



ERDÉSZETI ÉS FAIPARI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR
Fatermesztési Szakmérnöki Tagozat

Dr. Rumpf János
egyetemi adjunktus

MUNKASZERVEZÉSTAN

Kézirat



JEGYZETSOKSZOROSÍTÓ RÉSZLEG

SOPRON, 1983.

ERDÉSZETI ÉS FAIPARI EGYETEM
Erdőmérnöki Kar
Fatermesztési Szakmérnöki Szak

Dr. Rumpf János
egyetemi adjunktus

Köszöme az észrevételekért,
barati szeretettel
János
1983. Karácsony

MUNKASZERVEZÉSTAN

OEE Könyvtár
Áll.Ell. 2020

Országos Erdészeti Egyesület Wagner Károly Erdészeti Szakkönyvtár	
Leltári szám:	121 / 2016.
Csoport szám:	I.
Raktári jelzet:	S. IV. II.

Kézirat

Sopron, 1983.

A jegyzetet lektorálta:

Jablonkay Zoltán
ERTI állomásigazgató

és

Dr. Majer Antal
egyetemi tanár

A kiadásért felelős az Erdészeti és Faipari Egyetem rektora.
Megrendelve: 1983. augusztus, példányszám: 100. készült ro-
taprint eljárással 208 oldalon, 23 ábrával az ERI Jegyzet-
sokszorosító Részlegében.
Vezető: Dr. Herpay Imre

E L Ő S Z Ó

A jegyzet címével megegyező önálló tantárgy oktatása a fatermesztési szakmérnökhallgatók számára - az erdészeti gazdasági szakmérnökképzés hasonló tárgyával együtt - az első lépéseket jelenti azon az uton, melyen haladva ez a fontos diszciplína az erdőmérnökképzésben is elfoglalja jelentőségének megfelelő helyét.

A jegyzet elsősorban a munkaszervezés általános kérdéseit és a széles körben alkalmazható módszereit tárgyalja. Megfelelő alapismeretek elsajátítása nélkül ugyanis megoldhatatlan lenne - a speciális ismeretekből és módszerekből felépített-erdészeti- vagy netán fatermesztési munkaszervezéstant tárgyalni. Ennek ellenére a jegyzet példáit a különböző módszerek szakterületünkön történő alkalmazásai adják - elsősorban a fahasználat és az anyagmozgatás területéről. Utóbbi témaválasztás a szerző ezirányu jártasságával magyarázható, valamint ezen területek kedvezőbb műszaki felszereltségével indokolható, ahol már korábban is a munkaszervezés magasabb színvonalát érték el.

Az erdőgazdasági munkaszervezéssel kapcsolatos elvi és gyakorlati problémák nagyon sok tekintetben vitatottak, egyértelmű állásfoglalás ma még nem lehetséges. A közölt ismeretanyag tehát nem mindenben kiforrott, bizonyára hibákkal is terhelt. Ennek ellenére remélhető, hogy a jegyzet anyaga a gyakorlati szervező munka segítségére is alkalmas lesz - az oktatási célkitűzéseken túlmenően.

Sopron, 1982. december

A szerző

Tartalomjegyzék

	old.
Előszó	3
1. Bevezetés	7
2. Általános munkaszervezési ismeretek	9
2.1. A szervezésről általában	9
2.2. A munkaszervezés fogalma, célja, jelentősége, feladatai és alapelvei	12
2.3. A tudományos munkaszervezés kialakulása, tudományágainak szerepe, a fejlődés tendenciái	14
2.3.1. A klasszikus szervezéselmélet	16
2.3.2. A neoklasszikus szervezéselmélet	18
2.3.3. Integrált /modern/ szervezéselmélet	20
2.4. Rendszerelméleti alapok	23
2.4.1. A rendszerekről általában	23
2.4.2. Üzemági rendszerek	28
2.4.2.1. Erdőművelés	28
2.4.2.2. A fahasználat munkaszervezési rendszere	30
2.4.2.3. A fakitermelés munkarendszerei, a fejlődés tendenciái	36
3. Munkaszervezési alapismeretek	45
3.1. Ember és munka	49
3.1.1. Munkaélettani alapismeretek	52
3.1.1.1. Az izommunka	52
3.1.1.2. Munkateljesítményt befolyásoló tényezők	59
3.1.1.3. Elfáradás és pihenés	61
3.1.1.4. A teljesítőképesség kihasználása és fenntartása	66
3.1.1.5. Egyéb munkaélettani kérdések	67
3.1.2. Munkalélektani alapismeretek	70
3.1.2.1. A munkára való előkészítés lélektani kérdései	71
3.1.2.2. A szakmai oktatás lélektana /munkapedagógia/	72
3.1.2.3. Veszélyforrás veszélytudat, pánikállapot	73
3.1.2.4. Egyéb munkalélektani kérdések	74
3.1.3. Munkaszociológiai alapismeretek	76
3.2. A munkaszervezés vizsgálati módszerei	78
3.2.1. A munkafolyamat regisztrálása munkanap felvétellel	81
3.2.1.1. Folyamatos munkanapfelvétel	81

	old.
3.2.1.2. Mintavételes /multimoment/ munkanapfelvétel	83
3.2.2. A gépek és eszközök értékelése	85
3.2.3. Munkaműveletek időráfordítása	87
3.2.3.1. Munkaműveletek analitikus vizsgálata	88
3.2.3.2. Munkaműveletek szintetikus vizsgálata	91
3.2.3.3. Munkamozdulat-tanulmányok	119
3.2.4. Munkahely- és munkaerő tanulmány	122
3.2.5. Munkamódszer tanulmány	123
3.3. A munkaszervezés gyakorlati metodikája	124
4. Munkarendszerek tervezése és értékelése	126
4.1. Munkarendszerek, géprendszerek tervezése	126
4.1.1. A tervezés alapelvei és lépései	126
4.1.2. Az időbeli és térbeli összehangolás	128
4.1.3. A teljes munkarendszer tervezése	131
4.2. Munkarendszerek, géprendszerek műszaki-ökonómiai értékelése	133
4.2.1. A vizsgálat célja	133
4.2.2. A műveletek jellemzői	134
4.2.3. A szakaszon belüli összehangolás és a szakasz mutatóinak számítása	136
4.2.4. A szakaszok összehangolása és a munkarend- szer jellemzői a faanyag áramlása szerint	142
4.2.5. A munkarendszerek összehasonlítására szolgáló egyéb mutatók	146
4.2.6. A számítások végrehajtása	157
4.2.7. A rendszerek összemérése NCM és KIPA módszerrel	158
5. A munkafolyamatok tervezése és szervezése során alkalmazható operációkutatási módszerek	159
5.1. Termelési függvények	160
5.1.1. Elemzések termelési függvényekkel	169
5.1.1.1. A gépesítés célszerű területei és megoldásai	171
5.2. A sorbanállási modellek erdészeti alkalmazása	176
5.2.1. A sorbanállási elmélet lényege	176
5.2.2. A sorbanállási modellek	178
5.2.3. Egyszerű sorbanállási jelenségek elemzése	179
5.2.4. Az optimális megoldás kiválasztása	191
5.3. A hálótervezési módszer alkalmazása	192
6. Az erdőgazdasági munkaszervezés helyzete és sajátossá- gai	199
6.1. Az erdőgazdasági munkák jellemzése	200
6.2. Az erdészetek munkaszervezési színvonala	203

1. BEVEZETÉS

A jelenlegi és az elkövetkező ötéves tervidőszakokban az erdőgazdálkodásban is egyre növekvő feladatokat kell végrehajtunk, mégpedig a munkáslétszám fokozatos csökkenése és a termelés körülményeinek kedvezőtlenebbé válása mellett. Mindezek következtében az élőmunka termelékenységének jelentős növekedését kell elérnünk.

A termelékenység alakulását az alábbi legfontosabb tényezők határozzák meg:

- A termelés műszaki színvonala, vagyis az alkalmazott technika, technológia és az előállított termékek átlagos színvonala. Meghatározó jelentősége a munka technikai felszereltsége szintjének, vagyis az egy dolgozóra jutó eszközértéknek van; /a termelékenység fokozásának beruházás-igényes területe; minél magasabb színvonalról kiinduló fejlesztésről van szó, annál nagyobb összegeket igényel/.
- A szervezés-irányítás színvonala; /a termelékenység növelésének legolcsóbb lehetőségeit adja, de nem minden határon túl fokozható/.
- Az anyagi érdekelttség érvényesítése; /nem minden területen hozza a kívánt eredményeket, és nehéz a helyes arányok kialakítása/.
- Az emberi tényező szerepe, vagyis a dolgozók szakképzettségének színvonala, termelési kulturája, tapasztalata, az "emberi tőke" nagysága; /csak hosszabb távon érhető el komolyabb javulás/.
- A munkamegosztásba való bekapcsolódás, az integráció mértéke /a termelési kooperáció - területi integráció formájában - gyors és hatékony eszköze lehet a termelékenység növelésének/.

Ágazatunk jelenlegi műszaki színvonalát értékelve megállapítható, hogy a szervezés-irányítás színvonala elmarad még a ma átlagosnak tekinthető technika szintjéhez képest is. A világszínvonalon álló géprendszerekhez viszonyítva pedig kiáltó ellentmondások tapasztalhatók. Különösen a munkahelyi szervezés területén tapasztalható nagy lemaradás.

Ahogy röviden már említettük, a szervezés és irányítás területe adja a termelékenység növelésének legolcsóbb lehetőségeit, azonban csupán magával a szervezéssel nem minden határon túl érhetünk el eredményeket. A műszaki fejlesztéssel szinkronban levő, az alkalmazott technika szintjéhez igazodó munka- és üzemszervezés eredményezi csupán az új technika és technológia gazdaságilag is hatékony üzemeltetését.

A terjedelem szabta korlátok között itt csupán felsorolás-szerűen utalhatunk a szervezés területén érvényesítendő legfontosabb követelményekre:

- Műszaki fejlesztési, beruházási döntéseknél - a gazdasági kontroll mellett - az új szervezeti, szervezési formák és módosítások realitásának figyelembevétele.
- Egyre inkább a rendszerelmélet jegyében optimalizált tervek /számítástechnikai/, a színvonalas munkaszervezés /korszerű módszerek, matematikai modellek/ és az erős munkafegyelem a gazdaságos termelés feltételei. Az ilyen tervek még jelentős, előre betervezhetetlen változások bekövetkezése esetén is /pl. viharok, hótörés, keresletmódosulás a piacon/ alkalmat adnak a gyors áttervezésre, átszervezésre; a szuboptimumot jelentős újabb termelési változat nyugodt megvalósítására.
- Az egységesen és magas színvonalon elkészített szervezési tervek kivitelezése, az értékelés, visszacsatolás igénye és célszerűsége a gyors és megbízható információ-áramlás kialakítását sürgetik. Csak így válik lehetővé a menetközbeni értékelés, javítás, módosítás.
- A precízen kidolgozott szervezési tervek, technológiai utasítások, mint normák, lehetőséget teremtenek a végrehajtás színvonalának elbírálására is. A plusz-minusz eltérésekhez igazodó ösztönző bérezés a tevékenység minden résztvevője számára erős serkentést jelenthet a magasabb színvonalú munkavégzésre. Az erkölcsi ösztönzőkkel, a brigádmozgalmakkal hasonlóan kedvező hatásokat érhetünk el.

Az állománynevelési munkák szervezési színvonalának javításával is - szerény többlettráfordítás eredményeként, beruhá-

zások nélkül - a munka termelékenységének és szakszerűségének javulása, valamint a költségek csökkenése érhető el.

Feltétlenül szükséges ezért, hogy a leendő fatermesztési szakmérnökök rendszeresen is megismerkedjenek a munkaszervezés általános és szűkebb szakterületünkön érvényesülő sajátosság kérdéseivel, legkorszerűbb eredményeivel.

2. ÁLTALÁNOS MUNKASZERVEZÉSI ISMERETEK

Korunk egyik jellemző vonása a tudományos-technikai forradalom kibontakozása. A felhalmozott és egyre gyarapodó emberi tudás máris olyan eszközök birtokában van, amelyekkel soha nem látott mértékben válik képessé a társadalom anyagi alapját adó munka termelékenységének emelésére. A lehetőség valóra váltásának azonban igen sok feltétele van. A tudományos és a technikai eredmények gyakorlati felhasználásának ütemét, hatékonyságát egyebek között éppen az határozza meg, hogy milyen fokot ért el, hogyan fejlődik a munka - társadalmi méretű és vállalatokon belüli - szervezettsége.

A szervezés javítása révén érhetjük el a legkisebb ráfordítással a termelékenység növekedését, és ez a tény különösen napjainkban kap nagy jelentőséget, amikor átmenetileg csökkennek a fejlesztési lehetőségek.

A Magyar Szocialista Munkáspárt Központi Bizottságának 1971. évi és Kormányunk 1003/1972. évi, a vállalati üzem- és munkaszervezés korszerűsítésére vonatkozó határozatai iránymutatóan megszabják azokat a célokat, amelyeket az erdőgazdasági munkaszervezés szakterületén is követnünk szükséges.

2.1. A szervezésről általában

A termelőfolyamatok és - ezzel együtt - a termelő szervezetek fokozódó szakosodása, a termelés méreteinek növekedése,

a termeléshez kapcsolódó egyéb tevékenységek, a kereslet és kínálat összehangolásának szükségessége, fokozatosan növekvő és differenciálódó feladatokat ró a vezetésre.

Ez a fokozódó méretű irányítási feladát idézi elő, hogy a vezetőknek egyre nagyobb tudásra és segítségre van szüksége ahhoz, hogy a termelő tevékenység zavartalan menetének feltételeit megteremthesse. Ezért alakul ki a termelőmunka irányításának tudománya az ezzel kapcsolatos jelenségek, feladatok, módszerek megfigyeléséből, a tapasztalatok tudományos igényű rendszerezéséből. Ennek legtágabb értelmezése a szervezéselmélet, mely tulajdonképpen az összes ilyen jellegű ismeret /tudás/ összefoglalója azért, hogy a gyakorlatban - a tevékenységek irányításánál - alkalmazni tudjuk. Mintegy a tudomány-alkalmazás technikájának "elmélete."

A szervezéselmélet az emberi társadalom szervezőtevékenysége különböző formáinak, a különböző társadalmi, gazdasági szervezetek működésének, szervezetének és vezetésének tényezőit, törvényszerű összefüggéseit és módszereit foglalja rendszerbe. A szervezéselméletnek öt fő területe van:

- a/ a szervezés tudományos elmélete,
- b/ a szervezés és szervezéselmélet története,
- c/ a szervezetek, hálózatok, szervezetrendszerek tana,
- d/ a vezetési tevékenység és annak módszertana,
- e/ a szervezőmunka és annak módszertana.

Szervezés alatt olyan céltudatos tevékenységet értünk, melynek során - egy előre meghatározott cél elérése érdekében - úgy kapcsoljuk össze a rendelkezésre álló erőforrásokat és az emberi munkát, hogy azok kedvező összhangban legyenek.

A szervezés minden emberi tevékenység része, és ilyen értelemben beszélhetünk minden szervező munka közös alapjairól és módszereiről, kutathatjuk a szervezés legáltalánosabb szabályait, törvényszerűségeit.

A szervezés a gyakorlatban egyidejű a munkamegosztással. Mindenütt ahol munkamegosztás van, szükséges a feladatok megosztása is, és így fennáll a szervező tevékenység szükségessége.

Bár a szervezés mindig létezett, korunkban különösen nagy hangsúlyt kapott, mert a szervezés önálló diszciplinaként, új termelési tényezőként kap szerepet a tevékenységláncolatokban. Elképzelhető /rossz/ szervezés fejlődés nélkül, de nincs fejlődés /jó/ szervezés nélkül.

A szervezésre, mint tevékenységre jellemző, hogy azt emberek egy adott szervezetben egymással fölé-, mellé- vagy alárendelt viszonyban, egymással együttműködve, közösen végzik. A szervezési tevékenység egyaránt vonatkozik a mások tevékenységének és a saját tevékenységnek a szervezésére. A szervezésre is jellemző a kialakítás, a működtetés és a továbbfejlesztés folyamata.

