas erdőrészletben kitűzünk egy 30 x 40 öles próbaterületet (1200 □-öl, azaz 0,75 kat. hold). Ezen a területen az alábbi fatömegadatokat találtuk: lucfenyő 191 m³, bükk 55 m³. Mennyi az egész erdőrészlet fatömege?

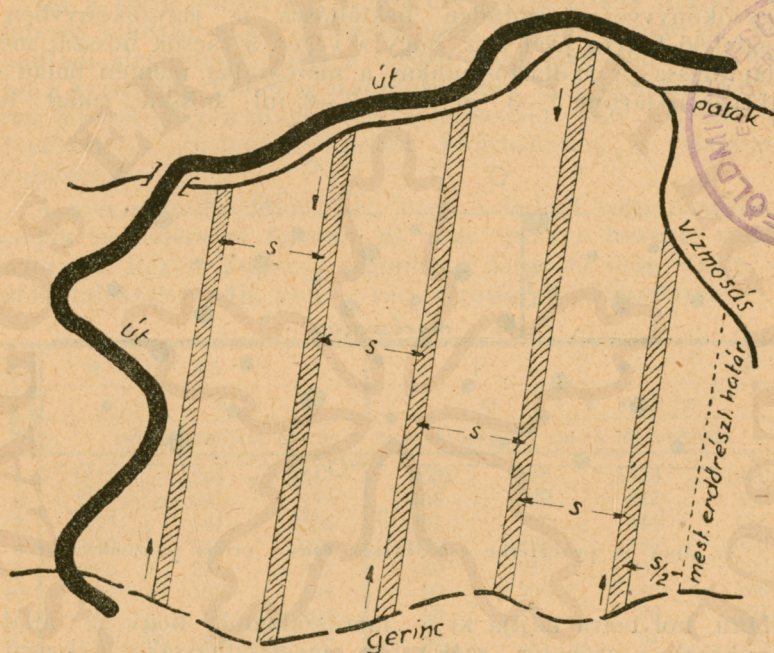
Ha 0,75 kat. holdon találunk 191 m³ lucot és 55 m³ bükköt, akkor egy holdon $\frac{0,75}{191} = 254$ m³ luc és $\frac{0,75}{55} = 73$ m³ bükk van. Az egész erdőrészlet fatömege pedig:

Lucfenyő:	254 x 16,4 =	4166 m ³
Bükk:	73 x 16,4 =	1197 m ³
Összesen:		5363 m ³

b) Rácsos próba

(Fekete Zoltán eljárása)

A közönséges próbatér összefüggő területet zár be, a rácsos próba rácsszerűen szeli át az erdőrészletet (lásd 34. ábra). A hosszú szalagszerű próbaterek egymással párhuzamosak és lehetőleg egymástól egyenlő távolságra fekszenek. Minél sűrűbben fektetjük a rácsot, vagy minél szélesebbre vesszük a szala-



34. ábra. Rácsos próba.

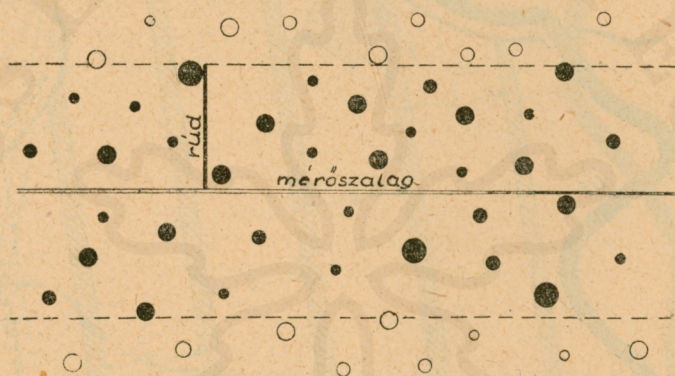
gokat, annál nagyobb lesz a próbatereületünk és így az elért pontosság is.

A rácsos próba területeinek a kitézése oly módon történik, hogy a próbatereület hossz tengelyében mérőszalagot feszítünk ki és a terület szélességét a mérőszalagtól jobbra-balra rúddal mérjük ki.

Mindenekelőtt a rács-sűrűséget kell megállapítanunk, ami az elérni kívánt pontosságtól függ. Aztán megállapítjuk azt a legkedvezőbb irányt, ahogyan a szalagokat egymás mellé fektetni akarjuk. A rács-távolságokat elegendő lépéssel mérünk,

mert ez a próbatér nagyságát nem befolyásolja. A felvett próbatület nagyságát a szalagszerű területek összessége adja, amelynek hosszát a mérőszalaggal, szélességét pedig a rúddal mérjük.

A felvétel menete a következő: Ha a rács-sűrűséget (s) és azok irányát már megállapítottuk, akkor az állomány szélétől a tervezett irányra merőlegesen lelépjük a rács-távolság felét ($s/2$) és ebben a távolságban a rács hosszában két munkás kifeszíti a mérőszalagot a földre fektetve. (Lásd 34. ábra.) A szalag elején haladó munkás bekiáltja a „próba” szót és a jegyzőkönyvvezető minden bekiáltásra a jegyzőkönyvben a megfelelő helyre jelet tesz, hogy a végén a rácsok hosszát megállapíthassa. A rúdtartó-munkás a mérőszalag mentén halad és a kezében tartott 2—3 öl (vagy 3—6 m) hosszú rudat hol



35. ábra. A próbatérbe eső törzsek rácsos próba használatakor.

jobbra, hol balra hajtja ki a mérőszalagtól, hogy az átlalós munkások a próbatér szélő fáit megtalálhassák. Célszerű a rúdnak a szalag felé eső végén egy függélyezőt alkalmazni, hogy a rúd egyik vége mindig pontosan a szalaghoz tartható legyen. A próbaterületbe esik mindaz a fa, amelyiknek a fél vastagságán túl ér a rúd másik vége (35. ábra). A próbaterületbe az ábrán fekete pontnak jelzett törzsek kerülnek, az üres körökkel jelzett törzsek már a területen kívül vannak. A mérőszalag jobb- és baloldalán 1—1 átlalós munkás halad, akik a rács területébe eső valamennyi fát megállalják. A megmért fák mellmagassági átmérőjét a jegyzőkönyvvezetőnek bekiáltják.

A rácsos próba munkás-szükséglete 5 ember: 2 munkás tartja a mérőszalagot, egy a rudat és jobbról-balról egy-egy munkás átlal.

Ha a mérőszalag hossza elfogyott, a szalagtartó munkások

egy szalaghosszal továbbmennek és újból bekiáltják a „próba” szót.

Nézzük meg, hogy mekkora a felvett próbaterület nagysága akkor, ha a használt mérőszalag hossza 20 öl, a szalag-fektetések száma 52 volt és a végén még mértünk 5,2 öl szalaghosszúságot, a rúd hossza pedig 2,5 öl volt.

A próbaterület hossza: $52 \times 20 + 5,2 = 1045,2$ öl, a szélessége pedig jobbra 2,5, balra 2,5, vagyis 5 öl. A próbaterület nagysága tehát: $1045 \times 5 = 5226$ □-öl = 3.27 kat. hold (mert 1 kat. hold 1600 □-öl).

Ha a terep erősen lejt és ezért a szalagot nem tudjuk vízszintesen kihúzni, akkor a ferdén mért szalaghosszakát át kell számítani vízszintesre, mert a ferdén mért távolság nagyobb, mint a vízszintes. Ehhez a számításunkhoz meg kell mérnünk a terep lejtését (egyszerű geológus kompasszal, vagy fokíves függőlejtővel) és cosinus-táblázatból kiolvashatjuk a vízszintes távolságokat.

A rács sűrűsége attól függ, hogy a terület hány százalékát akarjuk próbatérként felvenni és hogy milyen hosszú rúddal dolgozunk. Fekete Zoltán a számítások kiküszöbölése végett az alábbi táblázatot adja meg a rács-sűrűség megállapítására:

A próbatér az egész terület százalékában	2	2,5	3	3	4	5	6
	ö l e s			m é t e r e s			
	rúd használata esetén a rács-sűrűség 75 cm-es lépésekben						
1	1011	1264	1517	800	1067	1333	1600
2	506	632	759	400	538	667	800
3	337	421	506	267	356	444	533
4	253	316	379	200	276	333	400
5	202	253	303	160	218	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 nagysága ritkán több az egész terület 10%-ánál, kivételes esetekben vesszük csak fel 20%-ban, 5% alá pedig csak nagyon egyenletes állományokban ajánlatos menni.

A rács elhelyezésére nézve ajánlatos a hosszúkás erdőrészekben a próbacsíkot a hosszirányra merőlegesen fektetni, hegyoldalon pedig jobb a lejtő irányába haladni, mint a völgygel párhuzamosan. Ezáltal a próbaterület jobban eloszlik a különböző minőségű talajrészekben. Ugyanis a hegyről a völgybe haladva az állományok minősége egyre javul, a völgyben a legjobb.

A próbacsíkok egyenes kitézésére nem kell nagy gondot

fordítani, mert azok elhajlása, vagy kisebb törése a becslés pontosságára nincsen befolyással, hiszen a próbatér nagyságát nem változtatja.

Ha a próbatéren álló faállomány fatömegét meghatároztuk, akkor a kapott eredményt átszámítjuk egy kat. holdra (vagy egy hektárra) és ezt megszorozzuk az egész erdőrészlet területével. Így kapjuk meg az egész erdőrészlet faállományának a fatömegét.

c) Körös próba

Ennek az eljárásnak az alkalmazásakor sok, egymástól közel egyenlő távolságra fekvő, meghatározott sugarú, köralakú próbatéren vesszük fel a faállomány mellmagassági méreteit. Itt is el kell döntenünk, hogy az állomány egész területének hány százalékát akarjuk felvenni próbatérként. Ha a kör sugara ismert, akkor kiszámíthatjuk a köröknek egymástól való távolságát lépésekben (75 cm).

A próbakörök kitézése úgy kezdődik, hogy az állomány valamelyik szélétől lelépjük a megállapított körtávolság felét ($s/2$) itt a rúdtartó-munkás gyengén lever a földbe egy 60—70 cm-es karót és bekiáltja a „próba” szót. Ez a karó jelzi az első próbakör középpontját (36. ábra). A jegyzőkönyvvezető minden próba-bekiáltásra a jegyzőkönyv megfelelő helyére jelet tesz, hogy a végén számbavehesse a próbakörök számát. A rúdtartó-munkás a leütött karótól, mint középponttól a rúddal kört ír le, hogy az átlalás-munkások számára a próbatér szélső fát megmutassa. Mindaz a fa a próbatéren belül van, amelyik félvastagságán a rúd vége túlér.

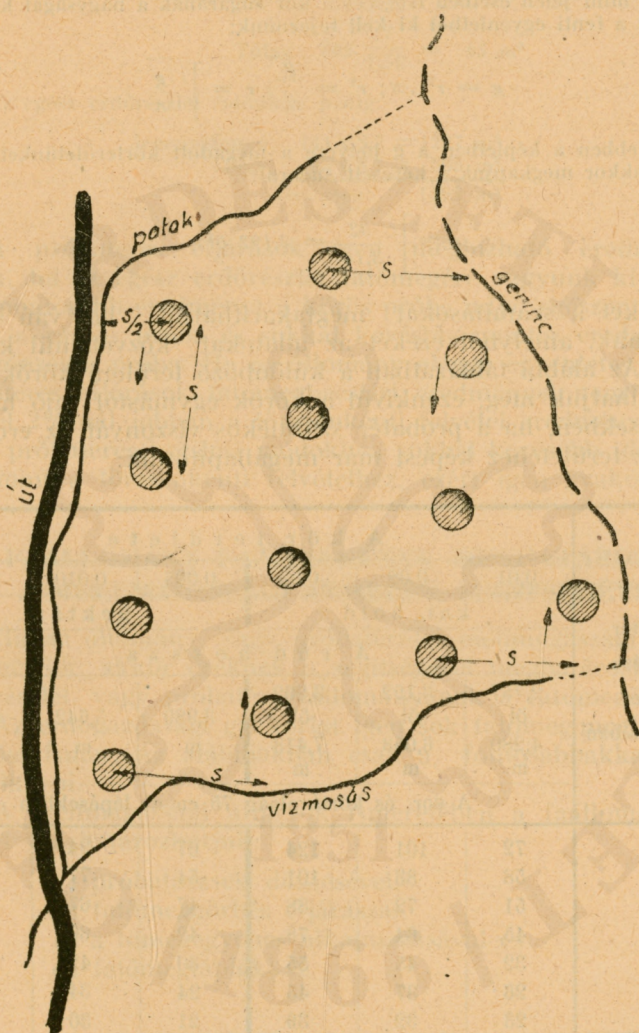
A körös próba munkás-szüksége 2—3 fő: egy rúdtartó-munkás és 1—2 állalás-munkás.

A következő kör középpontja a kiszámított lépéstávolságra (s) lesz, ahol a rúdtartó-munkás ismét leüti a karót és újból bekiáltja a „próba” szót.

Ha a körökkel az erdőrészlet szélét elértük, akkor a haladási irányra merőlegesen az erdőrészlet belseje felé ismét lelépjük az s távolságot és az erdőrészlet szélétől kb. $s/2$ távolságra felvesszük az első kört. A körök kijelölésével ugyanúgy haladunk, mint az előző sorban, csak ellenkező irányban (lásd a 36. ábrán a nyilakat).