Ha a szervezés során eddig még nem végzett tevékenységet és szervezetet határozunk meg - új szervezésről, ha pedig valamilyen eddig is végzett tevékenységet és szervezetet módosítunk, fejlesztünk - átstruktúrázástól beszélünk.

A szervezési tevékenység során a következő fő feladatokat kell elvégeznünk:

a/ helyzetvizsgálat;

b/ a helyzetvizsgálat adatainak elemző feldolgozása és értékelése a szervezési cél szempontjából;

c/ a szervezési terv kidolgozása és jóváhagyása;

d/ a jóváhagyott szervezési terv végrehajtása;

e/ a szervezési terv végrehajtása után - ami egyben újra helyzetvizsgálat:

- a régi és az új helyzet összehasonlítása.

A szervezés egy adott feladattal kapcsolatban sem egyszeri tevékenység, hanem egymásba kapcsolódó, ismétlődő feladatok sora. A feladatok azonban mindig magasabb szinten, nagyobb követelményeket támasztva, fejlettebb szakmai ismeretek alkalmazása mellett ismétlődnek.

A szervezést mint tevékenységet egyaránt megtaláljuk a politikai életben, az állami életben, a kulturális-tudományos életben, de főleg a gazdasági élet területén játszik központi szerepet.

A gazdasági életben a szervezés feladata: az anyagi termelés megszervezése, ezen belül a vállalatok, az üzemek, a ter-

melés, az ügyvitel és a munkatevékenység megszervezése. Ennek megfelelően beszélhetünk vállalatsszervezésről, üzemszervezésről, ügyvitelszervezésről és munkaszervezésről.

A továbbiakban főleg a munkaszervezéssel foglalkozunk.

2.2. A munkaszervezés fogalma, célja, jelentősége, feladatai és alapelvei

Az ember és a munka a legszorosabban összetartozó fogalmak. Egymáshoz való viszonyukban telítődnek meg tartalommal. Az emberreválás folyamatában éppen a munkavégzés volt a döntő mozzanat. A munka tette az embert emberre.

Az anyagi szükségletek kielégítésére - akár ösztönösen, akár célkitűzéssel - munkát kell végezni. Az ember tevékenysége szükségleteinek kielégítésére nem ösztönös, hanem célszerűen tudatos.

Marxista értelemben minden munka olyan célszerű, tudatos emberi tevékenység, amely közvetlenül vagy közvetve termék, anyagi vagy szellemi érték előállítására irányul.

Minél több ember, minél több, egymástól eltérő termelőeszközzel végzi munkáját egy meghatározott cél elérése érdekében, annál nagyobb jelentőségű az egymástól viszonylag elkülönülten tevékenykedő dolgozók munkájának összehangolása.

A gazdasági élet területén folyó munkaszervezés olyan alkotó szellemi tevékenység, amely meghatározott cél érdekében, az adott kor ismeretanyagának, tudományos eredményeinek intézményes felhasználásával munkafolyamatok és azok ellátására hivatott szervezetek

- létrehozására vagy fejlesztésére,
- működésük rendjének tartalmi és formai előírására,
- a munkaerő, a munka tárgya, a munka eszköze és a munka módszere optimális összehangolására irányul.

A szervezés konkrét formája az adott termelési viszonyoktól, a technika és a technológia fejlettségétől, az üzem szervezettségétől, a dolgozók szakképzettségétől függ, de vissza is hat ezekre.

A vállalati szervezés olyan állandó, céltudatos, tervszerű és folyamatos szabályozó tevékenység, amelynek feladata a vállalati tevékenység elé kitűzött célok optimális megvalósítása, s ennek érdekében a céloknak megfelelő folyamatok és a folyamatoknak megfelelő szervezetek kialakítása.

A szervezési tevékenység irányulhat a termelésre /termelészervezés/, a munkaerőre /munkaszervezés/ és a vállalati vezetésre /vezetésszervezés/.

Munkaszervezés alatt azt a tevékenységet értjük, melynek során - előre meghatározott cél elérése érdekében - összekapcsoljuk a munkaeszközöket, a munkatárgyakat és a munkát. Ennek az összekapcsolásnak a határfoka annál nagyobb lehet, minél jobban ismerjük a munkaeszközöket, azok alkalmazhatóságát; a munkatárgyakat /különbféle termékeket, választékokat/ és azoknak a munka végzése szempontjából lényeges tulajdonságait /paramétereit/; és nem utolsósorban a munkát, a munkát végző ember képességeit, a tőle joggal elvárható teljesítményt.

A munkaszervezés tervező, kivitelező, szabályozó és ellenőrző résztvékenységekből áll.

A tervezési tevékenység keretében a szervezési célt, az alkalmazandó módszereket és eszközöket határozzák meg.

A kivitelezési tevékenység során az elképzelt folyamat kialakítását és mechanizmusát biztosítják.

A szabályozás és ellenőrzés célja pedig a működő rendszer operatív irányítása és a megvalósult folyamat jellemzőinek egybevetése a tervezettel.

A munkaszervezés során valamilyen tevékenység elvégzésének rendjét, a végrehajtás módját, a végrehajtó szervezetet és annak felszerelését együtt határozzuk meg, az adott körülményeket figyelembe véve.

A munkaszervezés alapvető céljai:

- a/ a vállalati terv maradéktalan teljesítése;
- b/ a munkatermelékenység emelése és az önköltség csökkentése;
- c/ a munkakörülmények és a keresetek rendszeres javítása;
- d/ a termelés, a forgalmazás minőségi színvonalának emelése.

A munkaszervezésnek egyik elsőrendű feladata továbbá, hogy elősegítse az irányító és vezető tevékenységek eredmé-

nyes gyakorlását is.

A munka végzésekor érvényesülő kapcsolatok a következők:

- az ember és a munkatárgy /természet, terület, anyag, energia és idő/ kapcsolata;
- az ember és a munkaeszköz kapcsolata /az eszköz-használat módszerével együtt/;
- az ember és ember kapcsolata /társadalmi struktúra, szervezet, szervezés, vezetés, irányítás/.

A munkaszervezés alapvető feladata, hogy az új eszközök és az ezekkel összefüggő munkamódszerek, emberi kapcsolatok összhangja révén segítse elő a munka eredményének, hatékonyságának a növekedését optimális ráfordítások mellett.

A munkaszervezés a maga speciális ismeretanyagát alapvetően a szakági, közgazdasági és ergonómiai kutatások tudományos eredményének a felhasználásával hozta létre. A munkaszervezés ezért - módszerét illetően /analízis és szintézis/ - tudományos szisztémára épült tevékenység.

Számításba kell venni, hogy szocialista szervező tevékenységünknek "az emberrel, az emberért" kell végbemenni.

A munkaszervezés három tényezője közül /munkaeszköz, munkatárgy, munka/ sajnos ma éppen a dolgozó emberről meglévő ismereteink szorulnak leginkább bővítésre.

Részletesebben foglalkozunk ezért jegyzetünkben a munkát végző emberrel, és csak rövidebben tárgyaljuk a munkaeszközökkel, a munkatárgyakkal és a munkahely egyéb viszonyaival kapcsolatos kérdéseket.

2.3. A tudományos munkaszervezés kialakulása, tudományágainak szerepe, a fejlődés tendenciái

Az ősi emberi munkától a módszeres, eszközökkel történő munkavégzésig hosszú idő telt el. A gondolkodó ember továbbfejlesztette a szerszámokat és ezzel gondolkodó képességét is.

Több ember összefogása megsokszorozta erejüket és rádöbentek arra, hogy ezen tevékenységnél szükségszerű egy irányi-

tó, aki összehangolja munkájukat. Ekkor már -- kezdetleges fokon -- érvényesült az irányítási, vezetési és szervezési tevékenység is, mint társadalmi elem.

A történelmi fejlődés során a munka össztársadalmi célként tervszerűen, szervezetten összehangolt tevékenységsorozattá vált -- meghatározott szervezeti keretek között.

Tehát a munkaszervezés, mint tevékenység szinte az emberiséggel, a munkamegosztással egyidős. A munkaszervezési tapasztalatok és ismeretek fejlődése a termelés és forgalmazás fejlődésével, valamint az ezekkel kapcsolatos egyéb tudományok fejlődésével összhangban történt és fejlődik ma is.

Kezdetben a szervezési ismeretek főleg tapasztaláson alapuló, empirikus ismeretek voltak.

A feudalizmusban és a korai kapitalizmusban a vezető /tulajdonos/ spontán és a nagyobb haszon elérésének ösztönző erejére támaszkodó vezetési-szervezési módszerei még megfelelőek voltak. A tapasztalatokon alapuló ismeretek általánosítására akkor került sor, amikor a szervezést -- az összetettebb termelőrendszerek kialakulásával -- már nem lehetett csak gyakorlati szempontból megoldani, ezért szükség volt a tudomány általánosító megállapításaira.

Ekkor már a termelő munka alapos megfigyelése, mérése és elemzése útján próbáltak keresni ésszerűbb /nagyobb hasznot hozó/ munka- és üzemszervezési megoldásokat. Eleinte a kis-széria, később a nagyobb széria-termelés adottságai között keresték a célszerűbb módszereket. Tehát a munkafolyamatok tudományos alapon kialakított ésszerűbb megszervezését, az ennek végrehajtására ösztönző bérrendszer kialakítását és megfelelő szervezeti forma kialakítását tartották fontosnak. Társadalmi szociológiai, pszichológiai stb. problémákat egyelőre figyelmen kívül hagytak.

A szervezéstudomány -- kialakulása utáni -- fejlődése több fő szakaszra oszlik:

- a klasszikus szervezéselméletre,
- a neoklasszikus szervezéselméletre,
- a modern /integrált/ szervezéselméletre.

2.3.1. A klasszikus szervezéselmélet

A klasszikus szervezéselméletet a termelési folyamatokban résztvevő munkaerő és eszközök jobb kihasználásának, helyes arányának és kapcsolatának igénye hozta létre.

Az elmélet felfogása szerint a gép-ember-szervezet hármass komplexum, és összekapcsolásuk mechanikus elvek alapján történt.

A munkát elemekre bontották, és ezek lemérése, megfigyelése után konstruálták újra a munkaműveleteket, majd ezekből a munkafolyamatokat. A szervezési tevékenységet a munkafolyamatokra koncentrálták, az embert a gép, a termelőfolyamat mechanikus részének tekintették. A rendszerben minden gondolkodás a vezető feladata, a munkásoké csak a pontos végrehajtás. Ez az elmélet megfelelő volt a kapitalizmus profittermelő céljának.

A feljegyzések szerint az első idő- és teljesítmény-mérésen alapuló tudományos munkaelemzés Adam Smith nevéhez kapcsolódik. A munkamegosztásról szóló művét 1786-ban adta ki. Ebben bemutatja egy svájci gombostűkészítő manufaktúra munkaszervezését. A korábbi módszer szerint a munkások a tűkészítés összes műveletét egyedül végezték és így naponta 20 db tűt készítettek. Az időelemzés és munkamegosztás után egy munkás naponta 4.800 db tűt volt képes elkészíteni.

Ernst Abbe /1840-1905/ a jénai Zeiss-Művek vezetője volt. A munka tanulmányozása során a munkások teljesítményének alakulását vizsgálta. Munkamódszere alapján sikerült 12 óráról 8 órára csökkenteni a munkaidőt úgy, hogy a napi teljesítmény nem csökkent.

A szervezési tudománnyal szoros kapcsolatban áll a vezetési tudomány. Megteremtőjének H.Fayol-t /1841-1925/ tekintik, aki kimutatta, hogy összefüggés áll fenn a vezetési módszerek és a csoportmunka eredményei között.

A XIX. század végén a tudományos szervezési elvek és módszerek kialakítása, azok alkalmazása Frederick W. Taylor /1856-1915/ nevéhez fűződik. Kutatásai főleg a munkamódszerek vizsgálatára, a munkaidő mérésére és normázására, valamint a

munka minősítésére irányultak. Ez időtől számítják a klasszikus szervezéselméleti iskola kialakulását /tudományos management/. Többen a munkaszervezés atyjának tartják.

Munkásságából egy-két általános tézisért érdemes kiemelni:

- Nem lehet emlékezetből, tapasztalatból, szubjektív módon vezetni és szervezni, ezt a tevékenységet gyakorolni kell.
- A szervezetekben, az egyéni munkahelyeken végzett munkáknál a tevékenységeket vizsgálni kell és a legésszerűbb megoldásokat kell alkalmazni.
- Munkafiziológiai vizsgálatokból kiindulva meg kell határozni az ember munka terhelésének optimumát és a munkafolyamatokban a szünetek célszerű alkalmazását.
- Rendszeres munkapszichológiai vizsgálatok és kísérletek alapján kell kiválasztani minden konkrét munkafeladat elvégzéséhez azt az embert, aki a legmegfelelőbb.

A rendkívül gazdag munkásságából érdemes a csak munkaszervezési vonatkozású téziseiből is megismerni néhányat:

- Szükséges a fiziológiai optimum megkeresése. Ennek érdekében a munkát idő- és erőfelhasználás szempontjából elemezni szükséges. Megállapítása, hogy adott feltételek mellett a legtermelékenyebb munkát nem a rész maximumok, hanem a rész optimumok összege adja.
- A fentiekhez hasonló alapelv alapján vizsgálta és nyilvánította ki, hogy a munkaidőt nem maximálisan, hanem optimálisan kell kihasználni. A munkaszüneteket elosztva, szabályozott formában iktatták be a munkafolyamatba, és ennek betartását szigorúan megkövetelték. Ezzel sikerült az átlagos munkateljesítményt megemelni.
- Alapelve volt az optimális munkaidő-ritmus megkeresése, ami sem túlerőltetést, sem időfecsérlést nem jelent. Ezt a tempót szervezetenként kell kialakítani és állandósítani. Ki- mondta, hogy a tudományosan megállapított munkafeladat nem kényszeríthet hajszolt munkára, mert a maximális teljesítmények az üzemi rendet felborítják.

A fentiek is bizonyítják, hogy Taylort joggal tekinthetjük a tudományos szervezés megteremtőjének és egyben a klasz-

szikus iskola egyik alapítójának, akitől ma is sokat tanulhatunk.

Ide sorolhatók Taylor követői, részben munkatársai: H.L.Gantt /a róla elnevezett munka-ütemezési diagram első alkalmazója/, S.Tompson, H.Emerson.

Sok vonatkozásban kapcsolódik Taylor munkásságához F.B.Gilbreth mérnök és felesége, Lillian M. Gilbreth pszichológus tevékenysége. Ők a munka tanulmányozását egészen a munkafolyamat legkisebb eleméig, a mozdulatok elemzéséig művelték ki, és az összes lehetséges emberi munkát 18 mozdulati elemre vezették vissza. Ezeket a mozdulatelemeket nevük megfordításából terbligeknek nevezték. A Gilbreth házaspár szervezési tárgyu munkái már számos új tudományterület ismeretanyagának felhasználására utalnak, és kiegészítik a taylorizmust a munkások emberi igényeinek figyelembevételével. Tevékenységükre jellemző, hogy keresik a munkavégzés során a "legjobbat", és azt úgy akarják alkalmazni, hogy a megbízó vállalat hatékonyságának növelése mellett a munkások számára a korábbiaknál jobb munka- és életkörülményeket teremtsen.

Említést érdemel Henry Ford amerikai autógyáros, akinek nevéhez fűződik a futószalag alkalmazása, és a ma már gazdasági szakkifejezésként használatos ford-rendszer bevezetése. Az időtényezőt helyezte szervezési koncepciójának középpontjába.

A munka mérésével Franciaországban Charles E. Bedaux foglalkozott. Az időelemzéssel megállapított értékekhez fáradtsági tényezőt adott, és ebből hozta létre a "B egységeket", amelyek alapján darabnormákat állapított meg.

2.3.2. A neoklasszikus szervezéselmélet

A neoklasszikus szervezéselmélet a klasszikus szervezéselmélet reakciójaként fogalmazódott meg, az I. Világháború utáni években, szintén a társadalmi fejlődés velejárójaként.

A szervezetben felismerik az ember meghatározó szerepét, ezért előtérbe kerülnek az emberi tényezők, az emberi viszonyok, a "human relations" vizsgálatai. Alapvetőnek tartják a szervezetben az embernek a szervezet eredményére gyakorolt hatását. Olyan megoldásokra törekszik, melyek a többlethozam egyidejű biztosításával javítják a munkások munkakörülményeit. Feltárja a formális munkastrukturán belül az informális csoportok létezését és jelentőségét. Az új irányzat a tőkés gazdaság érdekében "emlékeztet" az "elfelejtett" emberre.

Az "emberi viszonyok" irányzat követői felismerték, hogy a tudományos-technikai haladás megváltoztatja az ember szerepét a technológiai folyamatban, objektív szükségletté teszi, hogy a munkás rendelkezzen bizonyos ismeretekkel azokra a termelési folyamatokra vonatkozóan, amelyeknek résztvevője.

Az évszázadunk huszas éveitől kezdődően az USA-ban kialakuló "Human Relations" irányzat elindítója M.P.Follett /1868-1933/ volt, míg kialakítójának és legismertebb képviselőjének Elton Mayo /1880-1940/ tekinthető.

Follett szerint a vezetőknek a szervezés során célszerű a konfliktushelyzeteket úgy feloldani, hogy abból "mindkét oldal" nyerni tudjon. Véleménye szerint a munkát úgy kell megszervezni, hogy utasítások kiadása helyett mind a főnök, mind a beosztott igazodjék ahhoz, "amit a szituáció követel." Ezáltal a rendelkezések kiadása személytelen jellegűvé válik, s így elkerülhető az az ellenállás, melyet a sok helyen uralkodó utasításos forma válthat ki.

Mayo a szociálpszichológiai összefüggések vizsgálatával tette ismertté nevét. Nevezetesen az egyik munkatársával, Roethlisbergerrel folytatott vizsgálatai, melyet a Chicago melletti Hawthorne egyik üzemében végeztek. A konszern munkásai között a munka közben kialakuló emberi kapcsolatokat vizsgálták. Ezzel az emberi kapcsolatok kérdése /human relations/ mind az elméleti, mind a gyakorlati szakemberek érdeklődésének középpontjába került.

Mayo koncepciójának lényege az, hogy maga a munka, maga a termelési folyamat, és annak pusztán fizikai követelményei

viszonylag kisebb jelentőségűek, mint a munkás társadalmi és pszichológiai helyzete a termelési folyamatban. Ezért a termelés minden problémáját az emberi kapcsolatok szempontjából, a társadalmi és pszichológiai tényezők figyelembevételével kell vizsgálni.

Mayo szerint az egyén a munkaszervezetben olyan kis csoport tagja kíván lenni, amely elvárásainak és elképzeléseinek megfelel. Szerinte a nagy ipari rendszerek mindinkább kiszorítják a humán elemeket, ezért a racionalizálást elősegítő /taylori/ szervezés eredményei nem maradandóak. Előremutató volt Mayo azon felismerése, hogy az ember helyzetétől, viselkedésétől, elvárásaitól elkülönülve eredményes szervező munkát nem lehet folytatni.

2.3.3. Integrált /modern/ szervezéselmélet

A rohamos társadalmi és műszaki fejlődésben kialakult szervezetrendszerek megkövetelték a magasszintű, mindenre kiterjedő és szorosan összehangolt szervezést. Az 1950-es években kialakult modern /integrált, azaz egységes, összevont/ szervezéselmélet ezt igyekezett megoldani. Az integrált szervezéselmélet alapja a rendszerelmélet kialakulása és első eredményeinek elterjedése volt.

A szervezeti képződmények különböző /emberi, biológiai és technikai/ elemekből tevődnek össze. A komplex ember-gép-környezet rendszerek tulajdonságait és magatartásmódját - az alkotóelemek sokrétűsége miatt - nem tudják kizárólag egyetlen speciális tudományág szemszögéből leírni és megmagyarázni. A szervezési problémák specifikus szerkezetét figyelembe véve, felmerül az igény egy olyan átfogó ítéletrendszer kifejlesztésére, amely lehetővé teszi az ilyen komplex rendszerek tulajdonságainak és magatartásmódjának egységes leírását, magyarázatát és előrejelzését.

Az integrált szervezéselmélet az üzemet mint egy ember által alkotott mesterséges rendszert tekinti, amely emberek-

ből és dologi eszközökből tevődik össze, meghatározott környezeti feltételek között. Ez az üzem a kitűzött célokat aszerint tudja elérni, hogy hogyan vannak elrendezve emberi, ökonómiai, biológiai és technikai elemei, és milyen a kapcsolat ezek között az elemek között.

A cél elérését lehetővé tevő folyamatoknak az az előfeltétele, hogy egyik oldalon az üzem /mint rendszer/ és a környező világ között, másik oldalon pedig az üzemen belüli alap-, al- és részrendszerek között állandó energia-, anyag- és információcsere valósul meg. A folyamatok irányítottak, ezért is tekinthetjük az üzemet mesterségesen létrehozott rendszernek.

A szervezési tevékenység modern felfogását példázza Maynard "Gazdasági mérnöki kézikönyv"-e, amely 1977-ben nálunk is megjelent.

A modern szervezéselmélet követőit - lényeges megkülönböztető jegyek alapján - három iskolába lehet sorolni:

- az empirikus iskola,
- a szociális rendszerek iskolája és
- az új iskola.

Az empirikus iskolához tartozók feladatukat úgy definiálják, hogy az "a tapasztalat tanulmányozása, olykor az általánosítás céljából, de leggyakrabban egyszerűen avégett, hogy továbbadják a gyakorlati szakembereknek és az egyetemi hallgatóknak." Az empirikus iskola, noha egészében véve önálló irányzatot képez, szoros kapcsolatban áll a klasszikus iskolával és az "emberi viszonyok" iskolájával, ezek alap-gondolatainak szintézisére törekszik.

Képviselőinek közös jellemzője, hogy a szervezési, irányítási gyakorlatot olyan ajánlások, javaslatok megalapozása céljából tanulmányozzák, amelyeknek rendszerint közvetlen gyakorlati jelentősége van.

Noha általában hangsúlyozzák, hogy nem szabad lebecsülni a matematika, a kibernetika és egyéb tudományok vívmányait, hajlamosak arra, hogy a szervezeti irányítás közvetlen tapasztalatának tulajdonítsanak döntő jelentőséget. Azonban míg az irányítás, szervezés mérnöki-technikai és bizonyos fo-

kig a gazdasági oldalait alaposan feldolgozta ez az iskola, a pszichológiai és szociológiai problémák nagyrészt kívül rekednek látókörén.

Az empirikus iskola vezéralakjai P.F.Drucker és E.Dale voltak.

A szociális rendszerek iskolája a szervezés kérdéseinek rendszer-megközelítését dolgozza ki: a rendszer részeinek a rendszer egészével való kapcsolatára, és nagyszámu változó kölcsönös összefüggésére összpontosítja figyelmét. Arra törekszik, hogy szociológiai koncepciók álláspontjáról kritikailag összegezze a korábbi nézeteket és elméletileg általánosítsa a termelés-szervezés terén felhalmozódott új gyakorlati tapasztalatokat.

A szociális rendszerek iskolájának szellemi atyja Ch.I.Barnard, egyik legkiemelkedőbb képviselője H.A.Simon.

Chester I. Barnard /1887-1961/ a rendszer-megközelítés alapján próbálta megalkotni az irányítás-szervezés átfogó elméletét. A rendszer-megközelítés lényege a szervezet legáltalánosabb formáinak vizsgálata, ami mindenekelőtt a rendszer részeinek, a kölcsönhatásoknak, a részeket a rendszer céljaihoz kapcsoló folyamatoknak a tanulmányozását igényli.

A modern szervezéselmélet harmadik irányzata az un. "új iskola". Követői legfontosabb céljuknak a folyamatok vizsgálatát tartják, a legújabb matematikai módszerek és eszközök - többek között elektronikus számítógépek - alkalmazásával. Az iskolának igen sok követője van, és a legkülönbözőbb kutatási irányok - operációkutatás, rendszertechnika, ökonometria, általános irányításelmélet - művelői tartoznak közéjük.

A rendszer-megközelítés lényege az "új iskolában" a következőkben foglalható össze:

1. a célok megfogalmazása és hierarchiájuk tisztázása a Szervezési tevékenység megkezdése előtt;

2. maximális eredmény elérése, abban az értelemben, hogy a kitűzött célokat minimális ráfordítások árán érjük el, a célokhoz vezető utak és módok összehasonlító elemzése és megfelelő kiválasztása révén;

3. a céloknak, valamint elérésük módjainak és eszközeinek mennyiségi értékelése, nem részkritériumokra, hanem a tevékenység összes lehetséges és tervezett eredményeinek átfogó és sokoldalú értékelésére alapozva.

Az "új iskola", mint szervezési-irányítási irányzat legfontosabb képviselői K.Boulding, J.W.Forrester és A.Goldberger,

A munkaszervezés megközelítése napjainkban már csak rendszerelméletileg szerencsés, ezért a történeti áttekintésben érdemes megismerni az általános rendszerelmélet kialakulását és alapvető megállapításait.

2.4. Rendszerelméleti alapok

Összetett jelenségek megközelítése, vizsgálata napjainkban már csak rendszerelméleti alapokon lehet eredményes.

A technika fejlődésének egy bizonyos szintjén túl is már csak a rendszerekben végzett termelés és a rendszerelvű munkaszervezés hoz kielégítő eredményt. A termelési folyamatok egyre bonyolultabbakká válnak, és a munkák tervezése, szervezése is egyre nehezebb hagyományos módszerekkel. Ez indokolja a rendszerelmélet eredményeinek felhasználását a termelés területén is.

A különböző korszerű matematikai módszerek /matematikai statisztika, valószínűségszámítás, korreláció- és regresszió-analízis, ökonometria, operációkutatás, szimuláció/ és az általános rendszerelmélet-fejlődése, valamint a számítástechnika robbanásszerű elterjedése viszont lehetővé tette az összetett kérdések komplex, rendszer-elvű vizsgálatát.

2.4.1. A rendszerekről általában

Legáltalánosabb értelemben a rendszer a - részben fogalmi, részben fizikai - valóság egy-egy körülhatárolható területe.

A magyar származású Ludwig von Bertalanffy fogalmazta meg az általános rendszerelméletet, mint interdiszciplináris tudományt.

Az általános rendszerelmélet megalakítója a biológiának az egészről szóló tanításából indult ki és gondolatának csirái az organizmusokról kialakított felfogásokban találhatók meg. E szemléletmód alapján a valóságban megjelenő képződmények nem magyarázhatók csupán részeik tulajdonságainak és magatartásmódjainak egymástól elszigetelt vizsgálata útján.

E szemlélet alapja az a tétel, amely kimondja, hogy az "egész több, mint részeinek összege." E szerint rendszeren az elemek kölcsönös kapcsolatban álló együttesét értjük, amely meghatározott körülmények között, mint egész tud szerepelni, akár a valóságban, akár az ember fogalmi tevékenységében.

A rendszer fogalmának elhatárolása az alábbiak szerint lehetséges:

1. A rendszer elemeivel egy egységes egészalkotó komplexum,
2. A rendszer környezetével sajátos egységet alkot,
3. Minden rendszer felfogható valamely magasabbrendű, nagyobb, általánosabb rendszer részeként, elemeként,
4. Minden rendszer elemei felfoghatók alacsonyabbrendű, kisebb, kevésbé általános rendszerekként,
5. A rendszer elemeinek kapcsolata több, mint az azt alkotó elemek puszta összege.

A rendszer funkcionálisan összefüggő, kölcsönhatásban lévő elemek együttese; tehát egy olyan halmaz, amelynek mind az elemei, mind az egyes elemek legalább egyféle tulajdonságai között kapcsolat van.

Minél inkább összetartoznak az elemek a rendszeren belül, és minél speciálisabb ez az összetartozás a környezethez viszonyítva, annál jogosabban tekinthetjük rendszernek azt.

Rendszeren tehát az egymással kölcsönhatásban, dinamikus kapcsolatban lévő elemeknek, dolgoknak valamilyen szerves együttesét értjük, amit bizonyos határvonal /lehatároltság/ és működési egység jellemez.

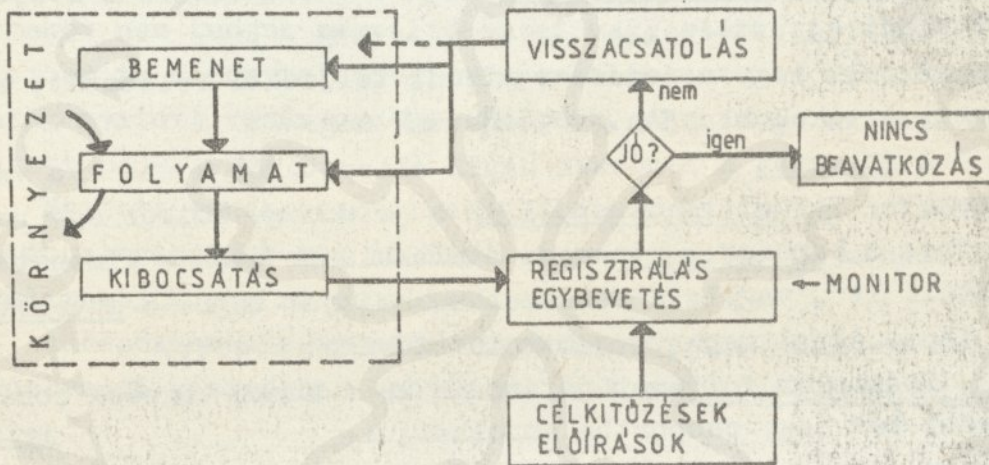
Fenti meghatározások csak példák a sok létező definíció közül.

Az ember által létrehozott rendszer összefüggő elemek összehangolt, egy kitűzött célnak megfelelő, szabályozott működése.

A rendszer kritériumai ebben az esetben is egyértelműben tájékoztatnak a termelés területén kialakított rendszer lényegéről. Vagyis rendszerről akkor beszélhetünk, ha:

- van célja, amelynek elérése érdekében létrehoztuk,
- összetevőit a célnak megfelelően, tervszerűen elrendeztük,
- a termelés elemeit tervszerűen osztottuk szét.

A rendszer alapfogalmait mutatjuk be az 1. ábrán, és az alábbiakban magyarázzuk.



1. ábra. - A rendszer alapfogalmait

A környezetből a rendszerbe érkező mértékadó hatások képezik az input, a bemenet elemeit. A rendszernek a környezetre gyakorolt lényeges hatásai adják az output, a kimenet elemeit.

Célszerűségi okokból azokat az elemeket tekintjük a közvetlen környezet részének, amelyek a rendszerre hatást gyakorolnak, illetve amelyekre a rendszer gyakorol hatást. A rendszer tágabb környezetéhez tartoznak azok az elemek, amelyek jelentős hatást gyakorolnak a rendszerre, de amelyeket a rendszer nem képes megváltoztatni /pl. egy vállalati rendszer

esetében ilyen a népgazdasági szabályozó rendszer/.

A rendszer elemeinek elrendezésekor, a környezet lehatárolásakor a fő problémát a rendszer legfontosabb célkitűzéseinek a meghatározása jelenti. Gyakran más a rendszer deklarált és más a tényleges célkitűzése. Amiért "szorult helyzetben" a rendszer feláldozza egyéb célkitűzéseit, az tekinthető a fő célkitűzésnek.

A bemenet a környezetből a rendszerbe kerülő materiális tényezők ~~összetételéből~~ anyag, energia, munkaerő és információ lehetnek.

A kimenet a ~~rendszer~~ elhagyó materiális tényezők: használati érték, termék, szolgáltatás stb., de anyag, energia, munkaerő és információ is egyben. Termelési folyamatok esetében a kimenet nagyobb értékű, mint a bemenetek és a folyamat költségei együttléve.

Arról, hogy a rendszer miként teljesíti feladatát, a kimeneti értékek alapján győződhetünk meg.