A körök lehetőség szerint egymással párhuzamos egyenesen fekszenek, bár az iránytól való kisebb eltérés a próbatér nagyságát nem befolyásolja. Az irányunk betartására ritkább erdőrészletekben elegendő egy távolabbi pont kiszemelése, sűrűbb állományban esetleg kézi iránytűt is használhatunk.

Figyelemmel kell lennünk a sortávolságok kimérése közben arra is, hogy hegyoldalon lefelé haladva a munkás nagyobbakat lép, mint vízszintes terepen, vagy éppen hegynek felfelé.



36. ábra. Körös próba.

A rúd hosszát célszerű minden esetben úgy megválasztanunk, hogy a vele leírt kör területe kerekszámú négyszögöleket, illetőleg négyzetmétereket adjon, mert így számításaink egyszerűbbek.

Számítsuk ki hogy milyen hosszú rudat kell használnunk akkor, ha 0,02 kat. holdnyi (azaz 32 □ ölnyi) körterületű próbatereket akarunk felvenni?

Mint tudjuk a geometriából, a kör területe: $g = r^2 \pi$. Ha a kör területe ismeri — mint jelen esetben is — és a kör sugarának a nagyságát keressük, akkor azt a fenti egyenletből ki kell fejeznünk:

$$g = r^2 \cdot \pi; r^2 = \frac{g}{\pi}; r = \sqrt{\frac{g}{\pi}}$$

Ha ebben a képletben a g helyére a megadott körterületünket helyettesítjük, akkor megkapjuk a keresett sugarat:

$$r = \sqrt{\frac{32}{3,14}} = 3,192 \text{ öl}$$

Ezeket a számításokat megtakaríthatjuk, ha van olyan táblázatunk, amelyből ezeket az adatokat közvetlenül kiolvashatjuk. Az alábbi táblázatban a különböző területű körök sugarait találhatjuk meg, ezenkívül a körök egymástól való távolságát lépésekben, ha a próbatér százalékos viszonyát az erdőrésztet egész területéhez képest már megállapítottuk:

A próbatér az egész terület százalékaiban	A kör területe					
	0,01	0,02	0,03	0,005	0,010	0,015
	kat. hold			hektár		
	A rúd hossza					
	2,257 öl	3,192 öl	3,909 öl	3,989 m	5,642 m	6,910 m
	4,280 m	6,053 m	7,413 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

Egy 8,7 kat. hold területű erdőrésztetben felvettünk 53 kört próbatérként. A felvételhez használt rúd hossza 3,909 öl, tehát a kör területe 0,03 kat. hold volt (lásd a fenti táblázatot). A felvett próbatérület nagysága: $53 \times 0,03 = 1,59$ kat. hold.

Az 53 próbakörben talált fatömeg az alábbi volt: jegenyefenyő 224 m³

és tölgy 103 m^3 . Mivel a felvett próbaterület $1,59 \text{ kat. hold}$, ezért a rajta talált fatömeget át kell számítanunk egy kat. holdra :

$$\text{Jegenyefenyő} : 224 \frac{1}{1,59} = 141 \text{ m}^3$$

$$\text{Tölgy} : 103 \frac{1}{1,59} = 65 \text{ m}^3$$

Az egész erdőrészlet fatömege pedig:

$$\text{Jegenyefenyő} : 141 \times 8,7 = 1227 \text{ m}^3$$

$$\text{Tölgy} : 65 \times 8,7 = 565 \text{ m}^3$$

$$\text{Összesen} : 1792 \text{ m}^3$$

A próbateres eljárások igen megbízható eredményeket adnak, ha az egész erdőrészlet fatömegére vagyunk kíváncsiak. A legpontosabb eredményt a körös próba adja, egészen közel áll hozzá a rácsos próba és sokkal kevésbé pontos eredményt ad a közönséges próba. Ha az állomány eléggé egyenletes, akkor a próbateres eljárások fatömegbecslési eredményei nem igen térnek el 2%-nál jobban a törzsenkénti felvétel eredményeitől. Mivel a próbateres becslési módokhoz sokkal kevesebb idő szükséges, mint a törzsenkénti felvételhez, ezért igen gyakorlatiasak.

A FAÁLLOMÁNY FATÖMEGÉNEK MEGHATÁROZÁSA A MELLMAGASSÁGI ÁTMÉRŐK SEGÍTSÉGÉVEL

Ha az állomány, vagy próbaterület mellmagassági átmérőit megmértük, akkor ezeknek a segítségével meghatározhatjuk az erdőrészlet, vagy próbaterület faállományának a fatömegét.

Az erdőgazdasági gyakorlat igen sok fatömeg-meghatározási eljárást ismer. Az alábbiakban csak a fontosabbakkal fogunk foglalkozni.

A mellmagassági átmérők ismeretében a faállomány fatömegét meghatározhatjuk:

- a) próbatörzsek döntésével,
- b) fatömeggörbés eljárással,
- c) a tömegegyenes alkalmazásával és
- d) fatömegtáblákkal.

a) Fatömegmeghatározás próbatörzsek döntésével

Mielőtt ennek az eljárásnak a részletezésébe bocsátkoznánk, tisztáznunk kell a próbatörzs és átlagtörzs fogalmát.

Próbatörzs, vagy próbafa alatt olyan faegyedet értünk, amelynek fatömeg-tényezőiről következtethetünk egy hasonló

jellegű törzscsoport fatömeg-tényezőire. Ha a próbatörzs méretei a megfelelő törzscsoport (vagy vastagsági osztály) átlagos méreteivel azonosak, akkor ezt a törzset *átlagtörzsnek*, vagy *átlagfának* nevezzük. A próbatörzs azonban nem feltétlenül azonos méretű az átlagtörzssel.

A kidönött próbatörzsek száma az állomány faegyedei számának legalább 0.1%-a és legfeljebb 2%-a, vagyis aránylag csekély. Ezért igen fontos, hogy a próbatörzseket gondosan válasszuk ki és pontosan mérjük meg, mert az elkövetett hiba az állomány fatömegének a meghatározásában sokszorozódik.

Az erdőrészlet, vagy a próbatér valamennyi törzsének a mellmagassági átmérőjét már megmértük és fafajonként a becslési jegyzőkönyvbe vezettük. (A becslési jegyzőkönyv mintáját lásd a Függelékben H. alatt.) Minden mellmagassági átmérőhöz a törzsszám alapján a körlapszorzási táblából kiírjuk a körlapösszegeket és ezeket összegezzük fafajonként. Így megkapjuk az erdőrészlet, vagy próbatér egyes fafajainak a törzsszámát és körlapösszegét.

Ha a körlapösszeget elosztjuk a törzsek számával, akkor megkapjuk az átlagos körlapot, amelyből kiszámíthatjuk az átlagos körlaphoz tartozó átlagos átmérőt (egyszerűen a körlap-táblából való visszakereséssel).

Ha már ismerjük az átlagos átmérőt, akkor az állományban felkeresünk néhány ilyen átmérőjű törzset, azokat kidöntjük és köbtartalmukat pontosan meghatározzuk (szakaszos köbözással). A néhány próbatörzs köbtartalmának az átlaga lesz az *állomány-átlagtörzs* köbtartalma. Ezt csak meg kell szoroznunk az erdőrészlet, vagy próbatér törzseinek a számával (amit a becslési jegyzőkönyvből egyszerűen kiírunk) és megkapjuk az állomány, illetőleg a próbatér faállományának a fatömegét (ill. egy fafaj fatömegét).

A törzs alakja ugyanazon mellmagassági átmérő esetében is más és más lehet, ezért nem elégedhetünk meg egyetlen átlagfa döntésével, hanem mindig több átlagfát keresünk és ezek köbtartalmának a középarányosát (átlagát) számítjuk ki és használjuk fel az állomány fatömegének a meghatározásához.

Az állományokban ritkán sikerül olyan törzseket találnunk, amelyeknek átmérője pontosan azonos a kiszámított átlagos átmérővel. Ilyenkor felhasználhatunk olyan törzseket is, amelyeknek az átmérője közel van a kiszámított átlagos átmérőhöz, de a kiszámított köbtartalmat módosítanunk kell oly módon, hogy az átlagtörzs köbtartalmát kapjuk. A törzs köbtartalma a mellmagassági körlapterülettel egyenes arányban változik. Legyen a próbatörzs körlapterülete g , a köbtartalma pedig v , az

átlagtörzs körlapterülete $g_{\text{át.}}$, köbtartalma $v_{\text{át.}}$, akkor felírhatjuk az alábbi aránypárt:

$$g_{\text{át.}} : v_{\text{át.}} = g : v$$

Ebből:

$$v_{\text{át.}} = v \frac{g_{\text{át.}}}{g}$$

Ennek a módosításnak a végrehajtására vegyünk egy gyakorlati példát:

A kiszámított átlagos átmérőt 30 cm-nek találtuk, ennek a mellmagassági körlapterülete: $g_{\text{át.}} = 0,07103 \text{ m}^2$. A döntött próbatörzs mellmagassági átmérőjét 31 cm-nek mértük, amelynek a körlapterülete: $g = 0,07548 \text{ m}^2$, köbtartalma pedig a szakaszos köbözés eredményeképpen: $v = 0,998 \text{ m}^3$ volt. Az átlagos 30 cm-es törzs köbtartalma tehát:

$$v_{\text{át.}} = 0,998 \frac{0,07103}{0,07548} = 0,940 \text{ m}^3$$

Átlagtörzseket számolhatunk ki nemcsak az egész állományra (vagy a próbatér állományára) nézve, hanem annak szűkebb csoportjaira, az ú. n. *vastagsági osztályokra* is. A vastagsági osztályokat többféle megokolással alakíthatjuk. Kimondhatjuk, hogy 10 cm-ként vastagsági osztályokat alakítunk (10—20 cm-es törzsek egy vastagsági osztály, 21—30 cm-es törzsek egy másik vastagsági osztály, 31—40 cm-esek egy harmadik és így tovább), de ebben az esetben az egyes vastagsági osztályba eső törzszám és körlapösszeg mind más és más lesz. Az eredmény pontosabbá tétele céljából célszerűbb a vastagsági osztályokat úgy képezni a vastagsági méretektől függetlenül, hogy mindegyikbe azonos körlapösszegek essenek.

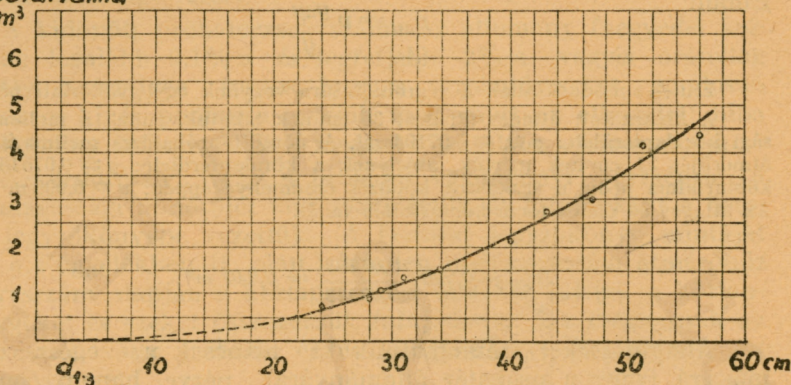
A vastagsági osztályok alakításának a célja az, hogy a kiszámított átlagok közelebb essenek a valóságos átlagokhoz és ezzel megbízhatóbb eredményeket biztosítsunk.

b) Fatömeggörbés eljárás

Ez a fatömeg-meghatározási eljárás nem valódi, kiszámított átlagtörzsekkel dolgozik, hanem mindenféle átmérőjű próbatörzsek döntésével oldja meg a feladatot. Miután az erdőrészlet, vagy próbatér faállományát megmértük mellmagasságban, tetzés szerint kiválasztunk próbatörzseket mindenféle méretben, a köbtartalmukat pontosan kiszámítjuk és megszerkesztjük a fatömeggörbét a mellmagassági átmérők függvényében. Ehhez az eljáráshoz mind a vékonyabb, mind a közepes és vastagabb törzsekből egyaránt kell próbatörzseket dönteni, hogy a görbét

folyamatosan megszerkeszthessük (lásd 37. ábra). Erről a fatömeggörbéről aztán bármely mellmagassági átmérőhöz tartozó köbtartalmat leolvashatjuk.

Egy törzs
köbtartalma
 m^3



37. ábra. Fatömeggörbe.

Egy elegendően faállományból az alábbi tíz próbatörzset döntöttük ki:

Mellmagassági átmérője	Vastagfa köbtartalma
cm	m^3
34	1,556
51	4,174
28	0,913
43	2,787
56	4,342
29	1,086
24	0,760
40	2,136
47	3,000
31	1,402

A kidöntött törzsek vastagfa-köbtartalmát szakaszos köbözéssel pontosan meghatároztuk (jobb oldali oszlop). Ezeknek az adatoknak az alapján szerkesztjük meg a fatömeggörbét (37. ábra). A mintatörzseket lehetőleg úgy választjuk ki, hogy minden vastagságból legyen, a legvékonyabtból a legvastagabbig, mert csak így tudjuk a görbét folyamatosan meghúzni. Láthatjuk, hogy a görbe nem mindenütt halad keresztül a felrakott pontokon. Ez azért van, mert a görbét kiegyenlítettük, hogy egyenletes futású legyen. Ha ezt nem tettük volna, akkor a görbe több helyen megtörne és így nem képviselné az állomány átlagadatait.