A folyamat a rendszer egyik állapotából a másikba való átmenete. Termelőrendszerénél az a jelenség, amikor egy rendszerben a bemenet - bizonyos átalakulások után - kimenetté alakul. Itt, vagyis a rendszerben hajtjuk végre a műveleteket, az input által meghatározott lehetőségek között.

Számtalan folyamat játszódik le a munka végzése során. Ezeket két nagy csoportba sorolhatjuk:

- Természeti folyamatok /melyeknek főleg a fatermesztésnél van nagy szerepe, de a felhasználásban is szerepük lehet - pl. a tűzifa száradása/.
- Mesterséges folyamatok /az emberi tevékenység/:
 - munkafolyamatok,
 - irányítási folyamatok.

A munkafolyamatok - mint láttuk - célrairányuló tevékenység-láncolatok, amelyek tudatosak.

Elemei: a célszerű munkatevékenység /munkaerő/

a munka tárgya

a munka eszközei

a munkatevékenységre hatást gyakorló környezeti tényezők.

A folyamat célját elérve hatásokat bocsát ki környezetébe. Ezek is anyagi jellegűek /termékek, melléktermékek, szolgáltatások, információk stb./ Új értéket hoz létre, és ez adja a rendszer működésének célját.

Néhány további fogalom:

A rendszer lehet zárt és nyitott. Zárt a rendszer, ha mind a bemenetet, mind a folyamatot tökéletesen tudjuk ellenőrizni, szabályozni. Pl. egy vegyi anyag előállítása két komponensből, melynél biztosíthatjuk a komponensek arányát, minőségét, továbbá a folyamat körülményeit /nyomás, hőmérséklet stb./.

Nyitott a rendszer, ha a bemenő adatokat nem tudjuk, vagy lehetetlen azonos értéken tartani. Így pl. az éghajlati elemeket nem tudjuk megváltoztatni vagy előre tervezni. Maga az ember is bizonytalansági tényezőt jelent. Az erdei munkák mindig nyitott rendszerekben folynak. /Pl. maga az erdő is nyitott rendszer./

Nyitott rendszereknél a valószínűségszámítás módszereivel fogalmazhatjuk meg az inputot és szimulációs módszerrel közelíthetjük meg az outputot.

A rendszerek egymástól függetlenek, ill. alá- és fölérendeltségi viszonyban lehetnek. Ezek a hierarchikus rendszerek.

A munkaszervezési rendszerek a vállalat alrendszerei, amelyek a vállalati célkitűzések elérése érdekében a vállalat többi alrendszerével dinamikus kölcsönhatásban vannak. A tárgy keretében csak olyan mértékig foglalkozunk a rendszerekkel, amennyire a ma már elengedhetetlen rendszerszemlélet témakörön belüli kialakítása ezt szükségessé teszi.

Szakmánkon belül - az erdőgazdálkodás hosszú termelési ciklusa miatt - sokan tartják szükségesnek az egész termelési folyamat felosztását fatermesztési és fahasználati rendszerek-re. Ezen rendszerek alrendszerei a munkaszervezési vagy munkarendszerek. Ez a felosztás sem teszi feleslegessé a vállalati gazdálkodás rendszerébe való beillesztésüket, mert a termelési rendszerek működésére vonatkozó adatokat a vállalati gaz-

daságtan módszereivel kell megvizsgálni ahhoz, hogy a termelési rendszerek eredményéről megbízható képet kapjunk.

2.4.2. Üzemági rendszerek

A teljes fatermelési rendszer, ezen belül a fatermesztés, s így az erdőművelés rendszerszemléletű bemutatása és értelmezése is megtalálható dr. Majer Antal: Erdőtársulások rendszere c. jegyzetében.

A fatermelési rendszer alrendszerüként értelmezett erdőnevelési és fahasználati folyamatok céljai és feladatai ezek szerint az alábbiak:

Erdőnevelési alrendszer

Vég-, illetve részterméke a véghasználatra átadható faállomány. Tevékenységi köréhez a biológiai és a faállományszerkezeti, valamint az ökológiai vonatkozásokhoz illesztett tisztítás és gyérités tartozik, technikai és ökonómiai tekintetben pedig feladata lehet az optimális időpontnak és a beavatkozás mértékének a meghatározása és érvényesítése, tehát az előhasználati fakitermelések előkészítése.

Fahasználati alrendszer

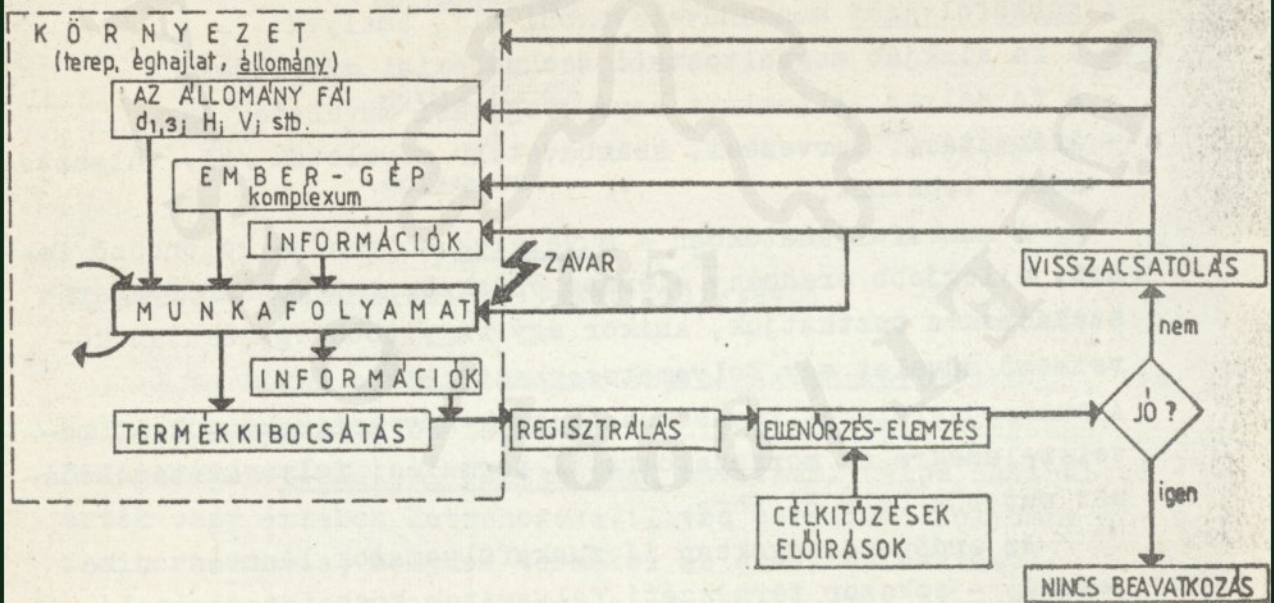
Végterméke a kitermelt és a szükséges fokon feldolgozott faanyag, annak felhasználási helyre szállításával, illetve értékesítésével. Tevékenységi körébe pedig mind az elő-, mind a véghasználatok körében foganatosítandó fahasználatok műszaki és emberi feltételeinek megteremtése és fokozatos kielégítése tartozik. A fahasználatok fogalma alatt a fakitermelés, a választékolás, a közelítés, a szállítás és a rakodás tevékenységét értjük.

2.4.2.1. Erdőművelés

Az erdőnevelés és a fahasználat szoros kapcsolata nemcsak a tisztítások, gyéritések /előhasználatok/ területén kö-

telezi a szűkebb szakterületek művelőit szoros együttműködésre, hanem a véghasználatok és erdőfelújítások területén is. Az egyes alrendszerek fő célkitűzéseinek elismerése mellett is törekedni kell a másik alrendszer elsődleges célkitűzései elérésének biztosítására. Ez a követelmény ma mindkét üzemág dolgozóira nézve jelentős feladatokat ró, de különösen a fakitermelési tevékenység részéről követel nagyobb igazodást az erdőnevelési célkitűzésekhez.

Ennek ellenére a fakitermelések munkaszervezési rendszere, melyet ezt követően ismertetünk /2. ábra/ az erdőnevelési munkák szervezése során is - kisebb módosításokkal - jól alkalmazható. A korábban a környezet elemei közé sorolt állomány, mint bemeneti elem - azaz a munka tárgyaként - fog ez esetben szerepelni, míg a környezet elemei közé a szomszédos erdőállományok vehetők fel. A termékkibocsátás elemei között pedig uralkodó helyre kerül /a megtermelt erdei választékok mellett/ az időben és szakszerűen, valamint kiméletesen végrehajtott nevelővágások eredményeként adódó "új" állomány, vagyis az egyenletes térbeli eloszlásban, kedvező szerkezet-



2. ábra. - A fakitermelés munkaszervezési rendszere

ben megmaradó, kedvező alaki tulajdonságokkal és jó minőségi jegyekkel rendelkező faegyedek összessége.

A fejlődés ma olyan irányu, hogy mindkét alrendszer tevékenységénél a fő célkitűzés az elvégzendő munkák nyereségének növelése, mégpedig objektíven meghatározható mennyiségi és minőségi mérőszámok alapján elbírálva a munkákat /pl. a dr.Márkus László által bevezetésre javasolt állományminőségi mutatószámok alapján, differenciált erdőnevelési egységárákkal stb./.

2.4.2.2. A fahasználat munkaszervezési rendszere

A fakitermelés munkafolyamatának munkaszervezési rendszerét a 2. ábra szemlélteti.

A rendszer környezetét a terep, az éghajlat és a faállomány jellemzői határozzák meg.

A bemenő adatok három csoportra oszthatók:

- az állomány faegyedei képezik a munka tárgyat,
- az ember-gép komplexum a munkaeszközöket és a munkaerőt,
- az információk a szükséges terveket, utasításokat.

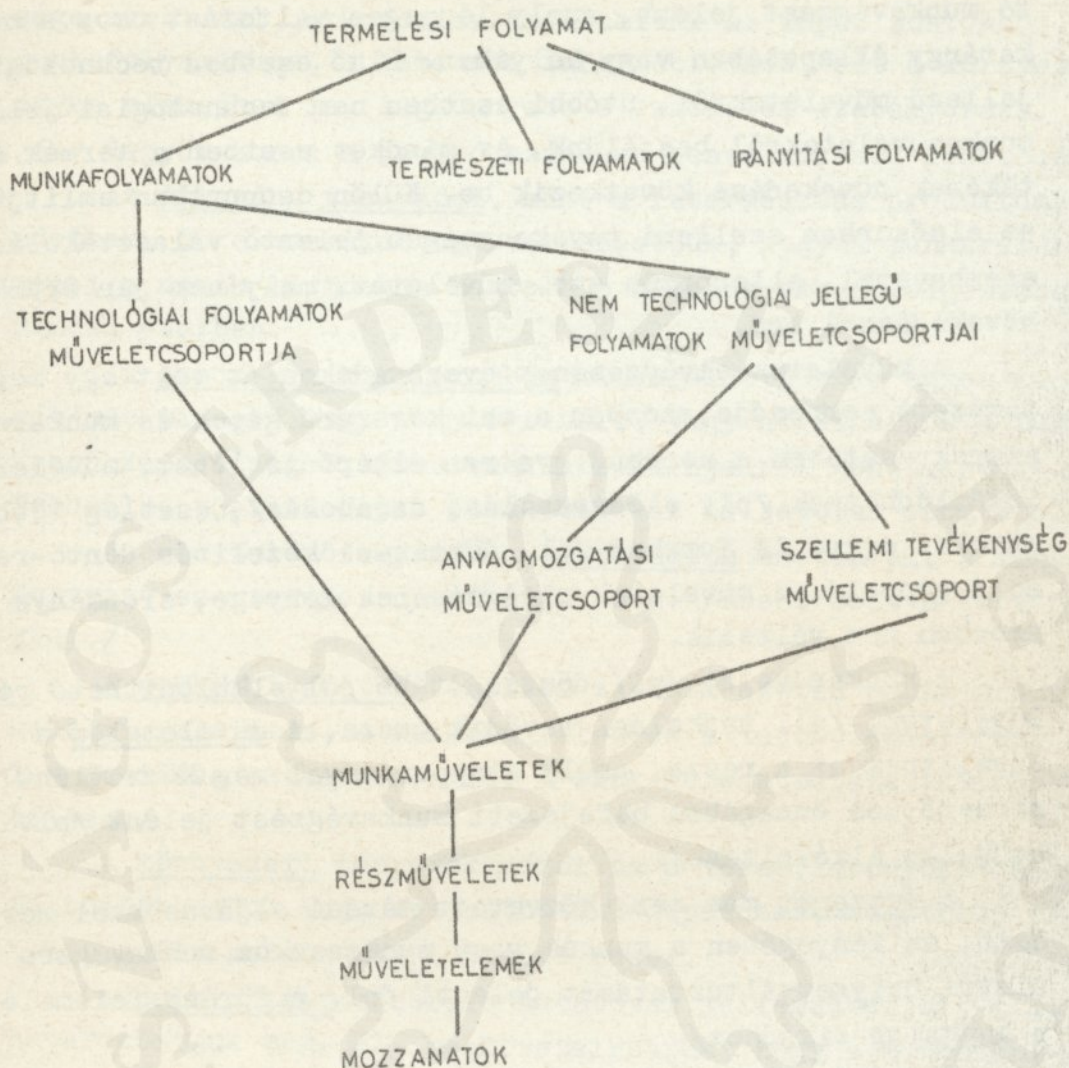
A munkafolyamat munkaműveletekből áll, amelyek

- a fa alakját megváltoztató technológiai műveletek,
- a fa helyét változtató anyagmozgatási műveletek és
- irányítási, tervezési, számbavételi műveletek /pl. választékolás/ lehetnek.

A munkafolyamatokban a műveletek sorrendje különböző lehet, a legjobb eredmény elérése érdekében. A munkafolyamatot szakaszokra oszthatjuk, amikor egy vagy több egymásután következő művelet egy folyamatszakaszt alkot.

A munkaműveleteket tovább oszthatjuk műveletszakaszokra, műveletelemekre és mozzanatokra. A termelési folyamat tagolódását mutatja be a 3. ábra.

Az erdőgazdaságokban is munkafolyamatok láncolatán keresztül - sokszor természeti folyamatok közbeiktatásával - állítják elő a termékeket.



3. ábra. - A termelési folyamat összetevői

A termékek előállításához szükséges munkafolyamatok, irányítási folyamatok és természeti folyamatok /pl. száradás/ összességét termelési folyamatnak nevezzük. Célja használati érték vagy értékek létrehozása. Ilyen termelési folyamat a fakitermelés is, melynek termékei az erdei választékok.

A termék előállítása során végzett munkák összessége a munkafolyamat, melynek alapvető egysége a munkaművelet.

A munkaművelet olyan önálló jellegű, élesen elhatárolható munkavégzést jelent, amely lényeges változást okoz a munkatárgy állapotában vagy helyében. Első esetben technológiai jellegű műveletekről, utóbbi esetben nem technológiai jellegű munkaműveletekről beszélünk, és mindkét esetben a termék értékének növekedése következik be. Külön csoportban említjük az elsősorban szellemi tevékenységet jelentő választékolás, számbavétel, ellenőrzés stb. műveletét, mely nem jár érték-növekedéssel sem.

A műveletek elvégzésének évszázadokon át volt egy meghatározott sorrendje, azonban a mai korszerű gépek és munkarendszerek esetében a sorrend gyakran eltérő is lehet, műveletek ismétlődhetnek /pl. elődarabolás, darabolás/, esetleg több művelet eggyé is forrhat /pl. döntés-előközelítés döntő-rakásoló géppel/. A műveletek elvégzésének lényege, eredménye azonban nem változik.

A munkaművelet /pl. döntés/ több jól elkülöníthető rész-műveletből /pl. hajkolás/ tevődik össze. A műveletelen a műveletnek az a része, amely stopperórával még közvetlenül mérhető, és önmagában befejezett munkavégzést jelent /pl. hajkalap elkészítése/.

A mozzanat már csak közvetett mérési eljárásokkal mérhető, és lényegében a munkás vagy munkaeszköz munkavégzés alatti helyzetváltoztatását jelenti /pl. a fűrész felemelése a hajkalap síkjához/.

Az egyes műveletek végrehajtási módja és az alkalmazott eszköz is többféle lehet, s ezek kombinálásával a munkafolyamat számos változata alakítható ki. A korszerű munkaszervezés és az ergonómia a legapróbb részletekig elemzi a munkafolyamatot annak érdekében, hogy a munkát végző ember a legkisebb energiaráfordítással, egészségének veszélyeztetése nélkül, a legbiztonságosabban, a legnagyobb teljesítményt tudja nyújtani, továbbá, hogy a gépek úgy legyenek kialakítva, hogy ezeknek a követelményeknek megfeleljenek.

A termékkibocsátás a fahasználat rendszerében a feldolgozó üzemnek vagy vevőnek átadott választékokat jelenti, de az erdőnevelési célok elérése is ide sorolható.

Ha az ellenőrzés-elemzés során visszacsatolás szükséges-
sége merül fel, akkor visszanyulhatunk az input adatokhoz, a
munkafolyamathoz, a bemeneti információkhoz, sőt a környezet
egyes elemeihez is. Legkönnyebb a bemenetek szabályozása.

Vegyük sorra a javító szándéku beavatkozások lehetőségeit.

Az állomány faegyedei, mint a fatermesztés produktumai
adottak, de a munkákat úgy tervezhetjük, hogy a munkarendszer
gépei a nekik legjobban megfelelő állományokban dolgozzanak,
minden esetben.

Az ember-gép komplexumban kicserélhetjük az egyes gépe-
ket más típusra vagy nagyságrendre, vagy növelhetjük a mun-
kaerő képzettségét, jobb munkakörülményekről gondoskodhatunk.
Többcélú, újszerű gépek bevezetésével is javulás érhető el.

Az elégtelen vagy hibás információk esetén pl. a munka-
folyamat szervezését javíthatjuk meg. /Rossz volt a terv pél-
dával./

A munkafolyamatban észlelt zavarok esetén pedig a mun-
kahelyi irányítás, a munkafegyelem és a technológiai fegy-
elem javítása szükséges. /Pl. a szűk keresztmetszetek kiküszö-
bölése./

A környezeti tényezők közül ha a terepviszonyokat nem is
változtathatjuk meg, de építhetünk gépeinknek megfelelő pá-
lyát, amely mozgásukat lehetővé teszi.

A célkitűzést többféle mutatóval jellemezhetjük, ill.
határozhatjuk meg. Pl. megkövetelhetjük, hogy a munkarend-
szer:

- évente meghatározott mennyiséget dolgozzon fel,
- ezen belül előírhatjuk a választékok arányát /a lehetőség
szerint!/
- érje el a termelékenység meghatározott szintjét,
- munkaeszközeinek kihasználása érje el a megkívánt szintet,
- termékkibocsátása nyereséges legyen,
- feleljen meg a gazdasági szabályozóknak, és lehetne tovább
folytatni.

E tárgy keretében csak azokkal a mutatókkal foglalko-
zunk, amelyek nélkül nem lehet munkarendszerről beszélni, és

amelyeket a szűkebb témakör felelősei határoznak meg és becsátanak az üzemszervezők rendelkezésére, mint "alrendszerük" adatait.

Minden rendszernek van egy információ rendszere, amelylyel meghatározzák az inputot és a környezetet, leírják és ellenőrzik a munkafolyamatot, megtervezik az outputot és mindenekelőtt megfogalmazzák a célkitűzést.

A rendszerben hozott összes döntésnek és intézkedésnek a közös, fő célra kell irányulnia. A helyes döntésekhez megfelelő számú, részletességű és aktuális információkra van szükség. A többletinformációval kapcsolatos költségek egy szintig haladva bőven megtérülnek a termelésnél adódótöbblet-nyereségből.

A felhasználat munkaszervezésénél, a munkák irányításánál, ellenőrzésénél felhasznált legfontosabb információk a következők:

Környezet

e /%/ emelkedő
j /-/ járhatóság
m /-/ éghajlati viszonyok
valamint az állományviszonyok, vagyis
N /db/ha/ a területegységen álló fák száma
Q /m³/ha/ a hektáronkénti fatérfogat stb.

Az állomány fái:

$\bar{d}_{1,3}$ /cm/ az átlagos mellmagassági átmérő és
 $R_{d_{1,3}}$ a terjedelem
 $d_{1,3}$ eloszlás-típusa
 $\bar{H}$ /m/ átlagos fmagasság és
 $\bar{V}$ /m³/db/ a mozgatott, megmunkált darabok nagysága, eloszlása. /Részben elhatározás kérdése, pl. hosszufa, teljesfa/.

Ember-gép:

Munkaerő jellemzői
Ergonómiai jellemzők
Bér /Ft/óra/
Gépek jellemzői:
T /kW/ teljesítmény

Ü /l/óra/ üzemanyag és kenőanyag fogyasztás
karbantartási költségek
I Beruházási költség /invesztíció/
a amortizáció
eszközlektetés
gumiabroncs élettartama
N /év/ gép élettartama
vonóerő /kN/
haladási sebesség /km/óra/
munkaeszköz és részeinek sebessége
munkaeszköz és részeinek erő kifejtése stb.

Információ: Gyakorlatilag a többi információ jelenik meg itt is összevontan, az előkészítés, tervezés, szervezés során feldolgozva - a tervek, utasítások anyagában.

Munkafolyamat:

t /üzemóra/m³/ normaidő
P /%/ gépkihasználás szintje
k_o /Ft/üzemóra/ gépköltség
Q' /m³/év/ teljesítmény
M /m³/év/fő/ egy dolgozóra jutó évi teljesítmény
M' /üő/m³/ fajlagos élőmunka-ráfordítás
K /Ft/m³/ fajlagos önköltség
E /Ft/m³/ fajlagos eszközráfordítás
E' /Ft/fő/ egy főre jutó eszközérték
L /fő/ létszám
H_e /m³/év/Ft/ eszközhatékonyság
J /üzemóra/év/ gépek évi üzemideje stb.

Termékkibocsátás:

A kibocsátott termék /erdei választék/ mennyisége és minősége, értéke és nyeresége.

Fejlődésünk megköveteli, hogy a munkafolyamatokat rendszerekben végezzük. Ennek azonban alapfeltétele, hogy egyidejűleg a hozzájuk tartozó információrendszert is létrehozzuk. Egyik lényeges akadály sokszor ennek hiánya vagy elégtelensége a korszerű géprendszerek bevezetésénél.

2.4.2.3. A fakitermelés munkarendszerei, a fejlődés tendenciái

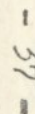
A fakitermelés munkafolyamatának a 2. ábrán bemutatott munkaszervezési rendszere alapján vizsgáljuk meg - példaként - a munkafolyamatot, azaz magát a rendszert, erősen "kínagyitva." A munkafolyamatot végrehajtó munkarendszert a munkaműveletekre és a műveletek végrehajtási helyére koncentrálva mutatjuk be, tudva, hogy a folyamat a rendszer egyik állapottából a másikba való átmenete /lásd. a 4. ábrát!/.

A fahasználati termelési folyamatot felépítő különböző munkaműveletek kapcsolódását ábrázoló, kétdimenziósra leegyszerűsített séma utal a munkatárgy változásaira /teljesfa ... erdei választék/, és a műveletek végrehajtásának eszközeit is feltüntetve - a munkaerőre is. Segítségével jól értelmezhetők a ma is ható és a várható fejlődési tendenciák is.

A séma szerkesztésénél visszatérünk a szakmai alapkategóriákhoz, néha újraértelmezve azokat, illetve további fogalmakat és egyszerűsítéseket bevezetve, mely a rendszerelmélet alkalmazásánál gyakran előfordul.

Mint az ábrán is látható, az X tengelyen tüntettük fel a munka tárgyának /méret-, alak- vagy összetétel/ változását eredményező, technológiai jellegű munkaműveleteket, a szokásos sorrendben. Az Y tengelyen ábrázoltuk a munka tárgyának helyváltozását előidéző anyagmozgatási műveleteket, melyek már nem technológiai jellegű műveletek, de az előző műveletekkel együtt értéknövelő szerepük van. Végül a Z tengelyre hordhathatunk fel a nem technológiai jellegű műveletek közül azokat, melyek nem értéknövelő hatásuk, és főleg szellemi tevékenységet igényelnek /pl. a választékolás, osztályozás, számbavétel stb./. Az egyszerűség kedvéért Z tengelyt a lap síkjára merőlegesnek felvéve, felülnézetben az eseményeket jelző körökbe írt betűjelekkel adjuk meg ezeknek a műveleteknek a végrehajtási helyét és kapcsolódását az értéknövelő hatásu műveletekhez. A rakodásnak, belső anyagmozgatásnak stb. külön helyet vagy jelet nem adtunk, mivel azok az anyagmozgást végző eszközök cseréjétől, ill. a felkészítés helyétől egyértelműen függenek. Több műveletnek egyszerre, egy eszköz-

Z = nem technológiai jellegű munkaműveletek, szellemi tevékenység /az értéket nem növelik/



4. ábra. - A fahasználat termelési folyamatának munkaműveletei /séma/

zel történő végzését az egyes műveletek végét jelző nyíl elhagyásával jelöljük.

Az aprítást - bár jellegénél fogva X tengelyen ábrázolandó művelet - mivel majdnem mindegyik művelet után elvégezhető, ezért - ha előfordul - külön jellel ábrázoljuk ebben a sémában. Aprítás után természetesen további X tengely irányu haladás feleslegessé válik, azaz már csak anyagmozgatási művelet következhet.

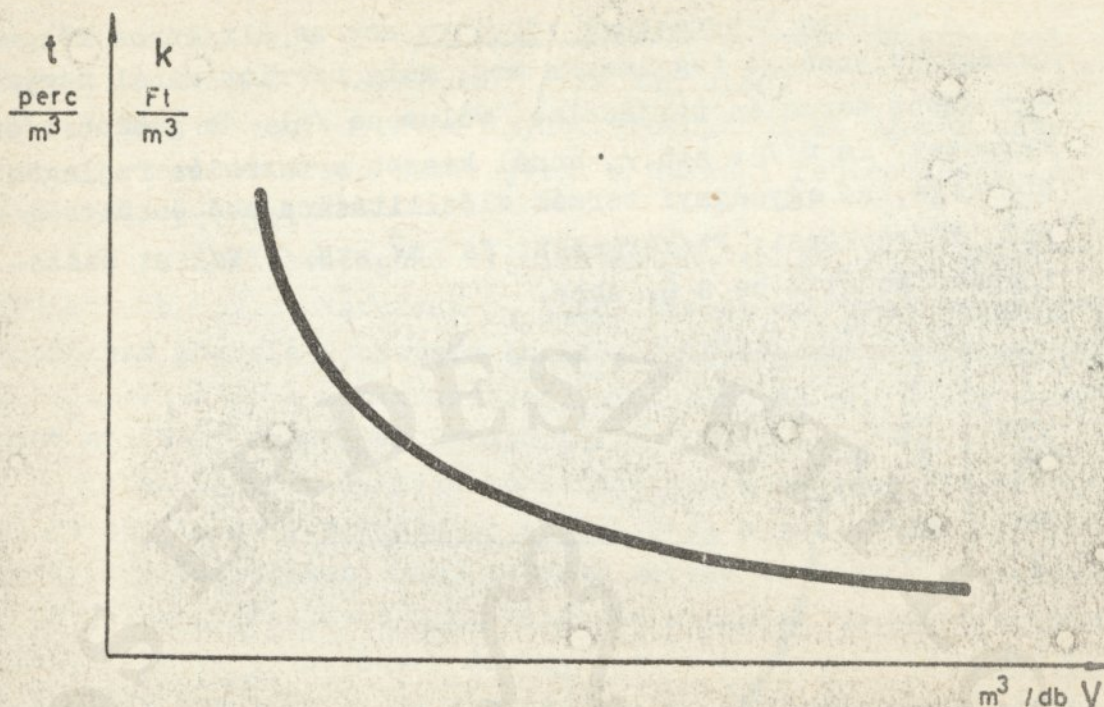
Megismételjük továbbá, hogy a munkarendszereket a közelített faanyag állapota szerint különböztetjük meg, míg az ezeken belüli alapvető változatokat jellemzően a faanyag felkészítési helye szerint különítjük el.

Ezek előrebecsátása után már egyértelműen leolvasható a 4. ábrán példaképpen felrajzolt műveletsor, azaz: hosszufás munkarendszer, felső felkészítőhelyi változatának sematikus ábrázolásáról van szó, hiszen a közelítési művelet során a faanyagot, döntés és gallyazás után szálfában, egy menetben viszik ki a felső felkészítőhelyre, ahol azután a teljes felkészítést elvégzik, és innen történik a keletkezett választékok továbbmozgatása /példánkban egy eszközzel/ a felhasználóhoz /pl. fűrészüzem/ vagy a feladóállomásra stb.

Amennyiben próbaképpen magunk is felrajzoljuk az ábrára további munkarendszerek "utvonalát" /pl. a hagyományos rövidfás munkarendszert, vagy másik szélsőséggént a teljesfás, alsótelepi felkészítéses munkarendszert/, azt tapasztaljuk, hogy a korszerűnek, gazdaságosnak, termelékenynek tekintett munkarendszerek utvonalának poligonja egyre inkább távolodik az X tengelytől és egyuttal egyre közeledik az Y tengelyhez. Ez nem véletlenül alakul így, bár sok esetben a fejlettebb munkarendszerek bevezetői sem ismerik fel döntéseik meghozatalánál az alább ismertetésre kerülő törvények alapvető hatását.

Bármelyik munkarendszer célja ugyanis végső soron a "tömeg-darab" törvény és a "volumen hozadéka" törvényének lehető leggazdaságosabb érvényesítése.

A tömeg-darab törvény lényege legegyszerűbben az 5. ábrán bemutatott összefüggéssel világítható meg.

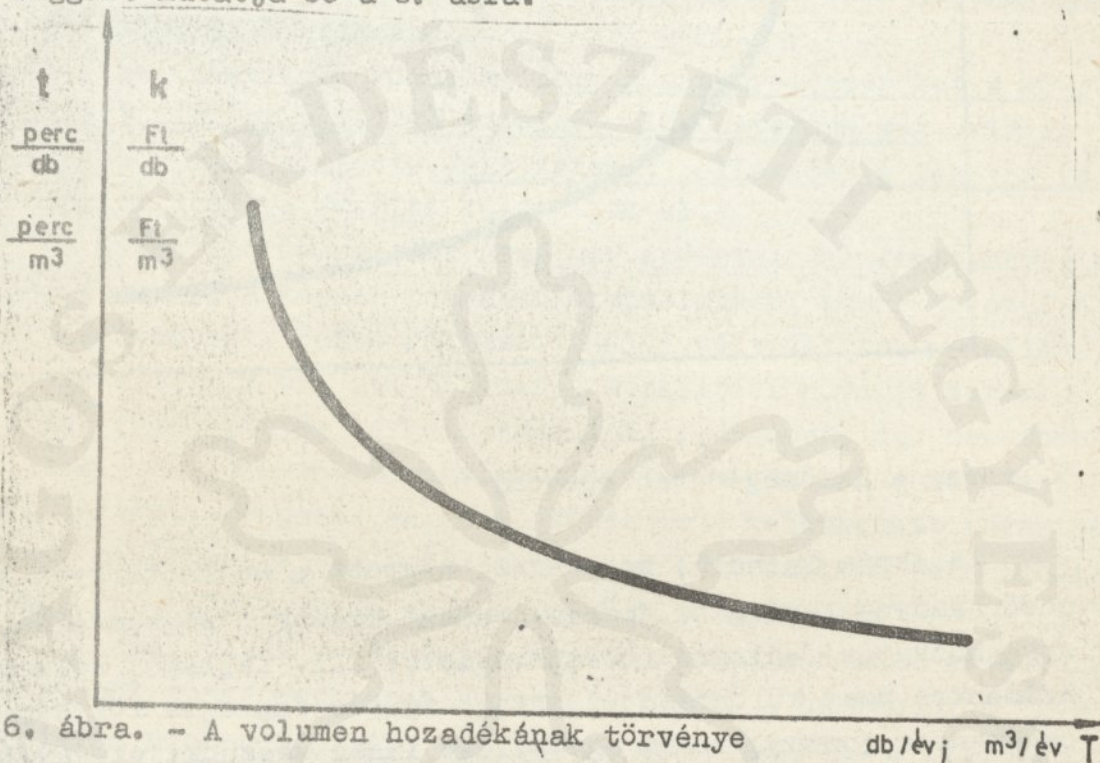


5. ábra. - A tömeg-darab törvény

Az ábrán látható, hogy minél nagyobb a munka tárgyát képező faanyag térfogata $/m^3/db/$, annál kisebb a megmunkálás, anyagmozgatás fajlagos időszükséglete, ill. fajlagos költsége. Számunkra most különösen az anyagmozgatás fajlagos költségcsökkenése fontos, ezért egy példát innen veszünk: pl. nyilván gazdaságosabb lesz egy $2 m^3$ -es szálfa felterhelése a szállítójárműre egy darabban, mint ugyanezen fa felkészítése után keletkező 10-20 db erdei választék felterhelése. A törvényben rejlő lehetőségek kihasználásánál természetesen felső határként adottnak jelenik meg a kitermelt teljes fa nagysága, bár még ezekből is képezhető egységrakomány, mely a törvény hatását még tovább fokozhatja, kedvező irányba /pl. több hosszufa felterhelése árbocdaruval/.