Az állomány valamennyi törzsét megmértük mellmagasságban (törzsenkénti felvétel) és ennek eredményét az alábbi táblázat két baloldali

oszlopában láthatjuk. Azután a már megszerkesztett fatömeggörbéről leolvassuk minden előforduló mellmagassági átmérőhöz tartozó törzs köbtartalmát és ezeket az adatokat a táblázat harmadik rovatába (fatömeg egyenként) írjuk le. Ezután nem kell egyebet tennünk, mint a különböző vastagságú törzsek köbtartalmát megszorozni az állományban található ilyen vastagságú törzsek számával (második rovat adata szorozva a harmadik rovat adatával) és megkapjuk minden vastagsági fok fatömegét. (Az alábbi táblázat negyedik rovata: fatömeg összesen). A negyedik rovatban szereplő fatömegek összege adja az erdőrészlet egész fatömegét (805,09 m³).

Mellmagassági átmérője	A törzsek száma	A fatömeg	
		egyenként	összesen
cm	db	m ³	
22	2	0,57	1,14
24	13	0,70	9,10
26	12	0,84	10,08
28	13	1,00	13,00
30	17	1,17	19,89
32	21	1,37	28,77
34	33	1,56	51,48
36	28	1,78	49,84
38	46	2,03	93,38
40	32	2,25	72,00
42	30	2,51	75,30
44	32	2,78	88,96
46	25	3,05	76,25
48	13	3,35	43,55
50	6	3,65	21,90
52	13	4,00	52,00
54	8	4,39	35,12
56	6	4,72	28,32
58	1	5,18	5,18
60	2	5,47	10,94
62	1	5,79	5,79
64	1	6,35	6,35
66	1	6,75	6,75
Összesen :	356	—	805,09



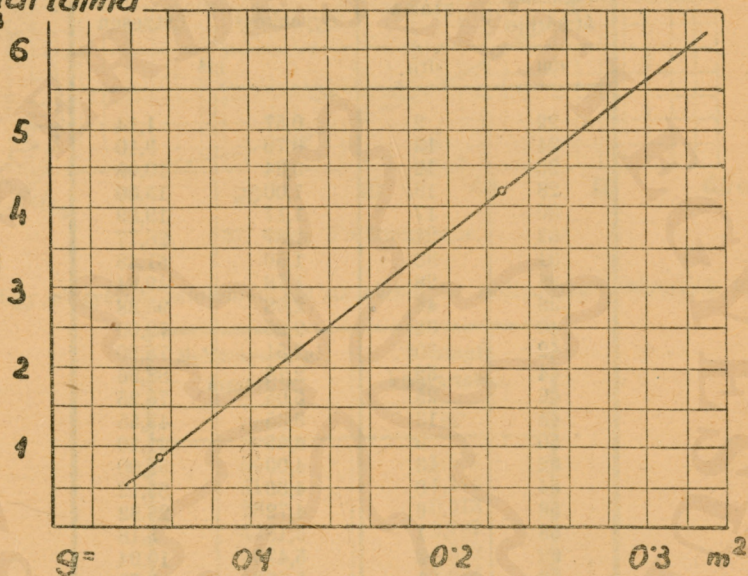
A fatömeggörbés eljárás sokkal gyakorlatiasabb, mint az átlagtörzsek alapján dolgozó eljárás. Nem kell az átlagos körleapot és az átlagos átmérőt hosszadalmas számítással megállapítanunk, s nem kell előre meghatározott átmérőjű törzseket kidöntés céljából keresnünk. Mintatörzsnek felhasználhatunk akármilyen kiszáradt, kidőlt, vagy bármely oknál fogva kivágotott törzseket.

Természetesen ennek az eljárásnak a során is tesztés szerint alakíthatunk vastagsági osztályokat.

c) A tömegegyenes alkalmazása

Ha a fatömeget egy derékszögű tengelyrendszerben nem a mellmagassági átmérő, hanem mellmagassági körlap függvényében ábrázoljuk, akkor egyenest, az ú. n. *tömegegyenest* kapjuk. (Lásd 38. ábra.) Ezt a tömegegyenest a fatömeggörbés eljáráshoz hasonló módon felhasználhatjuk erdőrésztetek, vagy próbaterületek faállományának a fatömegbecsléséhez.

Egy törzs
köbtartalma
 m^3



38. ábra. Tömegegyenes.

Kopeczky olyan átlalókat szerkesztett, amelyekről egyenesen a megmért mellmagassági átmérőkhöz tartozó körapterületeket olvashatjuk le és a becslési jegyzőkönyvben is körlapadatokat jegyzünk fel.

Ez az eljárás azért egyszerűbb, mint a fatömeggörbés eljárás, mert mintatörzseket csak a legvékonyabb és a legvastagabb törzsek közül kell kiválasztani és ezek összekötése adja a tömegegyenest.

Az alábbi példában ugyanannak az állománynak a fatömegét fogjuk megállapítani a tömegegyenes alkalmazásával, amelyiknek a fatömegét az előzőekben már fatömeggörbés eljárással megállapítottuk.

Az állományból nyolc próbatörzset döntöttünk: 4-et a vékonyakból és 4-et a vastagokból:

A vékonyaknak is és a vastagoknak is meghatároztuk az állagát és a tömegegyenesnek csak ezt a két pontját rakjuk föl. A két pontot vonalzóval összekötjük és már meg is kapjuk a kérdéses erdőrészletre érvényes tömegegyenest. (38. ábra).

Mellmagassági átmérője	Körlap területe	Vastagfa köbtartalma
cm	m ²	m ³
29,0	0,066	1,117
24,1	0,046	0,760
26,1	0,054	0,813
27,2	0,058	0,990
Átlag :	0,056	0,920
52,4	0,216	4,066
52,9	0,220	4,654
53,7	0,226	3,531
56,5	0,251	4,724
Átlag :	0,228	4,244

A faállomány valamennyi törzsét megmértük ebben az esetben is, csak hogy a jegyzőkönyvbe nem a mellmagassági átmérők szerint, hanem a mellmagassági körlap szerint csoportosítottuk a törzseket. Az alábbi táblázat két baloldali rovatát a felvételi jegyzőkönyvből vettük át.

Ezután a tömegegyenesről leolvassuk minden előforduló mellmagassági körlaphoz tartozó fatömeget, amit az alábbi táblázat harmadik rova-

Mellmagassági körlap	A törzsek száma	Egy törzs köbtartalma	Összes vastag fatömeg
m ²	db	m ³	
0,04	16	0,62	9,92
0,06	35	1,01	35,35
0,08	45	1,39	62,55
0,10	53	1,78	94,34
0,12	67	2,16	144,72
0,14	42	2,55	107,10
0,16	35	2,93	102,55
0,18	26	3,32	86,32
0,20	10	3,70	37,00
0,22	13	4,09	53,17
0,24	7	4,47	31,29
0,26	2	4,86	9,72
0,28	2	5,24	10,48
0,30	1	5,63	5,63
0,32	1	6,01	6,01
0,34	1	6,40	6,40
Összesen :	356	—	802,55

tába írtunk. Ezeket a köbtartalmakat meg kell szoroznunk az állományban előforduló törzsek számával (a második rovat adata szorozva a harmadik rovat adatával) és megkapjuk az egyes vastagsági fokok köbtartalmait (negyedik rovat). A negyedik rovat összegezése adja az egész erdőrészlet fatömegét.

Amint látjuk, a kapott eredmény majdnem egészen pontosan annyi, mint az előbbi példában volt.

Rónai azt is megállapította, hogy a vastag fatömeg egyenese nem a tengelyrendszer kezdőpontjába fut, mert a fiatal törzseknek vastagfatömege még nincs, de körlapterületük már van. Megállapította, hogy a tömegegyenes fafajonként egy meghatározott távolságban metszi a vízszintes tengelyt és a hajlásszöge is állandó. E két adat alapján állította össze Rónai az ú. n. *tanqens-fatömegtábláit*, amelyek azonban a gyakorlatban nem terjedtek el.

d) Fatömegtáblák alkalmazása

A fatömegtáblák tárgyalása alkalmával említettük, hogy az abban szereplő fatömegadatok tulajdonképpen az alakszám alapján készültek. Tehát a pontosságuk is azzal azonos. Azonban igen sok számítást takaríthatunk meg a fatömegtáblák alkalmazásával, mert egyes fák köbtartalmát fafajonként a mellmagassági átmérő és a magasság függvényében közvetlenül olvashatjuk ki azokból.

Az erdőrészlet vagy a próbatér faállományának a felvétele ugyancsak átlalással történik. Ezen kívül azonban még 20—30 fa magasságát is mérnünk kell fafajonként és ezeket a mellmagassági átmérők függvénye szerint milliméterpapírosra felrakjuk. Erről az ú. n. *magassági görbéről* bármely mellmagassági átmérőhöz tartozó magasságot leolvashatjuk.

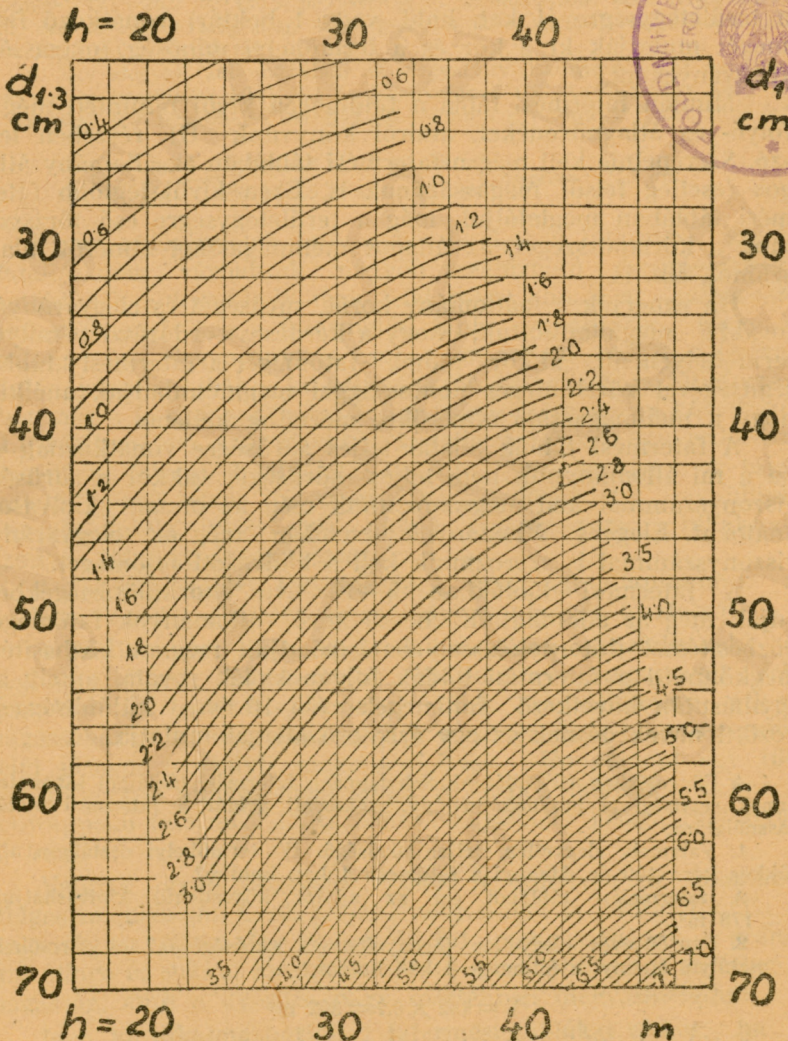
Az állomány fatömegének a kiszámításához az összes törzsből számítjuk ki az átlagtörzs méreteit, az ehhez tartozó magasságot a magassági görbéről olvassuk le és a két adat birtokában a fatömegtáblából kiolvassuk az átlagtörzs köbtartalmát. Ezt meg kell szoroznunk az állomány törzseinek a számával s megkapjuk az egész fatömeget.

Pontosabb eredményt kapunk, ha vastagsági osztályokat alakítunk és minden vastagsági osztálynak külön számítjuk ki az átlagtörzseit. Az átlagtörzseknek a fatömegtáblából kiolvasott köbtartalmait az egyes vastagsági osztály törzsszámával kell szoroznunk és megkapjuk a vastagsági osztályba tartozó fák együttes fatömegét.

A fatömegtáblákkal való becslés igen gyakorlatias eljárás.

Egyáltalán nem kell próbatörzseket döntenünk, ezért a munka gyors és mégis eléggé pontos.

A munkát még gyorsabbá teszik a *grafikus fatömeg táblák*, amelyeken a közbesítések sokkal gyorsabban elvégezhetők, mint a fatömeg táblák számsorai között. Egy ilyen grafikus fatömeg táblát láthatunk a 39. ábrán.



39. ábra. Grafikus fatömeg tábla.

B) A MELLMAGASSÁGI ÁTMÉRŐK FELVÉTELE NÉLKÜLI FATÖMEG-MEGHATÁROZÁSOK

a) Fatermési táblák alkalmazása

A fatermési táblák olyan tapasztalati úton összeállított táblázatok, amelyek elegyetlen és teljes sűrűségű faállományoknak a területegységre (1 kat. hold, vagy 1 hektár) vonatkozó fatömegét mutatják ki a kor és a termőhelyi minőség (magasság) függvényeként.

Minden fatermési tábla a fatömegén kívül feltünteti még a folyó- és átlagnövedéket, amiről könyvünk III. részében lesz szó. Szerepelnie kell még a fatermési táblában az állomány átlagos (esetleg felső) magasságának is. Ezen kívül legtöbb fatermési táblában megtaláljuk még a területegységre eső törzsszámot, a körlapösszeget, az átlagos mellmagassági átmérőt, alakszámot, stb. is.

Ha ismerjük a faállomány korát, sűrűségét és elegyarányát, továbbá megállapítottuk, hogy a kérdéses erdőrészlet milyen termőhelyen áll, akkor annak fatömegét a fatermési táblák segítségével közelítőlegesen pontossággal megmondhatjuk anélkül, hogy a mellmagassági átmérőket mérnünk kellene.

A fatermési táblák adatai teljes sűrűségekre vonatkoznak és ha a mi állományunk nem teljes sűrűségű, akkor a sűrűségviszonyszámmal kell megszoroznunk még az onnan kiolvasott adatokat. Elegyes állományok esetében még az elegyarányviszonyszámmal is szoroznunk kell a kiolvasott fatömeget.

A fatermési táblákban 5—10 éves korkülönbségekben adják meg az adatokat. Közbeeső korú állományok fatömegét közbesítéssel (interpolálással) határozhatjuk meg. A közbesítést megkönnyíti a fatermési táblák folyónövedék rovata, amely az egymásután következő fatömegek (5—10 éves különbséggel) közötti növekedésnek az egy évre eső átlagát mutatja.

A Függelékben (G) találunk Schwappach fatermési tábláiból kivonatot. Ennek segítségével nézzünk néhány gyakorlati példát a fatermési táblák használatára:

1. Valamely elegyetlen, teljes sűrűségű, IV. termőhelyi osztályon álló bükkös kora 100 év. Mennyi a fatömege 1 kat. holdon?

A fatermési táblából ezt az adatot közvetlenül kiolvashatjuk.
 $V = 178 \text{ m}^3$.

2. Egy 80 éves elegyetlen jegenyefenyves sűrűsége 0,7. A termőhely II. osztályú. Mennyi a fatömege 1 kat. holdon?

$$V = 432 \times 0,7 = 302 \text{ m}^3$$

3. Valamely II. termőhelyi osztályú 56 éves és 0,8 sűrűségű bükkösnek mennyi a fatömege 1 kat. holdon?

A fatermési táblában 56 évnek megfelelő fatömegadatot közvetlenül nem találjuk meg. Ezért először kiolvassuk a legközelebb álló kisebb kor-
nak (50 év) megfelelő fatömeget (131 m³) és ehhez hozzáadjuk az egy évre
eső folyónövedék hatszorosát. Az egy évre eső folyónövedéket úgy számít-
juk ki, hogy megnezzük az 50 és 60 év közötti tíz éves fatömegszaporu-
latot (173 — 131 = 42) és ennek egytizedrésze lesz a folyónövedék (4,2).
A folyónövedék hatszorososa, vagyis a hat évre eső növekedés 6 x 4,2 = 25,2.
Tehát teljes sűrűség mellett az 56 éves bükk-állomány 1 kat. holdra eső
fatömege: 131 + 25,2 = 156,2 m³. Mivel az állományunk nem teljes sűrű-
ségű, ezt az adatot még meg kell szoroznunk a sűrűség-viszonyszámmal:
 $V = 156,2 \times 0,8 = 125 \text{ m}^3$.

4. Egy elegyes faállományban az elegyarány-viszonyszámokat az aláb-
biak szerint becsültük: bükk 0,4 és jegenyefenyő 0,6. Az állomány kora 70
év, sűrűsége 0,9, termőhelyi osztálya III. Mennyi a fatömege 1 kat. holdon?

$$V = \begin{array}{l} \text{bükk: } 162 \times 0,4 \times 0,9 = 58 \text{ m}^3 \\ \text{jf: } 291 \times 0,6 \times 0,9 = 157 \text{ m}^3 \end{array} \text{ összesen: } 215 \text{ m}^3$$

Egyes erdőrészletek fatömegbecslésekor a fatermési táblák
adataitól nem várhatunk nagyon megbízható eredményeket.
Legtöbbször a termőhely nem felel meg annak az osztálynak
pontosan, amelyekre a fatermelési tábla vonatkozik, aztán a
sűrűséget és elegyarányt is csak szemmel becsüljük, amivel
szintén jelentős hibákat követhetünk el. Igen komoly hibaforrás
lehet még a korból származó bizonytalanság, amiről a következő
(II.) részben lesz szó. Ezekből következik hogy egy erdőrész-
letre nézve fatermési táblákkal számított fatömegadat csak tájé-
koztató jellegű lehet. Ha azonban sok erdőrészletet becsülünk
fatermési táblák segítségével, akkor számíthatunk a hibáknak
bizonyos fokú kiegyenlítődére.

A fatermési tábla használatához meg kell állapítanunk a
becslésre kerülő állomány termőhelyi minőségét (osztályát).

A faállomány termőhelyi minőségének (osztályának) a
meghatározására leghelyesebb a faállomány magasságát fel-
használni. A legtöbb fatermési tábla az állomány átlag-
magasságát adja meg, tehát ezt kell megmérnünk, hogy a termő-
helyi jóságot (osztályt) megmondhassuk. Ha például egy 100
éves tölgyerdő átlagos magasságát 22 m-nek találtuk, akkor a
Schwappach fatermési tábla szerint termőhely jósága (osztálya)
II. lesz.

Vannak olyan fatermési táblák is, amelyek az állomány
átlagos magasságán kívül a felső magasságot is feltüntetik. Ez a
magasság az élettanilag elsőrendű fák magasságának a szám-
tani átlaga és sokkal megbízhatóbb és állandóbb, mint az átlagos
magasság, amit a gyérítés nagy mértékben megváltoztathat.

Igen jól alkalmazhatjuk a fatermési táblákat akkor, ha a
jövőbe előre vetett gazdasági számításokat akarunk elvégezni.
Például kíváncsiak lennénk arra, hogy egy fiatal állománynak

a messze jövőben mekkora lesz a fatömege, ennek a tájékoztató adatnak a megállapítására a fatermési táblákat jól felhasználhatjuk.

b) Szembeclés

Ha sürgősen szükségünk van egy állomány fatömegadataira, és megelégedhetünk egészen hozzávetőleges eredménnyel is, akkor a gyakorlott szakember használhatja a szembecslést.

Ha az egész faállomány fatömegét egy összegben itéli meg a becselő, az eredmény feltétlenül bizonytalan és pontatlan lesz. Sokkal megbízhatóbb lesz az eredmény akkor, ha egy kisebb területre szorítkozunk a becsléssel és abból következtetünk az egészre. Becsülhetünk szemre törzsenként is, de ez hosszadalmas és ennyi fáradsággal már biztosabb becslési eljárást is alkalmazhatunk.

Jól használhatjuk tájékoztató fatömegadatok szembecslésére *Borggreve* eljárását. E szerint egy kat. holdra eső vastag fatömeget megkapjuk, ha bükk és erdeifenyő-állomány átlagos magasságát szorozzuk 8—10-zel, átlagosan 9-cel; a jegenye- és lúcfenyő-állomány átlag magasságát pedig 9—13-mal, átlagosan 11-gyel. Minél jobb a termőhely, annál nagyobb számmal szorozunk. Az így kapott adatok teljes sűrűsége vonatkoznak, amit még a sűrűség-viszonyszámmal is meg kell szoroznunk.

Határozzuk meg *Borggreve* eljárásával egy kitűnő talajon álló, 0,7 sűrűségű bükkös vastagfatömegét, amelynek átlagos magasságát 32 m-nek becsültük:

$$V = 32 \times 10 \times 0,7 = 224 \text{ m}^3$$

Jól használható *Anucsin* szovjet szerző erdőbecslésében megadott szembecslési eljárás, amelyet röviden az alábbiakban ismertetünk:

Az elegyarány megbecslésére kiválasztunk egy kisebb facsoportot (15—20 fát) és ebben megállapítjuk a törzsek fafajok szerinti darabszám-megoszlását. A sűrűség megállapításához az átlagos mellmagassági átmérőjű fák egymásközötti távolságából indulunk ki. Ugyancsak 15—20 fának megmérjük lépésekben az egymástól való távolságát és ezek átlagát vesszük. Úgy az elegyarány, mint a sűrűség közvetlen megállapítására a szerző különleges nomogrammot (vonalképet) közöl, amelyről a becsült adatok birtokában egyszerű vonalzó-fektetéssel leolvashatjuk az elegyarány- és sűrűség-viszonyszámokat.

Az állomány átlagos magasságát szemmel, vagy valami egyszerű magasságmérő-műszerrel becsülhetjük. A faállomány

sűrűségének és átlagos magasságának a birtokában ugyancsak egy nomogramm segítségével határozhatjuk meg az állomány fatömegét területegységenként. Anucsin által megadott eredeti nomogrammot a fatömeg-meghatározására a Függelékben I. alatt adjuk.

A BECSLÉS MÓDJÁNAK MEGVÁLASZTÁSA

Hogy az előbbieken felsorolt fatömeg-meghatározások közül melyiket fogjuk alkalmazni, az függ először az elérni kívánt pontosságtól, másodsor a rendelkezésre álló időtől és harmadszor a rendelkezésre álló pénztől. Ha ezeket a feltételeket ismerjük, akkor könnyű eldönteni, hogy melyik fatömeg-meghatározási módhoz folyamodjunk.

Kísérleti célokra szolgáló becslés mindig nagy pontosságot kíván, ezért csak a gondos törzsenkénti számbavételt alkalmazhatjuk. Erdőrendezési célokra szolgáló becslések mindig sok erdőrészletre terjednek ki, ilyenkor a fatömegtáblák használatával kapcsolatos próbateres eljárások vannak helyén. Próbatörzsek döntésétől lehetőleg tartózkodnunk kell.

Ezeken kívül még igen sok körülményre kell tekintettel lennünk. A becslés módjára nézve általános érvényű utasítást adni nem lehet. A becslőnek kell a körülmények mérlegelése után a legjobb belátása szerint határoznia. Ha kétségek merülnének fel, hogy több eljárás közül melyiknek a használata volna célravezetőbb, mindig a pontosabb eljárás mellett döntünk.

Pontosság tekintetében sokkal jobbak azok az eljárások, amelyek valamennyi törzs felvételét szükségessé teszik, de ezek a leghosszadalmasabbak és legköltésesebbek is. Különösen a próbatörzsek döntését megkívánó eljárások kerülnek sokba, ezeknek csak kísérleti felvételek alkalmával van helyük.

A próbateres becslési eljárásokhoz már sokkal kevesebb idő és pénz szükséges, de természetesen a pontosságuk sem olyan, mint a törzsenkénti felvételeké. A leggyorsabb a próbateres eljárások közül a rácsos próba, de öt munkás szükséges hozzá, majdnem ugyanolyan gyors a körös próba is, amihez már csak 2–3 munkás kell. Mindkettőnél lassúbb valamivel a közönséges próba, mert az erdőrészlet gondos bejárása és a próbaterület helyének gondos kiválasztása szükséges, ezenkívül a próbaterület kitézése is elég hosszadalmas. A körös és rácsos próbák alkalmazásakor ezekre nincsen szükség.

Ha ugyanolyan nagyságú próbaterület felvételét tételezzük fel és azt, hogy ehhez a rácsos próba alkalmazásával egy óra

volt szükséges, akkor a körös próbához 1 óra 20 perc, a közönséges próbához pedig 1 óra 30 perc szükséges. Az erdőrészlet egész területének a törzsenkénti felvételéhez pedig 8—9 órára volna szükségünk.

A próbateres eljárások közül a legpontosabb eredményt a körös próba adja, nem sokkal kevésbé pontos a rácsos próba és a legkevésbé pontos a közönséges próbával történő fatömegbecslés. Ha a próbateres eljárásokkal végzett adatokat a törzsenkénti felvétel adataival hasonlítjuk össze, akkor az adatok nem teljesen egyezők. Vegyük fel a törzsenkénti felvétel pontosságát 100-nak, akkor a rácsos próba és a körös próba pontosságát 74—74, a közönséges próbáé pedig csak 55 lesz.

A FAÁLLOMÁNY FATÖMEGÉNEK MEGHATÁROZÁSA LÉGI-FELVÉTELEK SEGÍTSÉGÉVEL

A térhatású légi-fényképekről az állományok egyes adatait lemérhetjük. Így mérni tudjuk kb. $\pm 0,5$ m pontossággal a fák magasságát és az egyes fák koronájának az átmérőjét (természetesen csak közepes és idősebb korban, mert a fiatal faegyedek koronái a légi-felvételen nagyon kicsik és egymásbafolyók).

Az állományok fatömegének a megállapítására a fatömeg-táblák a legalkalmasabbak. Erre a célra az előbbieken már ismertetett földi fatömeg-táblákat is jól fel tudjuk használni, ha ismerjük a koronaátmérő és a mellmagassági átmérő közötti összefüggéseket a kérdéses fafajra. Ezt az összefüggést egy másodfokú egyenlettel fejezhetjük ki. A mellmagassági átmérő és magasság ismeretében a fatömeg-táblából kiolvashatjuk egy törzs köbtartalmát. (Természetesen több mérés átlagát kell vennünk, hogy az eredmény az állomány átlagtörzs méreteit adja.) Az átlagtörzs köbtartalmát csak meg kell szoroznunk az állomány törzseinek a számával, amit a légi-felvételről igen jól megállapíthatunk és akkor megkapjuk az állomány fatömegét.