Ebben a törvényben rejlő gazdasági lehetőségek tudatos vagy ösztönös kihasználása eredményeként a munkarendszerek "utvonala" a 4. ábránkon egyre nagyobb arányban az Y tengely felé tolódik.

A volumen hozadékának törvénye azt az általános közgazdasági jelenséget fogalmazza meg, mely szerint minél nagyobb egy adott termelés terjedelme, volumene /pl. db gépkocsi/év; kérgezett fa m^3 /év stb./, annál kisebb a termelés fajlagos költsége, az egységnyi termék előállítására eső önköltség /pl. Ft/gépkocsi; Ft/kérgezett fa m^3 stb./. Ezt az összefüggést mutatja be a 6. ábra.



6. ábra. - A volumen hozadékának törvénye

A törvényben rejlő előnyök kihasználása céljából terveznek egyre nagyobb kapacitású gépeket, ezért koncentrálnak egy helyre egyre nagyobb mennyiségű feldolgozandó anyagot /pl. fatömegkoncentráció/, ezért növelik a termelés volumenét. Azonos értékesítési ár és kisebb önköltség mellett a termelés többlethozadékot eredményez a kisebb volumenű termeléshez képest. A törvény hatására a 4. ábrán a munkarendszerek utvonalai egyre távolodnak az X tengelytől.

A vágásterületek koncentrációja is ilyen kedvező hatást eredményez, a m^3 /vágásterület növekedése arányában.

Természetesen ezen előnyök végletes kihasználása is korlátokba ütközhet, pl. a szállítási költségek jelentős megnöve-

kedése miatt, vagy az optimális üzemnagyság elérésekor, mely felett a volumen növelése már gazdaságtalan.

A két törvény nyilván együtt érvényesülhet igazán hatásosan, ezért az eredő hatás jelzi a műszaki fejlesztések legkedvezőbb irányát.

Nagy általánosságban kijelenthetjük tehát, hogy minél fejlettebb egy munkarendszer, annál kisebb az "A-A" tengelyre vonatkozó inercia-nyomatéka annak a felületnek/a 4. ábra példáján E_1 -nek/, melyet a munkarendszer "utvonala" és az "A-A", valamint az "M-M" tengelyek határolnak.

Ez az igazság nyilván korlátozottan érvényesülhet csak, ha ma még egyes közgazdasági szabályozók ettől eltérő irányba terelik a vállalatot, vagy rosszul tervezik, végzik az egyébként jól megválasztott munkarendszer munkáját az adott helyen stb., illetve a törvények érvényességét korlátozhatják extrém termelési körülmények és adottságok is. Hatásuk tudatos érvényesítése azonban ma már alapvető követelmény.

Természetesen egy-egy munkarendszer gazdaságosságának megítélésénél a termékek árát is figyelembe kell venni, azaz pl. a lemezipari rönk, a fűrészrönk termelését semmiképpen sem szorítjuk vissza jó minőségű állományokban csak azért, mert az apritéktermelés önköltsége kisebb lenne, mint a hagyományos választéktermelésé. A maximális nyereséget kell minden esetben biztosítani, azaz a Nyeresség = /Bevétel - Kiadás/ legnagyobb értékét. Példánkban maradv: lemezipari rönk termelés esetén B sokkal nagyobb arányban fog nőni, mint K értéke, az alternatív megoldásként vizsgált apritéktermeléshez viszonyítva.

Mindebből levonhatjuk azt a következtetést, hogy a fenti két törvényben rejlő lehetőségek kihasználásacsak a következő feltételek kielégítése esetén jár kedvező eredménnyel:

a/ Szükséges, hogy a törvények kihasználása érdekében választott "utvonala" részterméke olyan legyen, hogy az adott áraknál és gazdasági szabályozó rendszerben nagyobb nyereséget biztosítson a korábbinál.

b/ A termékkibocsátás az a/ alattiakon kívül feleljen meg a gazdaságpolitikának megfelelő termelési célkitűzéseknek. Pl. meghatározott mennyiségű lemezipari rönk vagy papirfa termelése biztosított legyen.

c/ Feltétlenül szükséges, hogy a gépek beszerzési ára a kisebb teljesítményűektől a nagyobbak felé haladva kisebb mértékben növekedjen, mint teljesítményük és termelékenységük. Ha ez az adott közgazdasági környezetben nem biztosítható, akkor a volumen növelése /a nagyobb koncentráció/ veszteséggé teszi a termelést. Elvileg ugyanez az eset akkor is, amikor a helyes arány megvan a gép beszerzési ára és teljesítménye között, de a munkafolyamatban lévő zavar miatt éves teljesítménye elmarad a lehetséges mögött. Ezt a feltételt úgy is fogalmazhatjuk, hogy a nagyobb volumenhez szükséges gépberuházás miatt az egységre eső költség nem növekedhet.

Sajnos az előbbi feltételek jelenleg nem mindig elégíthetők ki. Ezért az általános érvényű törvények alapján jónak látszó munkarendszert gondos elemzéssel mindig számszerűen ellenőrizni kell.

Bár nem célunk futurológiai előrejelzésekbe bocsátkozni, de megemlítjük, hogy fenti tendenciák végigvitele is azokat a szakembereket igazolja, akik a fának elsősorban mint nyersanyagnak a megtermelését tartják fontosnak, és az egyféle "választékként" kapott biomasszát dolgozzák fel azután, különböző célokra, különféle eljárásokkal /pl. a rostjaira bontott faanyagot polimerekkel elegyítve, préselt butorokat gyártanak, és - ha igénylik - a fa rajzolatát filmmel viszik fel rá stb./. Ennek megfelelően a "legfejlettebb" munkarendszert az aprítékban való termelés azon változata adná, ahol egy harveszter az állófát aprítja fel, saját konténerébe gyűjtve az aprítékot, melyet megtöltve, a vágásterület szélén cserélve átadja az egy vagy többszakaszos anyagmozgatás kapcsolódó eszközének. Ezen munkarendszer "utvonala" az "M-M" tengellyel egybeeső függőleges szakasz lenne, melynek inercia-nyomatéka "A-A" tengelyre zérus. Bevezetéséhez természetesen megfelelő ipari erdő és feldolgozóipari háttér kell, de ilyen gépek már dolgoznak egyes országokban.

A séma segítségével egyszerűen elválaszthatók egymástól az egyes fakitermelési munkarendszerek és változataik is.

Itt most csak azt emeljük ki, hogy a munkarendszereket általában az anyagmozgatás tárgyának kezdő /közelítés közbe-
ni/ állapota szerint különböztetjük meg, és így beszélünk:

1. rövidfás munkarendszerről,
2. hosszufás munkarendszerről,
3. teljesfás munkarendszerről,
4. aprítékban való termelés munkarendszeréről.

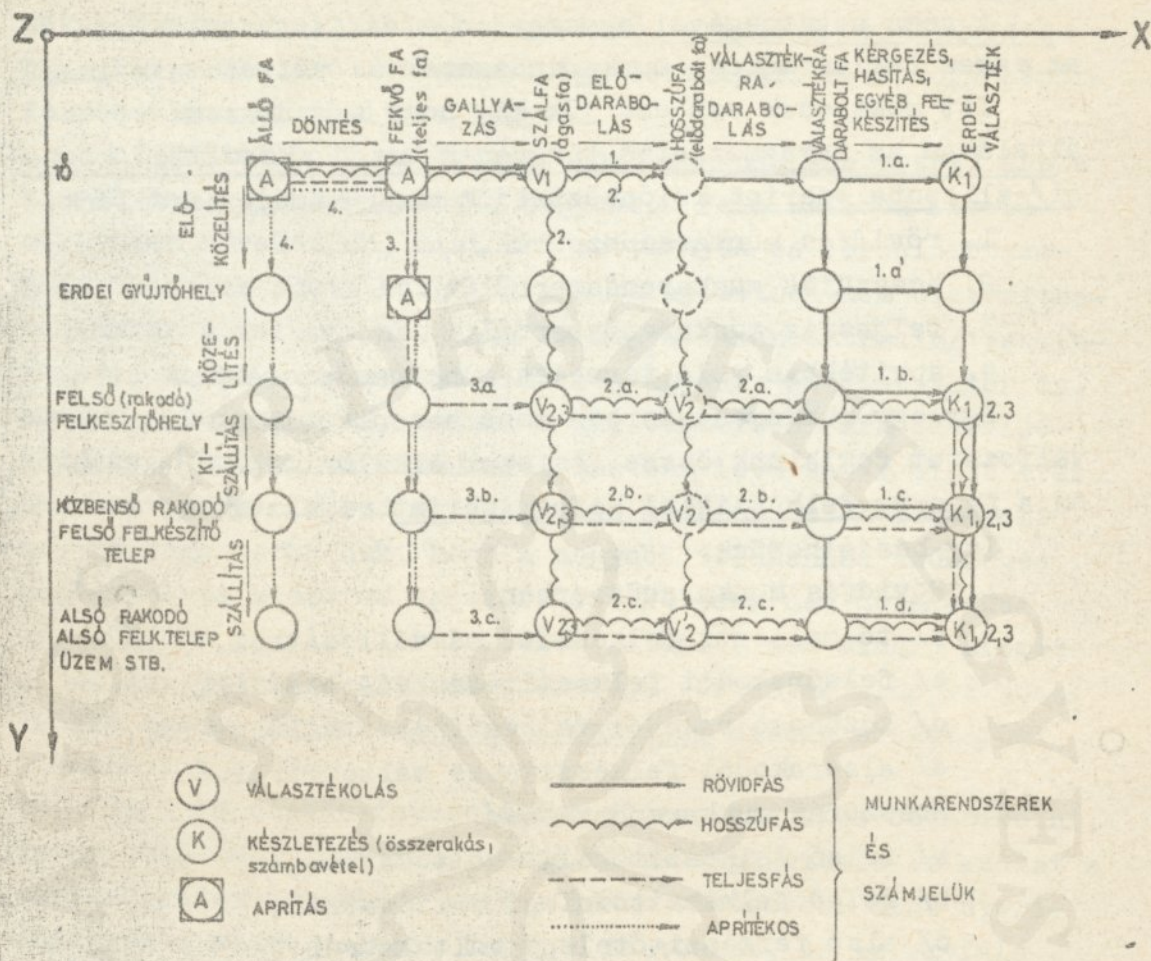
Egy-egy munkarendszerben több hasonló típusu alapvető változatot foglalunk össze, és ezek elkülönítését jellemzően a faanyag felkészítési helye szerint végezzük el.

Igy beszélhetünk:

1. Rövidfás munkarendszerben
 - a/ tő melletti felkészítéssel változatról,
 - b/ felsőrakodói felkészítéssel változatról,
 - c/ közbelső rakodói felkészítéssel változatról,
 - d/ alsórakodói felkészítéssel változatról.
2. Hosszufás munkarendszerben
 - a/ felső felkészítőhelyi változatról,
 - b/ felső felkészítőtelepi változatról,
 - c/ alsó felkészítőtelepi változatról.
3. Teljesfás munkarendszerben
 - a/ felső felkészítőhelyi változatról,
 - b/ felső felkészítőtelepi változatról,
 - c/ alsó felkészítőtelepi változatról.

4. Aprítékban való termelés munkarendszerében csak a tő melletti aprítás jöhet szóba. Egyéb helyen történő aprítást már anyagmozgatás előz meg, és akkor aprítéktermeléssel kombinált egyéb munkarendszerről fogunk beszélni. A kombinált munkarendszereknek egyéb változatai is vannak.

A 7. ábrán mutatjuk be a munkarendszerek és változataik elkülönítésére alkalmas sémát, melyen egyúttal a munkarendszerekre jellemző különböző típusú műveletek elvégzésének sorrendjét is feltüntettük. Az X tengelyen látható itt is a munka tárgyán alakváltozást okozó műveletek sora, az Y tenge-



7. ábra. - Munkarendszerek és fontosabb változataik

lyen a munka tárgyának helyváltoztatását eredményező műveleteket soroltuk fel, míg a Z tengely irányu szellemi tevékenységeket a csomópontokba irtuk, felülnézetben szemlélve a térbeli koordinátarendszert. Eltérő jellege miatt így ábrázoltuk az aprítást is.

A séma alapján hosszas sorozatszámítás helyett gyors optimálással, a hálótervezéshez hasonló uton juthatunk a legkedvezőbb munkarendszer kiválasztásához, azaz a legkisebb önköltséget /Ft/m³/ biztosító változathoz, adott körülmények kö-

zött. A számítási módszert a későbbiekben fogjuk bemutatni.

Ezen az egyszerű példán keresztül is sikerült talán érzékeltetni a rendszer szemléletű vizsgálódás, elemzés sokoldalú előnyeit, és alkalmazhatóságát szakmai kérdésekben.

3. MUNKASZERVEZÉSI ALAPISMERETEK

A munkaszervezés a ráfordítási optimumok kutatásánál és meghatározásánál főleg műszaki-gazdasági ismeretanyagokra támaszkodik. Ez azonban nem elegendő, mert azonos sullyal kell figyelembe venni az emberi tényezőket is, illetve az ezzel összefüggő tudományos kutatások gyakorlatilag is hasznosítható eredményeit. Feltétlenül alkalmazandók a munkafiziológia, a munkapszichológia és a munkaszociológia eredményei a sikeres munkaszervezés érdekében is.

Az ösztönös, vagy csak empiriára támaszkodó munkaszervezés szintjéről történő feljebbjutás ugyancsak igényli a munkaszervezési módszerek és eljárások, valamint néhány társtudomány itt felhasználható eredményeinek elsajátítását is. Igaz, hogy az ipari munkafolyamatokkal szemben az erdőgazdálkodásban több korlátozó tényezővel kell számolni /biológiai faktor, környezeti tényezők stb./, de ez csak még jobban alátámasztja a tervszerűen előkészített munkaszervezés fontosságát és nem zárja ki a tudományos módszerek használatát.

Alapvető szervezési irányelvek

Minden munkafolyamat szervezésénél figyelembe kell venni az alábbi alapelveket és kerülni kell a szervezési alaptévedéseket.

Alapelvek:

- a/ teljesség elve - olyan szervezet, folyamat létrehozása, amely önmagában egészként fogható fel.
- b/ szervesség elve - a szervezeteket és folyamatokat be kell illeszteni az őket körülvevő környezetbe.