Készültek ú. n. légi-fatömeg-táblák is, amelyek a korona-alakszám használatán alapszanak. A korona-alakszám a fa köbtartalmának és a korona átmérőjével bír, valamint a famagassággal egyező hosszúságú henger köbtartalmának a hányadosa. Történtek kísérletek olyan fatömeg-táblák összeállítására is, amelyek fafajonként kizárólag a magasság függvényében adják meg egy törzs fatömegét.

Az ú. n. légi-fatermési táblák ugyancsak fafajonként a magasság függvényeképpen adják meg az állomány fatömegét a területegységre teljes sűrűség mellett.

Érdekes az élő fakészletnek a légi-fényképek alapján szem-

becslés útján való megállapítása. Ehhez az előforduló fontosabb fajokból légi-fénykép mintasorozatokat állítanak össze, amelyeknek fatömegét területegységenként földi úton pontosan megállapítják. A szembecslés alkalmazásával ezeket a mintasorozatokat hasonlítjuk össze az állományunkról készült légi-felvételekkel és amelyiket ahhoz legközelebb állónak találjuk, annak a megadott fatömegét azonosnak vesszük az állományunkéval.

A légi-felvételek alapján történő fatömeg-meghatározások ma még inkább kísérleti jellegűek és a kapott eredményeket elég nagy hiba terhelheti. Egyes külföldi adatok szerint a fatömeget 5—10%-os hibahatáron belül meg lehet állapítani, de az eltérés néha a 20%-ot is meghaladja.

Igen jól felhasználhatjuk a légi-felvételeket állományok becslésére akkor, ha földi eljárással kombináljuk azokat. A légi-felvételről egyetlen pillantással megállapíthatjuk az állomány egyenletes, vagy kevésbé egyenletes voltát. A légi-felvételen határozottan ki tudjuk jelölni azokat a helyeket, amelyek az állomány átlagos adatait képviselik és ahol próbatereket kell felvennünk a fatömegbecslés céljára. A próbaterek nagyságát is akkorára szabjuk, amekkora a leggyorsabb és mégis kielégítően pontos felvételekhez szükséges. A légi-felvételeken kijelölt próbatereket a földön könnyen feltalálhatjuk és nem kell keresgelnünk az állomány átlagos viszonyait képviselő részek után.

A mai modern technika egyik legkorszerűbb eszköze a légi-fényképeken nyugvó fényképmérés. Ennek az eljárásnak nagy jelentősége ma még nem annyira az állományfelvételi és fatömegbecslési lehetőségein van, hanem azon a tulajdonságán, hogy megfelelő pontosságú kiértékelő műszerekkel igen gyorsan és jól készíthetünk rétegvonalas térképet az erdőgazdaságainkról.

II. RÉSZ

A KOR BECSLÉSE

Egyes fák vagy egész faállományok korának az ismeretére az erdőbecslőnek, vagy erdőrendezőnek gyakran van szüksége. A kor és a fatömeg, illetőleg az egyes fatömegtételezők között szoros összefüggés áll fenn. A fatermési táblákat a kor ismerete nélkül nem tudjuk használni. A növekedés menetének a kipuhatólása pedig el sem képzelhető a korra vonatkozó előzetes adatok ismerete nélkül.

A) AZ EGYES FÁK KORA

Ha a törzset ledöntöttük, a vágáslapon megszámlálhatjuk a fa évgyűrűit és ebből megtudhatjuk, hogy a törzsnek a vágáslap fölötti része hány éves.

Vannak fafajok, amelyeknek évgyűrűzete nagyon határozott. Ilyenek a tülevelűek, a tölgy, a gesztenye, az akác, a szil és a kőris. A szórtlikacsú fák évgyűrűit sokkal nehezebb megkülönböztetni egymástól. Ilyenek a nyír, a hárs, a fűz, az éger, a gyertyán, a bükk és a juhar. Ha a vágáslapot símára vágatjuk fejszével, akkor tisztább évgyűrűképet kapunk, mint fűrészelt felületen.

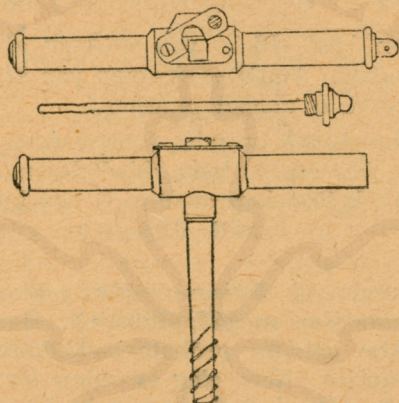
Az évgyűrűk számlálását a legkülsőnél kezdjük és minden tizediket ceruzajellel megjelöljük, mert így könnyű az összeszámolása.

Ha a vágáslap a törzsön magasabban fekszik, ott kevesebb évgyűrűt számolhatunk meg, mint az alsó vágáslapon, mert az évgyűrűk száma a vágáslap fölötti törzsrész korát mutatja. Az alsó vágáslapon megállapított kor is kevesebb, mint a fa tényleges kora. Az évgyűrűk alapján megállapított korhoz hozzá kell adnunk még azt az időt, ami alatt a csemete a vágáslap magasságát elérte. Ez fafajonként más és más, gyorsan növő

fáknál kevesebb (1—3 év), lassan növeknél több (5—10 év).

Az álló fa korának a megállapítása már nehezebb. A fekvő fához hasonlóan megszámlálhatjuk az évgyűrűt akkor, ha a fa tövén a törzs közepén túl érő mély hajkot vágunk. Ez a kíméletlen mód a fa halálát, vagy igen súlyos megbetegedését jelenti, ezért erre sor sohasem kerülhet.

Kevésbé ártalmas a *növedékfúró* használata (40. ábra). Ez egy külső csavarmenettel készült, belül üres fúró, amelyet a fa közepébe fúrunk. Ez a fából egy hengeres dugó-forgácsot vág ki, amelyen az évgyűrűk jól megszámlálhatók. Ez az eljárás



40. ábra. Pressler-féle növedékfúró.

rás is elég hozadalmas, mert gyakran megesik, hogy a fúróval nem találjuk el a fa közepét és csak többszöri próbálgatással érünk célt. Vastagabb fákhöz meg nem is használhatjuk a fúrót korlátozott hossza miatt.

A túlevelűeken elég megbízhatóan határozhatjuk meg a kort az ágörvek (pereszlenek) megszámlálásával. A csúcsrügy minden évben csúcsajtást fejleszt és a csúcsrügy körüli oldalrügyek pedig oldalajtásokat, amelyeket ágörvnek nevezünk. Megjegyezzük, hogy a fa fiatal korában keletkezett ágörvek hamar leszáradnak és a forradásokat a fa benövi. Ezért a számolást csak a legelső felismerhető ágörvnél kezdhetjük, amelyik valószínűleg nem az első volt.

Az álló fa korának meghatározására a legbiztosabb alap az a feljegyzés, amely a fa eredetéről szól. Ültetések esetében még tudnunk kell azt is, hogy hány éves csemetékkal erdősítettek.

A kor meghatározása szembecsléssel a legbizonytalanabb. Azonos mellmagassági átmérőjű fák korában óriási eltérések

lehetnek attól függően, hogy milyen termőhelyen és milyen elnyomásban nőttek. Károlynak az évszázad elejéről származó adatai szerint a boszniai karszton a 46 cm-es bükk törzsek kora 87 és 363 év között, belhegységekben pedig 48 és 294 év között váltakozott.

Ebből láthatjuk, hogy egyes fák korának a fatömegre való befolyása igen bizonytalan alap. De eléggé megbízható támpontot nyújthat egész állományok fatömegbecsléséhez.

B) A FAÁLLOMÁNY KORA

A gyakorlatban igen ritkán van szükség arra, hogy egyes fák korát megállapítsuk. Annál gyakrabban van szükségünk egész faállományok korának a megállapítására.

Egykorú faállományok mindig mesterséges úton keletkeztek, vetésből vagy ültetésből. Igen kivételesen keletkezhetnek egykorú faállományok természetes úton is egy kitűnő magtermő évben, kedvező viszonyok között. Többnyire egykorúak a sarjerdők is.

Ha vannak gazdasági feljegyzéseink, akkor az egykorú állomány korát könnyen megállapíthatjuk. Ha ilyenek nem rendelkezünk, akkor néhány próbatörzset döntünk, amelynek évgyűrűit megszámloljuk. Nem elég egyetlen törzset döntenünk ebből a célból, mert előfordulhat, hogy a kiválasztott próbatörzs egy későbbi pótlásból származik és ebben az esetben iónéhány évvel fiatalabb a többinél.

Vegyeskorú faállományok esetében csak *átlagos korról* beszélhetünk. Átlagos kor alatt azt a kort kell értenünk, amelyben az egykorú faállomány az illető termőhelyen és adott sűrűség és elegyarány viszonyok között azt a fatömeget adná, amelyet a vegyeskorú faállomány tényleg magában foglal. Ezt az átlagos kort ezért egyesek *fatömegkornak* is nevezik.

Az átlagos fatömegkort a fatermési táblák segítségével egyszerűen kiszámíthatjuk. Ehhez ismernünk kell a faállomány területességére eső fatömegét, a sűrűséget, elegyarányt és termőhelyi osztályt.

Valamely vegyeskorú jegenyefenyő állomány becsült fatömege 1 kat. holdon 256 m³. A termőhelyi osztály IV., a sűrűség teljes. Mennyi az átlagos kor?

A fatermési táblában a 256-hoz legközelebb álló adat 242, ennek megfelelően 90 év. Fennmarad még 14 m³. A fatermési tábla szerint 90 és 100 év között az egy évre eső növedék 2,8 m³, ez ötször van meg a 14-ben. A faállomány átlagos kora tehát: $90 + 5 = 95$ év.

A gyakorlat a vegyeskorú állományok átlagos korának a meghatározására legtöbbször különböző vastagságú próbatörzseket használ. A próbatörzseket ledöntik (vagy megfúrják), korukat az évgyűrűk megszámlálásával megállapítják és ezek számtani átlagát veszik. Erre a célra legtöbbször 3—5 törzs elegendő.

Gazdasági kor alatt azt a kort értjük, amely alatt a faállomány szabályszerű gazlálkodás mellett és kedvező körülmények között elérhetné azt a fatömeget, amellyel az adott viszonyok mellett rendelkezik. Ha a faállományok keletkezése és növekedése rendes lefolyású volt, akkor a gazdasági kor és a valóságos kor azonos lehet. De ha az állomány hosszú ideig fiatalabb korban elnyomott volt, akkor hosszabb idő szükséges annak a fatömegnek az eléréséhez, amivel rendes körülmények között rendelkezhetne. Röviden a gazdasági kor alatt azt a kort értjük, amelynek alapján a fatermési táblák adatait — ezek ugyanis rendes körülmények között nőtt állományokra vonatkoznak — használhatjuk. Így elképzelhető, hogy valamely faállomány tényleges kora 80 év, de a fatermési táblák adatai szerint 60 éves állomány rendelkezik ilyen fatömeggel, akkor kimondhatjuk, hogy az állomány gazdasági kora 60 év.

A gazdasági kor alkalmazása feltétlenül gyakorlatias, ha a meghatározására megbízható eljárást tudunk találni, mert birtokában a fatermési táblák fatömegadatait az állományok becsléséhez felhasználhatjuk.

III. RÉSZ

A NÖVEDÉK MEGHATÁROZÁSA

Növedék alatt a fa növekedése folytán létrejött méretkülönbséget értjük. Beszélhetünk magassági, vastagsági és köbtartalom növedékről. A gyakorlat általában a fatömegnövedéket nevezi egyszerűen növedéknek.

A növedék lehet *folyónövedék*, ez az egy év alatt létrejött gyarapodás. Ezenkívül van még *korszaki növedék*, amelyen egy bizonyos idő alatt (5—10 év) létrejött szaporulatot értünk.

Beszélhetünk továbbá egyes fáknek és egész faállományoknak a növedékéről. Gyakorlatilag ez utóbbi a fontosabb.

A növedékszámításnak erdőrendezési szempontból igen nagy jelentősége van. Feltétlenül ismernünk kell a faállomány növedékét, hogy az erdők tartamos hozadéknyerés szempontjaira figyelemmel lehessünk. A véghasználati tervek elkészítéséhez is szükségünk van a növedék ismeretére, hogy egy meghatározott időre előre meg tudjuk mondani állományunk jövőbeli fatömegét.

A) EGYES FÁK NÖVEDÉKE

A növedéket kifejezhetjük közvetlen mértékekkel (hossz, terület és köbtartalom egységekkel), vagy százalékosan.

1. Magassági növedék

Ha a fekvő törzsből egy darabot levágunk, akkor a vágáslap évgyűrűiből megállapíthatjuk, hogy hány év kellett a vágáslaptól a csúcsig terjedő törzs kifejlődéséhez. A levágott rész hossza a magasságnak erre az időre eső korszaki növedéke.

Álló fák magassági növedékét már nehezebb meghatározni. Fiatal, túlevelű fákön az ágörvek távolságából megállapíthatjuk

az évi magasság-különbségeket. De ezeknek a hosszaknak a lemérése is nehézkes hozzáférhetetlenségük miatt.

2. Az átmérő növedéke

Az átmérő növedékét, vagy vastagsági növedéket a törzs átmetszésével, vagy álló fán növedékfúró segítségével határozhatjuk meg. A törzs keresztmetszete évgyűrűivel világosan feltárja előttünk a vastagodás menetét az illető keresztzelvény egész élettartamára.

Valamely álló törzset a mellmagasságban megfúrtunk. A 10 legkülső évgyűrű vastagságát a dugóforgácson — kéreg nélkül — 6,5 mm-nek találtuk. Ez azt jelenti, hogy a legutolsó tíz év vastagsági növedéke $2 \times 6,5 = 13$ mm és az 1 évre eső átlagos vastagsági növedék pedig 1,3 mm.

3. A fatömeg növedéke

A fatömeg növedékét egy bizonyos korszakra megkapjuk, ha a jelenlegi fatömegeből levonjuk a korszak elején meglévő fatömeget. A jelenlegi fatömeget bármilyen testmértani úton meghatározhatjuk. Azután megállapítjuk a törzsnek a korszak előtti méreteit (vastagság, hosszúság) s ezekből ugyancsak meghatározzuk az előző fatömeget. A kettő különbsége fogja adni a fatömegnövedéket. A köbtartalom-számítást végezhetjük szakaszos köbözéssel is, de ekkor sokkal több fúrást kell végeznünk a növedékfúró segítségével és természetesen eredményünk is pontosabb lesz.

A törzs jelenlegi méreteit közvetlenül megállapíthatjuk, de a bizonyos idővel előtti méreteket csak részben. A növedékfúró segítségével a körlapot pontosan meghatározhatjuk, de a magasságát csak becsülhetjük. Idős fákra nem túl hosszú időszakra a hossznövedéket nullának vehetjük.

A növedéket meghatározhatjuk alakszám szerint is. Mivel az alakszám meghatározása egyes törzsekre elég bizonytalan, ezért ezzel a módszerrel számított növedék sem túl megbízható.

Kifejezhetjük a növedéket százalékosan is, aminek a neve *növedékszázalék*. Felírhatjuk ugyanis a következő aránypárt:

$$z : v = p : 100$$

ahol z a törzsön létrejött növedék, v a törzs jelenlegi fatömege és p a növedékszázalék. A fenti aránypárból kifejezhetjük a növedékszázalékot:

$$p = \frac{100 z}{v}$$

A fatömeg növedékszázaléka nem más, mint a növedék százszorosa osztva azzal a fatömeggel, amelyen a növedék létrejött.

B) A FAÁLLOMÁNY NÖVEDEKE

Gyakorlatilag nagyon ritkán fordul elő az a feladat, hogy egyes fák növedékét kell meghatároznunk. Annál gyakrabban van szükségünk a faállomány növedékének az ismeretére, amelynek alapján végezhetjük fontos gazdasági számításainkat.

A faállomány növedékének a megállapítása szinte kizárólag a fatömegnövedékre terjed ki, a többi fatömegtényezőnek a növedéke gyakorlatilag minket sohasem érdekel.

A faállomány *korszaki növedéke* alatt azt a fatömegbeli különbséget értjük, amely a faállománynak valamely korszak elején és végén meglévő fatömege között mutatkozik. Ha például egy 60 éves faállomány fatömege 100 m^3 , a 70 évesé 120 m^3 , akkor az elmúlt 10 évre eső korszaki növedék 20 m^3 és az 1 évre eső *korszaki átlagnövedék* 2 m^3 . Ezt az adatot a fatermési táblák „*folyónövedék*“ néven adják meg. A folyónövedéket kimutathatjuk évenként, vagy korszakonként és ez a faállomány különböző korszakaiban más és más, az állomány növekvési erélye szerint váltakozik.

A faállománynak a keletkezésétől a jelenlegi koráig elért *átlagnövedékét* úgy kapjuk, hogy a fatömegét elosztjuk a korrallal. Ezt az adatot a fatermési táblák „*átlagnövedék*“ néven adják meg.

Az állomány növedékének ilyen magyarázata nagyon természetesen látszik, de nem szabad elfelejtenünk, hogy a faállomány fejlődésével annak törzsszáma állandóan csökken. Ahogy a faegyedek növekednek, úgy nagyobb növényteret is kívánnak. Ezért fiatalabb korban a területegységen sokkal több törzs állhat, mint idősebb korban. Az erőteljesebb fák elnyomják a gyengébbeket és azok elpusztulnak, vagy az ember szedi ki őket az állományápolások alkalmával. Tehát ugyanakkor, amikor egyes törzseken a szabályos növedék létrejön, más törzsek az állományból teljesen eltűnnek. Amíg az egyik oldalon gyarapodás, a másik oldalon csökkenés áll be.

Ezért kell különbséget tennünk erdőbecsléstani szempontból a főállomány és a mellékállomány között. A mellékállományt képezik mindazok a törzsek, amelyeket a véghasználat előtt az állományból kiszedünk. Erősebb gyérfitések alkalmazása esetén az előhasználatok fatömege a végső vágás idejéig az összes fatermésnek 40—50%-át is elérheti. Ez a mennyiség természetesen kevesebb is szokott lenni. Pontos összefüggést az előhasz-

nálatokkal eltávolított fatömeg és a valódi összes fatermés között csak hosszú gyakorlati megfigyelések alapján állapíthatunk meg és ez nagy mértékben függ a végrehajtott gazdasági tevékenységektől.

A növedéket tehát vonatkoztathatjuk a faállomány keletkezése óta létrejött összes fatermésre, vagy csak a maradó faállományra, vagy a fő- és mellékállomány összegére. De még más értelmezések is elképzelhetők. Ezért nagyon fontos egy felfogás mellett megállapodnunk és azt következetesen mindig betartanunk.

Az összes fatermést, amely a múltban az állományon létrejött, többnyire nem tudjuk megállapítani a jelenlegi faállományban. Közvetlen felvételekkel csak a faállomány jelenlegi fatömegét és ennek a meglévő fatömegnek bizonyos időre visszamenő növedékét tudjuk meghatározni. Azoknak a faegyedeknek a fatömegét és növedékét, amelyek ma már nem állanak az állományban, nem tudjuk megállapítani. A faállomány növedéke alatt tehát gyakorlatilag mindig a jelenleg álló állományon létrejött tömeggyarapodást értjük.

AZ ÁLLOMÁNY NÖVEDÉKÉNEK GYAKORLATI MEGHATÁROZÁSA

A meghatározott évekre visszamenő korszak (5—10 év) növedékét meghatározhatjuk azokon a próbatörzseken, amelyeket egyébként is kidöntöttünk a faállomány fatömegének a megállapításához. A próbatörzs jelenlegi fatömegéből levonjuk a növedékfúró segítségével megállapított korszak elején lévő fatömeget és ezt megszorozzuk az állomány törzseinek a számával.

De a gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a jelenlegi átlagtörzsek bizonyos évvel azelőtt nem voltak az akkori állomány átlagtörzsei, hanem annál nagyobb fatömeggel bírtak. Így a kiszámított növedék kisebb lesz a valóságosnál. Ezért sokkal célszerűbb vastagsági osztályokat alakítani és ezek átlagtörzsei alapján következtetni a növedékre, mert így a tévedésünk kisebb lesz.

Arra nagyon kell vigyáznunk, hogy a méretezést igen nagy pontossággal végezzük, mert a növedék aránylag kis mennyiségére az átmérő helytelen méretei igen nagy befolyással vannak.

Fekete Zoltán ajánlotta a növedék kiszámítását fatömeg-táblák segítségével. Ha az állomány fatömegét fatömeg-táblák segítségével állapítottuk meg (pl. a próbateres eljárások valamelyikével), akkor a fatömeg-táblákat felhasználhatjuk a növedék megállapítására is. A fatömeg-táblák segítségével végzett fatö-

megbecslési eljáráshoz szükséges 20—30 törzsnek a magasságát is megmérnünk. Ezeket a mellmagassági átmérő függvényében egy magassági görbére rakjuk fel. Erről a görbéről bármely mellmagassági átmérőhöz tartozó famagasságot leolvashatunk, amelyre feltétlenül szükségünk van a fatömegtáblák használata esetén. Ugyanezt a magassági görbét felhasználhatjuk a növedék megállapítására is. Növedékfúróval meg kell állapítanunk a korszak elején lévő mellmagassági átmérőt és a magassági görbéről leolvassuk ehhez a vastagsághoz tartozó magasságot. Ennek a két adatnak a birtokában a fatömegtáblából kiolvashatjuk a törzs korszak előtti fatömegét.

A növedék meghatározásához a méretezést nagyobb pontossággal kell végeznünk, mint a fatömegmeghatározáshoz, mert itt kisebb köbtartalomról van szó és aránylag kis méretezési hiba, viszonylag jelentős köbtartalmi eltérést adhat. A mellmagassági átmérőt feltétlenül milliméter, a magasságot pedig deciméter pontossággal kell meghatároznunk. A gyakorlatban használt fatömegtáblák csak cm, ill. a magasság szerint méteres besorolásokkal készülnek, ezért az általunk mért pontosabb adatokat közbesítenünk (interpolálnunk) kell. Ez kis gyakorlatlaltal könnyen és gyorsan elvégezhető. Ha grafikus fatömegtáblát használunk, vagyis görbéről olvassuk le a fatömegeket, akkor ez a közbesítés még egyszerűbb.

Az eljárás lényege ugyanez, ha *fatömeggörbével* dolgozunk. A döntött próbatörzseket pontosan megmérjük és szakaszosan köbözzük. A kapott fatömegeket a mellmagassági átmérő függvényében egy fatömeggörbére felhordjuk. Erről a görbéről bármely mellmagassági átmérőhöz tartozó fatömeget leolvashatunk. Ha ismerjük a törzsek korszak előtti átmérőjét (növedékfúróval állapíthatjuk meg), akkor a növedéket egyszerűen kiszámíthatjuk.

Ugyanígy felhasználhatjuk a növedék megállapítására a *tömegegyenes*t vagy az ennek alapján készült Rónai tangens fatömegtáblákat is. Az eljárás lényege mindig azonos.

Fatermési táblák segítségével nagyon gyorsan határozhatjuk meg a növedéket anélkül, hogy külső méretezéseket kellene végeznünk. Ehhez azonban az szükséges, hogy a fatermési táblák adatai egyezzenek a meglévő állományunkkal, ami bizony elég ritka eset. A fatermési táblákban közvetlenül megtaláljuk a folyónövedéket, amit még a megállapított sűrűségi és záródási viszonyzámmal kell megszoroznunk, hogy a helyes eredményt kapjuk. A fatömegmeghatározások alkalmával is mondtuk, hogy a fatermési táblák adatait csak tájékoztató jellegűnek mondhatjuk, pontos és megbízható eredményeket nem várhatunk azoktól.

Használhatjuk még az állományok növedékének a meghatározására a *növedékszázalékot* is, amelynek értékeit az újabb fatermési táblákban megtalálhatjuk. Minél közelebb áll állományunk a teljes sűrűséghez, annál megbízhatóbban használhatjuk a növedékszázalékot az állomány növedékének a meghatározására.

Állapítsuk meg a Függelékben lévő fatermési tábla (G.) alapján a bükk növedékszázalékát 60 és 70 év között.

A fatermelési táblából kiolvasott folyónövedék 10 évre 7 m³ és a 60 éves állomány fatömege, amelyen a növedék létrejött 485 m³. A növedékszázalék tehát:

$$p = \frac{100 z}{v} = \frac{100 \times 7}{485} = 1,44\%$$

Ha például egy 60 éves bükk-állományunk fatömege 2864 m³, akkor annak egy évi növedéke:

$$\frac{2864}{100} 1,44 = 43 \text{ m}^3$$

A növedék kiszámításával mindig igen gondosan kell bányunk, annak kis mennyisége miatt. A legcsekélyebb elérés, vagy kikerekítés jelentős eltérést adhat és egész helytelen következtetésekre jutunk. Ne sajnáljuk tehát azt a kis fáradságot, ami a gondosabb és pontosabb munkával jár, mert csak így lehetünk nyugodtak eredményeink felől.

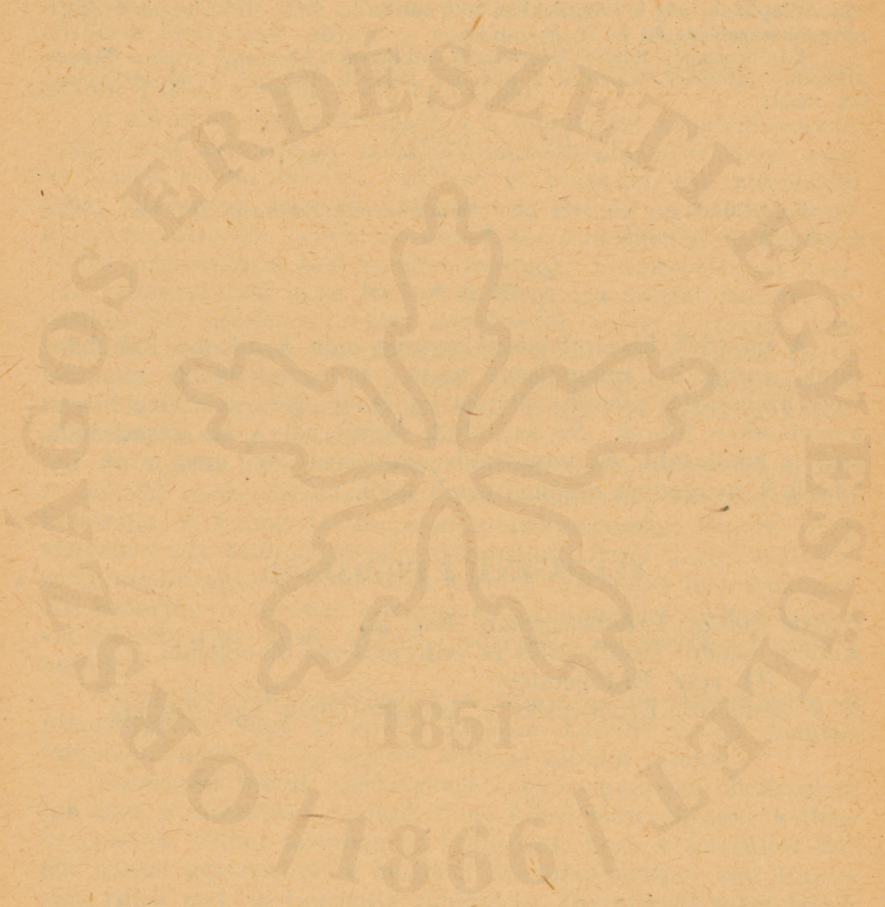
FELHASZNÁLT IRODALOM:

Fekete Zoltán: Erdőbecsléstan (Kézirat).