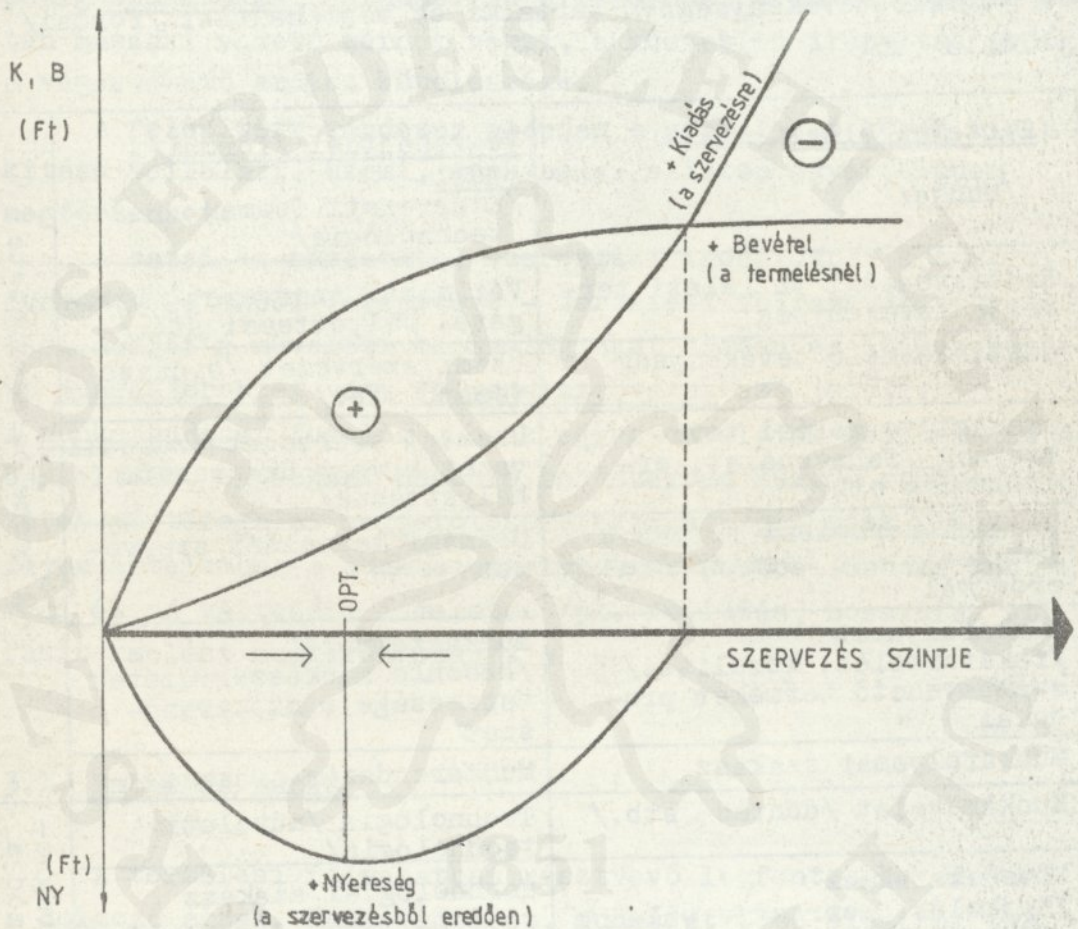
- c/ arányosság elve - oly módon kell szervezni, hogy a folyamatok arányosan illeszkedjenek az egészként működő rendszerbe.
- d/ tervszerűség elve - megkívánandó, hogy a célt előre meghatározva, az eszközök módszeres alkalmazásával, a legkisebb energia, anyag és időráfordítással érjük el.
- e/ viszonylagosság elve - szervező tevékenységünknel figyelembe kell venni a környezet sajátosságait és fejlettségi szintjét.

Szervezési alaptévedések:

- a/ ösztönösség - akkor beszélünk ösztönösségről, ha a szervezés nem épül megfelelő szintű elméleti és gyakorlati ismeretanyagokra. Következménye a szervezetek szétesése és a gazdaságtalan termelés lesz.
- b/ sematizmus - ha a szervezés más területeken alkalmazott eljárásokat, módszereket adaptálás nélkül kíván felhasználni /pl. ipari módszerek alkalmazása az erdőgazdasági munkafolyamatok szervezésénél, a sajátosságok figyelembevétele nélkül/.
- c/ rendszerTELenség - a szervezettség ellentéte. Létrejöttét általában a nem megfelelő személyi és tárgyi feltételek okozzák.
- d/ tulzott decentralizálás - ugyanolyan káros a szervezésben, mint az ellentéte, a
- e/ tulzott centralizmus - mindkét esetben a szervezet nincs összhangban a szervezési tevékenységgel, és így a kitűzött célt sem tudja elérni.

Fentieken túlmenően mindig figyelembe kell venni azt a követelményt is, hogy a szervezésnek is gazdaságosnak kell lennie. A szervezésnél alkalmazott és később ismertetésre kerülő különböző bonyolultságú és eszközigényű módszerek közül nem mindig az összetettebb eljárás jelenti a kedvező szervezési változatot. Választásunknál mindig a pótlólagos nyereség

alakulása orientáljon, hogyan ez a 8. ábrából leolvasható.
/Az ábrán a szervezési szint zérus értékénél a teljes szerve-
zetlenség, majd az önszervezés helyezkedik el, és jobbra ha-
ladva pl. a vágásszervezési terv készítése stb. szintje, egé-
szén a lassított filmfelvételekkel, műszeres mérésekkel dol-
gozó 3 M módszerig./



8. ábra. - A szervezés gazdaságossága

Szervezési séma a szervezési tevékenység összefüggéseinek szemléltetésére

A bemutatandó séma a vállalat-, üzem- és munkaszervezés összefüggéseinek tisztázásához kíván segítséget nyújtani. A szervezés egységes nomenklaturájának hiánya miatt ugyancsak szükség van egy ilyen rendszer felvázolására /az ismertetésre kerülő rendszerszemléletű sémát az ERTI-ben dolgozták ki, dr.Szász Tibor vezetésével./

A termelő tevékenységnek tartalmi és végrehajtási /formai/ oldala van.

<u>Tartalmi oldal</u> /Munka/	<u>Végrehajtási /formai/ oldal</u> /Szervezeti forma, technológia/	A termelés szervezete
Erdőgazdasági vállalati termelő tevékenység	Vállalati szervezet /igazgató, helyettesei stb./	
Üzemi termelő tevékenység	Üzemi szervezet /erdészeti vezető stb./	
Üzemági termelési tevékenység /fahasználat, erdőművelés stb./	Üzemági szervezet /műszaki vezetők vagy üzemvezető helyettesek/	
Üzemági termelési folyamat Értékesíthető készterméket produkál	Üzemági termelési szervezet	
Munkafolyamat /fakitermelés, közelités/ számbavehető terméket produkál	Munkaszervezet /Hasonló munkaszervezetek összessége = munkarendszer/	
Munkafolyamat szakasz	Munkarendszer szakasz	
Munkaművelet /döntés stb./	Technológia /műveleti technológia/	A termelés végrehajtásának módja
Műveletszakasz /hajkolás, sorrendje változhat/	Technológiai szakasz	
Műveletelem /hajkölöp kivágása/	Technológiai elem	
Mozzanat	Mozdulat	

A szervezési sémából kiderül, hogy a munkás mozdulatától a vállalat szervezetéig milyen hierarchikus kapcsolat épül fel. A termelési tevékenység tervezése-szervezése a munkaszervezettel bezárólag mérnöki feladatokat jelent /vállalatvezető, üzemvezető, műszaki vezető/. A műveleti technológia eldöntése is a fahasználati műszaki vezető mérnök feladata, de munkahelyi irányítása technikusi /művezetői/, a technológia végrehajtása pedig szakmunkási feladat. Az ellenőrzést a munkafolyamat esetén műszaki vezető mérnök végzi, a közvetlen irányítás pedig a vágásvezető erdész kötelessége.

A felépített rendszer alapján a szabályozó körök kialakítása vállalati, üzemi, munkahelyi szinten egyértelműen megtörténhet.

A hazai és nemzetközi szervezési irodalomban a konkrét - munkaműveletekből felépített - termelési folyamatok végrehajtási módját a műveleti technológiákat térben és időben rendező munkaszervezet vagy folyamatszervezet szó jelöli.

A munkarendszer fogalom a csak egyes műveletek technológiájában eltérő, egyébként hasonló rendszerben működő munkaszervezetek gyűjtőfogalmi megjelölésére szolgál /dr.Szász Tibor/.

Ilyen értelemben a munkaszervezetek csoportosításának több régi és új változata ismeretes /pl. rövidfás, hosszufás stb. fakitermelési munkarendszer/.

3.1. Ember és munka

A termelési folyamatban résztvevő legfontosabb tényező a dolgozó ember. Munkavégzését, munkáját több oldalról szemlélhetjük. A munka élettani /fiziológiai/ jelenség, de ugyanakkor lélektani /pszichológiai/, társadalmi /szociológiai/ és gazdasági /ökonómiai/ jelenség is. Az ember a munkát fiziológiai erejével /fizikai erejével és tudásával/, munkatársaival együtt dolgozva végzi azért, hogy egyrészt keresethez jusson, másrészt hogy a vállalatnak, a társadalomnak hasznot hajtson. A munkaszervező számára igen fontos alapelv, hogy a munka e

négy oldala egyidejűleg jelentkezik, egyik oldalát sem lehet elhanyagolni, vagy háttérbe szorítani a siker kockáztatása nélkül. Fentieknek megfelelően foglalkoznunk kell a munkafiziológia, a munkapszichológia és a munkaökönómia legfontosabb alapjaival és azok összefüggéseivel.

Az emberi tényező és a szemléges műszaki fejlődés szerepe ágazatunkban

Ágazatunkban a műszaki fejlődés által is biztosított gazdasági növekedést mindenekelőtt a termelési erőforrások növekedése, a termelés méreteinek bővülése, az előállított termékek tömegének növekedése jelenti. Fenti, funkcionálisan egy-nemű elemek közül elsődleges szerepe a termelési erőforrásoknak van.

A termelési erőforrások, azok tömege, strukturája, műszaki színvonala és minősége jellemzi az ágazat termelési potenciálját.

Termelési erőforrásaink:

- a termelő alapok, azaz termelőeszközök /állóeszközök, forgóeszközök/
- a munkaerőforrás,
- a természeti erőforrás.

Közös jellemzőjük, hogy potenciálisan résztvehetnek a termelési folyamatban, de tömegük és összetételük korlátozott az adott időben, és tömegük, minőségük változása hatást gyakorol a termelésre.

A nem termelő erőforrások /mint pl. a szociális létesítmények/ és a közvetett befektetések /mint pl. az oktatási költségek/ a termelési erőforrások fizikai volumenét nem változtatják meg, hanem elsősorban a minőségi, műszaki színvonalukat befolyásolják. Az intenzív fejlődési szakaszban szerepük, jelentőségük egyre fokozódik, különösen az un. emberi tényező hatásán keresztül.

Ágazatunk termelési erőforrásait közelítően számszerűsítve, az alábbi volumenek adódnak:

- termelő alapok értéke /1980. évi áron/
 állóeszközök ~ 11 milliárd Ft
 forgóeszközök ~ 4 milliárd Ft
 termelőeszközök összesen: ~ 15 milliárd Ft
- az emberi tőke nagysága /Kozma Ferenc adatai alapján/
 48.000 fő x 750.000 Ft/fő = ~ 36 milliárd Ft.
- a természeti erőforrás értéke /Márkus László adatai alapján/
 az erdővagyon ~ 100 milliárd Ft.

Fenti adatokkal csupán arra szeretnénk rávilágítani, hogy a sokszor központi szerepet játszó technikai eszközök mellett - értékben is milyen meghatározó jelentőségű a másik két erőforrás.

A természeti erőforrásaink kiugró értéke a műszaki fejlesztés biológiai következményeinek elhanyagolhatatlanságára, esetenként meghatározó szerepére utal /erdőnevelés stb./. Az emberi tőke nagysága pedig /mely több, mint kétszerese az összes termelő alapnak!/ az emberi tényezők fokozottabb figyelembevételével elérhető kedvező hatásokat segít nagyságrendileg helyesen felbecsülni.

A végrehajtók, irányítók szakképzettségének színvonala, termelési kultúrája, tapasztalata; emellett az élőlátás szervezetszintje, a különböző hatásos ösztönzések mintegy negyven milliárdnyi emberi tőke felhasználásának hatékonyságát alakítják alacsonyabb-magasabb szinten. Óriási gazdasági jelentősége van minden itt elérhető kedvező változásnak, önmagában is, de különösen akkor, ha ezzel a termelő alapok és a természeti erőforrások hatékonyabb felhasználását is elősegítjük.

Termelési függvényekkel végzett számítások szerint az elmúlt évtized évi átlagosan +3,4 %-os termelési volumen-növekedésének kerek 50 %-át ágazatunkban is már a beruházásokban nem megtestesülő, un. semleges műszaki fejlődés biztosította, tehát a szakképzettség, szervezés, irányítás stb. javuló színvonala. Az átlagosan évi 600 millió Ft-os eszköz-növekedés termelésnövelő hatásával /mely a másik 50 %-ot adta/

azonos nagyságu növekmény a szervezés-irányítás területén rejlő óriási lehetőségekre hívja fel a figyelmet.

Területünkön is növekszik a szaktudás és szakképzés szerepe, jobban előtérbe kerül a dolgozók kulturális színvonalának emelése, anyagi és erkölcsi elismerésük, az élet- és munkakörülmények javítása, az iparban és a mezőgazdaságban kialakult feltételekhez való közelítése. Az általános és szakmai képzés a műszaki fejlesztésnek ma már elengedhetetlen kísérője, sőt időben és fontosságában meg kell előznie a technikai korszerűsítéseket.

3.1.1. Munkaélettani alapismeretek

A munkaélettan az emberi szervezet életműködéseit tanulmányozza a munkavégzés körülményei között. Ennek eredményeképpen ismereteket nyújt a könnyebb és kulturáltabb munkavégzés, a termelékenyebb munkamódszerek és a helyes pihenési rendszerek kialakításához. Pavlov szavaival élve: "A fiziológia arra tanít bennünket, - éspedig minél tovább jutunk, annál teljesebben és tökéletesebben - hogy hogyan kell szabályszerűen, vagyis hasznosan és kellemesen dolgozni és pihenni."

3.1.1.1. Az izommunka

Az emberi test fizikai munkát végző szervei az izmok. Minden testhelyzet és mozdulat izommunkát kíván, a termelőmunka izommunka-igényes. Az izmok a munkavégzéshez energiát használnak fel, az energiát a szervezet energia forrásainak kémiai átalakításával nyerik. A felvett és a szervezetbe beépített tápanyagok végső soron - elegendő oxigén jelenlétében - elégnak, bomlástermékek /pl. víz, széndioxid/ keletkeznek és energia szabadul fel. A szervezet által felhasznált oxigén literje 20,0 kJ /kilodzsul/ energiát szabadít fel. Az izmokban a tápanyagot és az oxigént az emberi szervezetben keringő vér

szállítja, s a vérárammal távoznak a bomlástermékek is. Jól működik az emberi szervezet, ha a tápanyag és oxigén felvétel és szállítás, illetőleg a bomlástermékek szállítás és leadása egyensúlyban vannak.

a/ A szervezet igénybevételének egyik fontos jellemzője a felhasznált energia mennyisége, amit az oxigénfogyasztás alapján mérhetünk, és korábban kalóriában /cal/, az 1980. évtől kezdve pedig "joule"-/dzsul-/ban, vagy annak 1000-szeresében /kJ/-ban adunk meg /1 kcal $\sim$ 4,2 kJ/.

A különböző testhelyzetek fenntartása önmagában is statikus izommunkát kíván. A fekvő testhelyzethez viszonyítva:

ülve + 4,0 %,

guggolva + 8,5 %,

állva + 12,0 % és

előrehajolva + 55,0 % a szervezet többlet-energia szükséglete. Mindebből az is következik, hogy a

statikus izommunkát - lehetőség szerint - a kedvezőbb testhelyzetben kell végeztetni.

Az erdei munkáknál igen gyakori az emeléssel járó statikus munka, álőközelítés, rakodás/, melyet megfelelő gépesítéssel kerülhetünk el.