Katona István: Erdőbecslés és erdőrendezés alapelemei.

(II. rész. Erdőbecslés).

N. P. Anucsin: Erdőbecslés c. brossúrájának egy részlete.



FÜGGELÉK

- A) Körlaptábla.
- B) Hengertábla, egyszersmind körlapozási tábla.
- C) Az átmérő meghatározása a kerületből.
- D) Az űrméterekbe rakott fa köbtartalma.
- E) Mellmagassági alakszámok.
- F) Bükk fatömegtábla.
- G) Kivonat a fatermési táblákból. (Schwappach).
- H) Példa a becslési jegyzőkönyv vezetésére.
- I) Nomogramm a fatömeg szembecsléséhez (Anucsin után).

A) KÖRLAPTÁBLA.

Á t m é r ő m m - b e n

+ cm-ben	A körlap területete négyzetméterekben										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	0000 ₀	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	00 07	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
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	05391	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	15000	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	18473	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

B) HENGERTÁBLA, EGYSZERSMIND KÖRLAPSZORZÁSI TÁBLA

(Kivonat)

Hossz vagy szám	Átmérő centiméterekben									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	Köbtartalom m ³ -ben, vagy körlapösszeg m ² -ben									
1	0,035	0,038	0,041	0,045	0,049	0,053	0,057	0,062	0,066	0,071
2	0,069	0,076	0,083	0,090	0,098	0,106	0,114	0,123	0,132	0,141
3	0,104	0,114	0,125	0,136	0,147	0,159	0,172	0,185	0,198	0,212
4	0,138	0,152	0,166	0,181	0,196	0,212	0,229	0,246	0,264	0,283
5	0,173	0,190	0,208	0,226	0,245	0,265	0,286	0,308	0,330	0,353
6	0,208	0,228	0,249	0,271	0,294	0,318	0,343	0,369	0,396	0,424
7	0,242	0,266	0,291	0,317	0,344	0,372	0,401	0,431	0,462	0,495
8	0,277	0,304	0,332	0,362	0,393	0,425	0,458	0,492	0,528	0,565
9	0,312	0,342	0,374	0,407	0,442	0,478	0,515	0,554	0,594	0,636
10	0,346	0,380	0,415	0,452	0,491	0,531	0,572	0,616	0,660	0,707
11	0,381	0,418	0,457	0,498	0,539	0,584	0,630	0,677	0,726	0,777
12	0,416	0,456	0,498	0,543	0,589	0,637	0,687	0,739	0,793	0,848
13	0,450	0,494	0,540	0,588	0,638	0,690	0,744	0,800	0,859	0,919
14	0,485	0,532	0,582	0,633	0,687	0,743	0,801	0,862	0,925	0,989
15	0,519	0,570	0,623	0,679	0,736	0,796	0,859	0,923	0,991	1,060
16	0,554	0,608	0,665	0,724	0,785	0,849	0,916	0,985	1,057	1,131
17	0,589	0,646	0,706	0,769	0,834	0,902	0,973	1,047	1,133	1,202
18	0,623	0,684	0,748	0,814	0,884	0,956	1,030	1,108	1,189	1,272
19	0,658	0,722	0,789	0,859	0,933	1,009	1,088	1,170	1,255	1,343
20	0,693	0,760	0,831	0,905	0,982	1,062	1,145	1,231	1,321	1,414
21	0,727	0,798	0,872	0,950	1,031	1,115	1,202	1,293	1,387	1,484
22	0,762	0,836	0,914	0,995	1,080	1,168	1,260	1,354	1,453	1,555
23	0,797	0,874	0,955	1,040	1,129	1,221	1,317	1,416	1,519	1,626
24	0,831	0,912	0,997	1,086	1,178	1,274	1,374	1,478	1,585	1,696
25	0,866	0,950	1,038	1,131	1,227	1,327	1,431	1,539	1,651	1,767
26	0,900	0,988	1,080	1,176	1,276	1,380	1,489	1,601	1,717	1,838
27	0,935	1,026	1,122	1,221	1,325	1,433	1,546	1,662	1,783	1,908
28	0,970	1,064	1,163	1,267	1,374	1,483	1,603	1,724	1,849	1,979
29	1,004	1,102	1,205	1,312	1,424	1,540	1,660	1,785	1,915	2,050
30	1,039	1,140	1,246	1,357	1,473	1,593	1,718	1,847	1,981	2,120
31	1,074	1,178	1,288	1,402	1,522	1,646	1,775	1,909	2,047	2,191
32	1,108	1,216	1,329	1,448	1,571	1,699	1,832	1,970	2,114	2,262
33	1,143	1,254	1,371	1,493	1,620	1,752	1,889	2,032	2,180	2,333
34	1,178	1,292	1,412	1,538	1,669	1,805	1,947	2,093	2,246	2,403
35	1,212	1,330	1,454	1,583	1,718	1,858	2,004	2,155	2,312	2,474
36	1,247	1,368	1,496	1,629	1,767	1,911	3,061	2,216	2,378	2,545
37	1,281	1,406	1,537	1,674	1,816	1,964	2,118	2,278	2,444	2,615
38	1,316	1,444	1,579	1,719	1,865	2,017	2,176	2,340	2,510	2,686
39	1,351	1,482	1,620	1,764	1,914	2,070	2,233	2,401	2,576	2,757
40	1,385	1,520	1,662	1,810	1,964	2,124	2,290	2,463	2,642	2,827
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	1,589	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	3,323
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

C) AZ ÁTMÉRŐ MEGHATÁROZÁSA A KERÜLETBŐL

+ Kerület cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Az átmérő centiméterekben										
00	0.0	0.3	0.6	1.0	1.3	1.6	1.9	2.2	2.5	2.9
10	3.2	3.5	3.8	4.1	4.5	4.8	5.1	5.4	5.7	6.0
20	6.4	6.7	7.0	7.3	7.6	8.0	8.3	8.6	8.9	9.2
30	9.5	9.9	10.2	10.5	10.8	11.1	11.5	11.8	12.1	12.4
40	12.7	13.1	13.3	13.7	14.0	14.3	14.6	15.0	15.3	15.6
50	15.9	16.2	16.6	16.9	17.2	17.5	17.8	18.1	18.5	18.8
60	19.1	19.4	19.7	20.1	20.4	20.7	21.0	21.3	21.6	22.0
70	22.3	22.6	22.9	23.2	23.6	23.9	24.2	24.5	24.8	25.1
80	25.5	25.8	26.1	26.4	26.7	27.1	27.4	27.7	28.0	28.3
90	28.6	29.0	29.3	29.6	29.9	30.2	30.6	30.9	31.2	31.5
100	31.8	32.1	32.5	32.8	33.1	33.3	33.7	34.1	34.4	34.7
110	35.0	35.3	35.7	36.0	36.3	36.6	36.9	37.2	37.6	37.9
120	38.2	38.5	38.8	39.2	39.5	39.8	40.1	40.4	40.7	41.1
130	41.4	41.7	42.0	42.3	42.7	43.0	43.3	43.6	43.9	44.2
140	44.6	44.9	45.2	45.5	45.8	46.2	46.5	46.8	47.1	47.4
150	47.7	48.1	48.4	48.7	49.0	49.3	49.7	50.0	50.3	50.6
160	50.9	51.2	51.6	51.9	52.2	52.5	52.8	53.2	53.5	53.8
170	54.1	54.4	54.7	55.1	55.4	55.7	56.0	56.3	56.7	57.0
180	57.3	57.6	57.9	58.3	58.6	58.9	59.2	59.5	59.8	60.2
190	60.5	60.8	61.1	61.4	61.8	62.1	62.4	62.7	63.0	63.3
200	63.7	64.0	64.3	64.6	64.9	65.3	65.6	65.9	66.2	66.5
210	66.8	67.2	67.5	67.8	68.1	68.4	68.8	69.1	69.4	69.7
220	70.0	70.3	70.7	71.0	71.3	71.6	71.9	72.3	72.6	72.9
230	73.2	73.5	73.8	74.2	74.5	74.8	75.1	75.4	75.8	76.1
240	76.4	76.7	77.0	77.3	77.7	78.0	78.3	78.6	78.9	79.3
250	79.6	79.9	80.2	80.5	80.9	81.2	81.5	81.8	82.1	82.4
260	82.8	83.1	83.4	83.7	84.0	84.4	84.7	85.0	85.3	85.6
270	85.9	86.3	86.6	86.9	87.2	87.5	87.9	88.2	88.5	88.8
280	89.1	89.4	89.8	90.1	90.4	90.7	91.0	91.4	91.7	92.0
290	92.3	92.6	92.9	93.3	93.6	93.9	94.2	94.5	94.9	95.2
300	95.5	95.8	96.1	96.4	96.8	97.1	97.4	97.7	98.0	98.4

D) AZ ŰRMÉTEREKBE RAKOTT FA TÖMÖRKÖBTARTALMA

Választék	L o m b f a								F e n y ő f a									
	sima és egyenes				görcsös és görbe				Tömör tart. % ill. m ³ általában	sima és egyenes				görcsös és görbe				
	vékony		vastag		vékony		vastag			vékony		vastag		vékony		vastag		
	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. l. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³		Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	Darabszám 1 űrm ³ -ben Tömörtart. % ill. m ³	
I. Rakáscsüt szerfa																		
1. Szerhasáb	35	75	25	80	.	.	.	.	.	35	78	27	80	.	.	.	.	.
2. Szerdorong	97	62	53	69	.	.	.	.	.	113	71	62	76	.	.	.	.	.
II. Tüzifa																		
1. Tüzi hasáb	44	72	28	76	44	65	28	67	.	47	72	31	75	43	68	28	71	.
2. Tüzi dorong	107	63	57	70	95	57	53	64	.	114	67	65	73	100	64	55	67	.
3. Tüzi rözse																		
A) Űrméterek-ben																		
a) Rözsedorong																		
α Törzsrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	53	.	.	.	.	.	.	.	60
β Ágrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	45	.	.	.	.	.	.	.	48
b) Hosszú-rözsefa																		
α Törzsrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	35	.	.	.	.	.	.	.	52
β Ágrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	16	.	.	.	.	.	.	.	16
c) Hulladék-rözsefa																		
α Törzsrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	24	.	.	.	.	.	.	.	45
β Ágrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	14	.	.	.	.	.	.	.	18
B) Kéve 100-ként																		
Rözse-dorongfa																		
α Törzsrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3-75	.	.	.	.	.	.	.	3-46
β Ágrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2-53	.	.	.	.	.	.	.	2-17
b) Hosszú-rözsefa																		
α Törzsrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2-73	.	.	.	.	.	.	.	2-74
β Ágrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1-90	.	.	.	.	.	.	.	1-87
c) Hulladék-rözsefa																		
α Törzsrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2-85	.	.	.	.	.	.	.	3-04
β Ágrözsefa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1-64	.	.	.	.	.	.	.	2-05
4. Tuskófa																		
a) Vastag, kevésv gyökérfával	.	.	.	.	.	.	.	.	.	43	.	.	.	.	.	.	.	48
b) Vékony, sokgyökérfával	.	.	.	.	.	.	.	.	.	42	.	.	.	.	.	.	.	46

E) MELLMAGASSÁGI ALAKSZÁMOK

Fa- maga- ság m	Lúcfenyő		Erdei fenyő		Jeg. fenyő		Bükk		Tölgy	
	össz. fa	vastag fa	össz. fa	vastag fa	össz. fa	vastag fa	össz. fa	vastag fa	össz. fa	vastag fa
	a l a k s z á m									
5	0,97	0,00	0,93	0,07	0,97	.	0,84	.	.	.
6	89	10	84	14	89	.	80	.	0,83	0,19
7	85	18	78	21	83	0,31	75	0,01	73	22
8	81	27	73	27	79	.	35	72	07	67
9	77	33	68	33	76	.	42	69	14	65
10	75	38	65	36	73	.	47	66	20	63
11	0,73	0,42	0,63	0,40	0,71	0,50	0,64	0,28	0,62	0,38
12	70	45	61	44	69	51	62	37	61	42
13	69	48	59	47	68	52	61	41	60	44
14	67	49	58	48	67	58	60	43	59	46
15	66	50	57	48	65	53	59	44	59	47
16	65	51	56	48	65	53	58	46	58	48
17	64	51	55	47	64	53	58	47	58	49
18	63	51	54	47	63	53	58	47	58	49
19	62	51	53	47	63	53	57	48	57	50
20	62	51	53	46	62	53	57	48	57	51
21	0,61	0,51	0,52	0,46	0,62	0,53	0,57	0,49	0,57	0,51
22	60	51	52	46	61	53	57	49	57	51
23	59	51	51	45	60	52	57	49	57	51
24	58	50	51	45	60	52	57	49	57	51
25	58	50	50	45	59	52	57	50	57	52
26	57	49	50	45	59	51	56	50	57	52
27	56	49	50	45	58	51	56	50	57	52
28	55	49	50	45	58	51	56	50	57	52
29	55	48	49	45	57	50	56	50	56	52
30	54	48	49	45	56	50	56	50	56	52
31	0,53	0,47	0,49	0,46	0,56	0,49	0,56	0,50	0,56	0,52
32	52	47	49	46	55	49	56	50	56	52
33	52	46	49	46	54	48	56	50	56	52
34	51	46	49	46	54	47	.	.	56	53
35	51	46	.	.	53	47	.	.	56	53
36	50	45	.	.	52	47	.	.	56	53
37	49	45	.	.	51	46	.	.	56	53
38	49	44	.	.	50	45	.	.	56	53
39	48	44	.	.	49	45	.	.	55	53
40	48	43	.	.	48	44	.	.	55	53

F) BÜKK FATÖMEGTÁBLA

Mell- mag- átm. cm	M a g a s s á g m é t e r e k b e n											
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
	V a s t a g f a k ö b m é t e r e k b e n											
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
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
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
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
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
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
42	0·76	0·93	1·08	1·26	1·39	1·54	1·69	1·84	1·98	2·14	2·28	2·43
44	.	.	1·19	1·36	1·52	1·69	1·85	2·02	2·18	2·35	2·51	2·67
46	.	.	.	1·49	1·67	1·85	2·03	2·21	2·30	2·57	2·75	2·93
48	.	.	.	.	1·82	2·02	2·22	2·41	2·61	2·81	3·00	3·19
50	.	.	.	.	1·98	2·19	2·41	2·62	2·84	3·0	3·26	3·47
52	.	.	.	.	.	2·27	2·61	2·84	3·07	3·31	3·53	3·76
54	.	.	.	.	.	.	2·81	3·07	3·31	3·57	3·82	4·07
56	.	.	.	.	.	.	3·03	3·31	3·58	3·85	4·11	4·38
58	.	.	.	.	.	.	3·26	3·55	3·85	4·14	4·42	4·71
60	.	.	.	.	.	.	.	3·81	4·13	4·44	4·74	5·05

G) KIVONAT A FATERMÉSI TÁBLÁKBÓL
(Schwappach)

Kor, év	B ü k k					J e g e n y e f e n y ő					L ú c f e n y ő				
	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.	I.	II.	III.	IV.	V.
	t e r m ő h e l y i o s z t á l y														
Összes fa 1 kat. holdon köbméterekben															
30	74	47	28	16	6	73	54	40	26	12	131	91	59	40	.
40	122	88	62	36	13	187	140	98	62	32	209	156	109	79	49
50	169	131	96	68	38	312	296	171	110	62	285	222	168	125	80
60	217	173	131	97	63	409	313	236	161	99	346	281	221	168	113
70	257	210	162	122	82	485	377	291	209	139	392	327	261	198	139
80	287	240	189	144	98	544	432	338	252	176	429	358	287	220	156
90	313	265	213	162	112	593	479	379	288	205	457	380	305	233	167
100	336	287	234	178	125	633	518	414	317	230	475	392	315	242	172
110	357	307	252	192	137	666	550	444	344	253	486	401	320	247	.
120	377	325	267	204	147	696	576	470	369	275	490	404	323	247	.

H) PÉLDA A BECSLÉSI JEGYZŐKÖNYV VEZETÉSÉRE

Hevesi kezelési egység 12. tag, b. erdőrezlet

Mell. mag. átm.	Lütfenyő törzsek száma	Körlap-össz.	Mell. mag. átm.	Bükk törzsek száma	Körlap-össz.
10	1	12 0 094	10	1	5 0 039
12	1	22 0 249	12	1	6 0 068
14	1	21 0 328	14	1	14 0 215
16	1	43 0 865	16	1	14 0 291
18	1	38 0 967	18	1	23 0 585
20	1	67 2 105	20	1	25 0 785
22	1	69 2 623	22	1	43 1 624
24	1	90 4 072	24	1	37 1 674
26	1	103 5 468	26	1	43 2 283
28	1	115 7 070	28	1	36 2 216
30	1	118 7 633	30	1	33 2 636
32	1	105 8 444	32	1	27 2 171
34	1	76 6 800	34	1	23 2 542
36	1	75 7 624	36	1	16 1 629
38	1	55 6 237	38	1	18 2 041
40	1	83 4 775	40	1	16 1 385
42	1	39 4 156	42	1	8 0 631
44	1	24 3 649	44	1	8 1 216
46	1	18 2 981	46	1	2 0 332
48	1	12 2 171	48	1	—
50	1	4 0 785	50	1	3 0 589
52	1	3 0 687	52	1	—
54	1	1 0 229	54	1	1 0 229
56	1	— 0 346	56	1	—
58	1	— —	58	1	—
	Összesen	1130 80 833		Összesen	408 26 381

Az átlagos körlapok ($\frac{G}{N}$)

1. Lütfenyő: $\frac{80333}{1130} 0 07103 \text{ m}^2$

2. Bükk: $\frac{26381}{408} 0 06466 \text{ m}^2$

Az átlagos átmérők:

1. Lütfenyő: 30,1 cm

2. Bükk: 28,4 cm

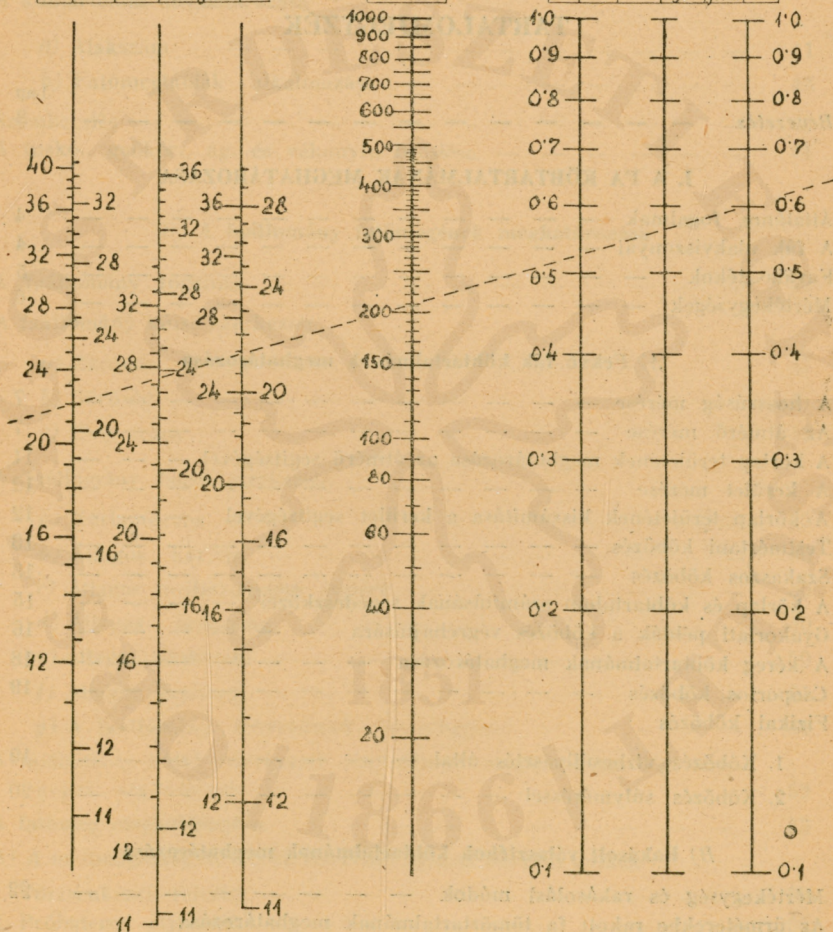
I. NOMOGRAMM

a faállomány fatömegének a megállapításához.
(Árucsin után)

A faállomány magassága					
ef	lf	nylr	nyár	tölgy	hirs

Fatömeg
m³

A faállomány sűrűsége					
ef	lf	nylr	nyár	tölgy	hirs



TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés	---		Lap
			3

I. A FA KÖBTARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSA

Általános fogalmak	---		4
A fák alakviszonyai	---		4
Faválasztékok	---		5
Mértékegységek	---		6

A) Fekvő fák köbtartalmának meghatározása

A hosszúság mérése	---		7
Az átmérő mérése	---		7
A körlap területének meghatározása az átmérő segítségével	---		11
A kerület mérése	---		12
A körlap területének kiszámítása a kerület segítségével	---		12
Testmértani köbözés	---		13
Szakaszos köbözés	---		13
A körlap és köbtartalom számításának segédeszközei	---		15
Gyakorlati példák a köbözés végrehajtására	---		16
A kéreg köbtartalmának meghatározása	---		18
Csoportos köbözés	---		19
Fizikai köbözés			
1. Köbözés vízbesüllyesztés által	---		19
2. Köbözés súlyméréssel	---		20

B) Rakásolt választékok köbtartalmának meghatározása

Mértékegység és rakásolási módok	---		22
Az ürméterekbe rakott fa tömörtartalmának meghatározása			
a) Testmértani úton	---		23
b) Köbözés fizikai úton	---		24
c) Köbözés gyakorlati adatok alapján	---		24

C) Az álló fák köbtartalmának meghatározása

A magasság mérése	Lap
a) Trigonometriai magasságmérés — — — — —	26
b) Magasságmérés hasonló háromszögek alapján — — — — —	29
A magasságmérők kiválasztása — — — — —	39
A fa vastagságának mérése — — — — —	40

A köbtartalom meghatározása

a) Alakszám — — — — —	41
b) Fatömegtáblák alkalmazása — — — — —	43
Szembecslés — — — — —	44
A tuskó-, gyökér-, ág- és vékonyfa becslése — — — — —	44

D) A faállomány fatömegének meghatározása

A faállomány fogalma — — — — —	46
A faállomány külső szerkezete	
a) Záródás — — — — —	47
b) Sűrűség — — — — —	47
c) Elegyarány — — — — —	49
A faállomány belső szerkezete	
a) Körlapösszeg — — — — —	49
b) Átlagos körlap — — — — —	50
c) Átlagos mellmagassági átmérő — — — — —	50
d) Átlagos magasság — — — — —	50
e) átlagos alakszám — — — — —	50
f) Átlagos fatömeg — — — — —	51
g) A faállomány tényezőinek összefüggései — — — — —	51
A faállomány külső szerkezeti tényezőinek megállapítása légi fényképek segítségével — — — — —	52
A fatömeg meghatározása — — — — —	53
A) A mellmagassági átmérők felvételét kívánó becslési módok	
1. Törzsenkénti felvétel — — — — —	53
2. Próbateres eljárások — — — — —	55
a) Közönséges próba — — — — —	55
b) Rácsos próba. (Fekete Zoltán eljárása.) — — — — —	57
c) Körös próba — — — — —	60

A faállomány fatömegének a meghatározása a mellmagassági átmérők segítségével	
a) Fatömegmeghatározás próbatörzsek döntésével	63
b) Fatömeggörbés eljárás	65
c) A tömegegyenes alkalmazása	68
d) Fatömegtáblák alkalmazása	70
B) A mellmagassági átmérők felvétele nélküli fatömeg-meghatározások	
a) Fatermési táblák alkalmazása	72
b) Szembecslés	74
A becslés módjának megválasztása	75
A faállomány fatömegének meghatározása légi-felvételek segítségével	76

II. A KOR BECSLÉSE

A) Az egyes fák kora	78
B) A faállomány kora	80

III. A NÖVEDÉK MEGHATÁROZÁSA

A) Egyes fák növedéke	
1. Magassági növedék	82
2. Az átmérő növedéke	83
3. A fatömeg növedéke	83
B) A faállomány növedéke	84
Az állomány növedékének gyakorlati meghatározása	85

FÜGGELÉK

A) Körlaptábla	90
B) Hengertábla, egyszersmind körlapszorzási tábla	91
C) Az átmérő meghatározása a kerületből	92
D) Az űrméterekbe rakott fa tömörtartalma	93
E) Mellmagassági alakszámok	94
F) Bükk fatömegtábla	95
G) Kivonat a fatermési táblákból. (Schwappach)	95
H) Példa a becslési jegyzőkönyv vezetésére	96
I) Nomogramm a fatömeg szembecsléséhez (Anucsin után)	98

A kiadásért felelős: Ladányi Béla

Globus-nyomda, Budapest — Felelős vezető: Kósa Zoltán

ERDŐ-ÉRTÉKELÉSI
1851
1866

A VALLÁS- ÉS KÖZOKTATÁSÜGYI MINISZTER
RENDELETÉRE



TANKÖNYVKIADÓ
BUDAPEST

Iskolai ára 2.60 Ft

SZERKESZTI A FÖLDMŰVELÉSÜGYI MINISZTERIUM
SZAKOKTATÁSI FŐOSZTÁLYA

Raktári szám: 337