Ha olyan munkát végzünk, melynek során az izmok hosszabb ideig összehuzott állapotban vannak és a test, a testrész nem mozdul el - az izmokban helyileg oxigénhiány jelentkezik, mely miatt hamarosan fáradtságérzet lép fel. Az ilyen izommunkát statikus izommunkának nevezzük /pl. teher tartása/.

Ha viszont olyan munkát végzünk, melynek során a test vagy testrészek mozognak, az izmok ritmikus mozgása közben a hajszálerek tápanyag- és oxigénszállító feladatuknak kedvező helyzetben tudnak eleget tenni. Ezt a fajta izommunkát dinamikus izommunkának nevezzük.

Miután a munkavégzés során egyaránt előfordulnak statikus és dinamikus izommunkát igénylő feladatok, a munkaszervező feladata, hogy e két különböző jellegű izommunkát arányosan ossza szét a munkafeladatok végzésében együttműködők között, vagy tegye lehetővé a váltakozó igénybevételt.

Az ENSZ Egészségügyi Bizottsága a szervezet energiaforgalma alapján osztályozta a különböző munkák terhelő hatását, a következők szerint:

könnyű munka	$< 5,2$ kJ/perc
mérsékelt munka	$5,2-10,4$ kJ/perc
nehéz munka	$10,4-20,9$ kJ/perc
igen nehéz munka	$20,9 < \text{kJ/perc.}$

Az ismertett értékek csak férfimunkásokra vonatkoznak. Női munkásoknál napi 8 órás munkaidő esetén a megengedhető átlagos energiafelhasználás 10 kJ/perc, szemben a férfiaknál megengedett $16,7$ kJ/perc értékkel.

Az ember a fizikai munkában nagyon rossz hatásfokkal dolgozik, hőtermelésének mintegy 20% -a hasznosítható mechanikai munka formájában, ezért - ahol ez gazdaságosan biztosítható - a kézi munkákat gépesíteni kell.

b/ Az emberi szervezet energiaigénye három alapvető részből tevődik össze:

- az alapanyagcseréhez szükséges energiából,
- a munkavégzéshez szükséges energiából,
- a munkaidőn kívül eltöltött tevékenységhez szükséges energiából.

Az alapanyagcseréhez - nyugalmi testhelyzetben - testsúlykilogrammonként és óránként $4,6-5,00$ kJ energia szükséges. Ez - 70 kg-os embert alapulvéve - átlagosan 8064 kJ naponta.

A munkavégzéshez szükséges energiaigényt az oxigén-felhasználás bonyolult, műszeres mérése helyett - megközelítő pontossággal - táblázatok segítségével állapíthatjuk meg. /1. és 2. táblázat./ Először a testtartáshoz szükséges /A/ energiaszükségleti adatot, majd a kéz vagy a kar vagy a törzs munkájával kapcsolatos /B/ energiaszükségleti adatokat olvassuk ki. A két adat összege /A+B/ adja az adott munka percenkénti energiaszükségletét. Pl.: papírfu rakodása kézierővel: állva, meghajolva / $4,2$ kJ/perc, 1. táblázat. A/, törzsszel végzett, közepesnél erősebb munka / $25,1$ kJ/perc, 2. táblázat. B./, mely összesen $29,3$ kJ energiát igényel. Motorfűré-

1. táblázat. - Spitzer és Hettinger táblázata a munka-kilo-
joule kiszámításához /A/

Testtartás	kJ/perc
Fekvés	1,3
Ülés	1,7
Térdelés	2,5
Guggolás	2,9
Állás	3,3
Állás meghajolva	4,2
Járás vízszintes terepen	7,1-14,7
Járás 10°-os emelkedőn teher nélkül	3,1 /minden méter magasságra/

2. táblázat. - Spitzer és Hettinger táblázata a munka-kilo-
joule kiszámításához /B/

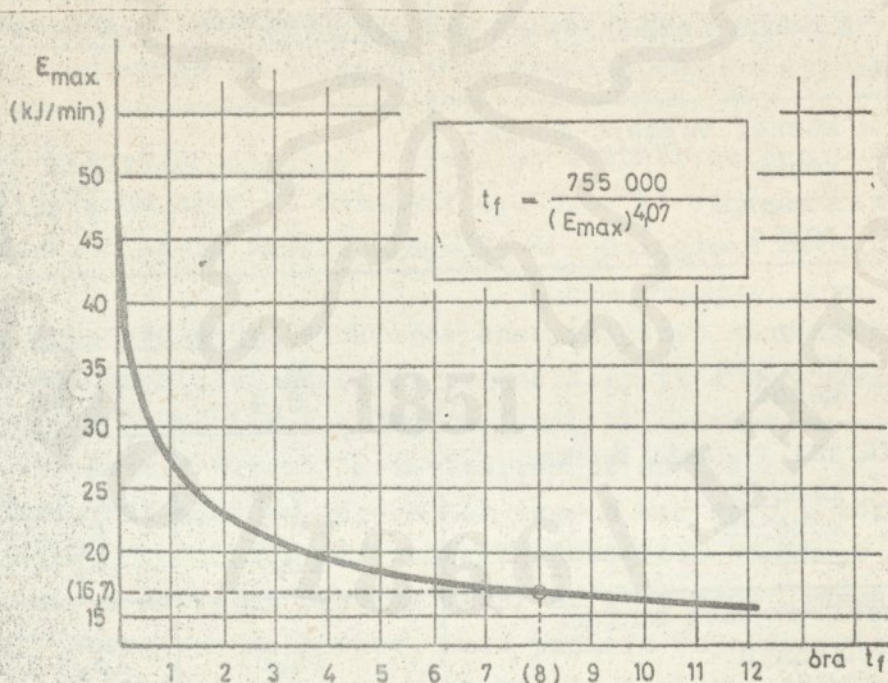
A munka neve	középérték	szélsőérték
	kJ/perc	
Csak a kézzel végzett munka:		
könnyű	2,1	1,2- 2,5
közepes	3,3	2,5- 3,8
nehéz	4,2	3,8- 5,0
Egy karral végzett munka:		
könnyű	4,2	2,9- 5,0
közepes	6,3	5,0- 7,1
nehéz	8,4	7,1- 9,2
Két karral végzett munka:		
könnyű	7,5	6,3- 8,4
közepes	9,2	8,4-10,5
nehéz	11,7	10,5-12,6
Törzzsel végzett munka:		
könnyű	13,8	10,5-16,7
közepes	20,9	16,7-25,1
nehéz	30,6	25,1-35,6
igen nehéz	41,9	35,6-48,1

szes darabolás: állva, meghajolva /4,2 kJ/ perc 1. táblázat. A/, két karral végzett közepes munka /9,2 kJ/ perc 2. táblázat. B/, mely tehát összesen 13,4 kJ/perc energiát igényel. De amíg a motorfűrész áll, csak 3,3 kJ/perc a tartós energia igénye, a fűrész tartása nélkül.

A munkaidőn kívül végzett tevékenységhez szükséges energia mintegy 1050-1900 kJ/nap, ha a szóbanforgó személy semmi különösebb tevékenységet, mint pl.: sport, házi munka, nem végez.

Ha az alapanyagcseréhez a munkavégzéshez és a munkaidőn kívül végzett tevékenységhez szükséges energiamennyiségeket hozzáadjuk, kapjuk az adott személy napi /24 órai/ energiaszükségletét. Az igénybevétel nagysága és még megengedhető időtartama közötti összefüggést a 9. ábra mutatja.

A munkaszervezőnek ismernie kell, hogy az embernek energetikai szempontból mekkora a maximális és az átlagos terhelhetősége. Az Országos Munkaegészségügyi Intézet /OMI/ mérései szerint, ha a munka kb. 50 kJ/perc értékű, akkor mintegy 5



9. ábra. - A percenkénti energiaszükséglet felső határa $E_{\max}$, 20-30 éves férfiak esetében, a folyamatos munka t_f időtartamának függvényében

perc alatt bekövetkezik a kimerülés, erős légszomj lép fel, a percenkénti érlelések száma eléri a 170-et. Hosszabb időt alapul véve, 20-40 éves férfi esetében, 8 órás műszakidőre a 16,7 kJ/perc átlagos munkaintenzitás lehet a felső határ.

Fentieket figyelembe véve, s a 16,7 kJ/perc értékkel számolva, a 8 órás műszak alatt a munkavégzéshez szükséges energia értéke $8064 + 8016 + 1475 = 17555$ kJ/24 óra. Ha a munkavégzés nem átlagos intenzitású, akkor a munkavégzés részletesen számított energiaigényeit kell összegezni. Az így kiszámított energiaigények munkánként igen eltérőek lehetnek. Ez a megállapítás lehetőséget ad a munkaszervezőnek, hogy a munkások között a kisebb és a nagyobb megterhelést jelentő munkákat arányosan ossza szét, vegye figyelembe különböző erejüket, munkabírásukat.

P é l d a a munkaműveletek átlagos energiaszükségletének becslésére

A munkaidőben végzett különböző tevékenységek átlagos energiaszükségletének becslésére az előbb bemutatott egyszerű, vagy az ugyancsak Spitzer-Hettinger által összeállított részletesebb szakmai táblázatok szolgálnak.

Az energiaszükséglet megállapításának módszere a következő:

- a/ A munkaműveletet műveletszakaszokra, esetleg műveletelemekre osztjuk,
- b/ stopperrel megmérjük az egyes műveletszakaszok végrehajtásának időszükségletét,
- c/ műveletszakaszonként összegezzük a vizsgálat időtartama alatt erre fordított időt,
- d/ a táblázatokból kikeressük az egyes műveletszakaszok elvégzéséhez szükséges fajlagos energia /kJ/perc/ értékét,
- e/ kiszámítjuk az egyes műveletszakaszok elvégzéséhez szükséges összes energiát /kJ-ban/,

f/ az idővel súlyozott átlagként képezzük a vizsgált művelet átlagos energiaigényét /kJ/perc/.

Példa

A vizsgált művelet: motorfűrészkes döntés, "A" helyszínen.

A vizsgálat időtartama: 100 perc

Az eltérő energiaigényű műveletszakaszok: motort előkészít, fához megy, motort indít, motort szerel, hajkot vág, várakozik, döntést végez, átáll, tankol, pihen.

A folyó- és részeitők mérése, valamint az energia-táblázatok alapján az alábbi formában végezzük el a számításokat:

A munkaművelet szakaszai, elemei	Időráfordítás /perc/	Energia-igénye /kJ/perc/	Összes energiaigény /kJ/
Motort előkészít	7,7	12,6	97,0
Fához megy	3,4	12,1	41,1
Motort indít, szerel	1,8	13,4	24,1
Hajkot vág	22,6	20,5	463,3
Várakozik	32,5	3,3	107,3
Döntést végez	13,9	20,5	285,0
Átáll	3,9	12,1	47,2
Tankol	6,2	12,6	78,1
Pihen	8,0	3,3	26,4
Összesen:	100,0	-	1169,5

Tehát:

$$\frac{1169,5 \text{ kJ}}{100 \text{ perc}} \approx 11,7 \text{ kJ/perc}$$

az adott munkahelyen és technológia mellett a motorfűrészkes döntés fajlagos energiaszükséglete.

Az Erdészeti normagyűjtemény táblázataiban található műszaki norma adatokban olyan pihenő-időarány szerepel, amelyik biztosítja, hogy a 8 órás műszak egy átlag percére jutó energaveszteség a 16,7 kJ/perc /4 kcal/perc/ értéket ne haladja meg.

A műszaki norma 100 %-os teljesítése tehát a dolgozók egészségét, fizikai állapotát nem veszélyezteti.

A fenti példában bemutatott részletes elemzésre tehát csak a normatáblázatoktól eltérő viszonyok között végzett munka esetén van szükség, illetve új géptípusok alkalmazásakor.

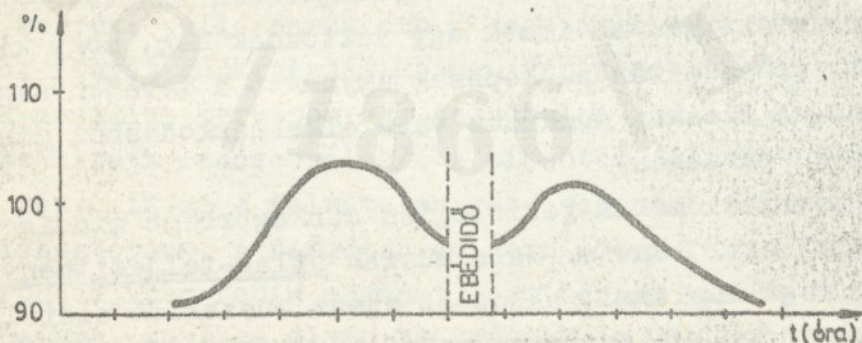
Hangsúlyozzuk, hogy a műveletek fajlagos energiaszükségletében az egyes munkahelyek között, az eltérő terepviszonyok eredményezik a legnagyobb különbséget, a járás-átállítás energiaszükségletének jelentős különbségei miatt.

Mivel egy-egy munkás műszakonként általában többféle munkaműveletben is dolgozik, az időtartamokkal súlyozott átlagos energiaszükséglet ad helyes tájékoztatást az egyes dolgozók napi fizikai igénybevételéről.

3.1.1.2. Munkateljesítményt befolyásoló időtényezők

Az ember műszakon belüli teljesítménye /az időegység alatt végzett munkája/ nem egyenletes. Ezt a jelenséget napi munkaritmusnak nevezzük és az ún. fiziológiás munkagörbével szoktuk ábrázolni /10. ábra/. Ez a munkaritmus összefügg a szervezet funkcióinak /elsősorban a vérkeringés és a légzés/ különböző fokon, de a nyugalmi állapotnak megfelelőnél magasabb szinten kialakuló egyensúlyi helyzetével.

A napi munka megkezdésekor a vérnyomás emelkedik, a légzés fokozódik, a munkás a munkát nehéznek érzi. Nagy igénybevétel esetén esetleg jelentkezik nála a sportban különösen jól



10. ábra. - Fiziológiás munkagörbe

ismert és nehézlégzéssel, légszomjjal járó ún. "holtpont" jelenség. A munkásnak az az érzése, hogy ezt a teljesítményt már nem lehet tovább tartani. Az idegrendszer ez alatt egy teljesítmény-növelő és egy teljesítmény-mérsékelő hatást fejt ki. A "holtpont" bekövetkezése után alig fél perccel megkönnyebbülés jelentkezik. Majd a dolgozó fokozatosan felveszi a normális munkatempót, "beáll a munkába." Fentiek következtében a munkaidő első 1/2 - 1 órájában a napi átlagos teljesítményhez képest mintegy 10-15 %-os teljesítménycsökkenés is előállhat.

Ez után a munkateljesítmény fokozatosan emelkedik, és a "napi csúcst" az étkezési szünet előtt mintegy fél-egy órával éri el. Ezután az étkezési szünetig csökken a teljesítmény, ami az elfáradásnak, az éhségnek és az étkezési szünetre való gondolásnak a következménye. Étkezési szünet után ismét egy rövidebb bedolgozási idő következik, majd újra emelkedik a teljesítmény a "délutáni csúcsig", mely azonban nem éri el az étkezési szünet előtti maximumot.

E kisebbik teljesítménycsúcs után a munkateljesítmény fokozatosan csökken a munkaidő végéig.

A fiziológiás munkagörbéből leolvasható összefüggések mellett még az alábbi szempontokat kell figyelembe venni a munkaszervezés során:

a/ A munka hosszabb időn át való végzése során az emberi szervezetben biológiai változások következnek be.

A nem tulzott igénybevételhez a szervezet alkalmazkodik.

A lassan kialakuló, tartós alkalmazkodást - edződésnek nevezzük. Az edződés alatt a munkavégzésben alapvetően érintett szervek, pl. az izmok úgy változnak meg, hogy kisebb energiafelhasználással képesek ugyanazt a tevékenységet végezni. A fizikai munkához való alkalmazkodáshoz mintegy 8-10 hét szükséges.

b/ A munkaszervezőnek a fiziológiás munkagörbére mindig tekintettel kell lennie. Ha a műszak átlag-teljesítményét akarja megállapítani, ahhoz az egész műszakidő alatti teljesítményt kell figyelembe vennie. Megfigyelések szerint az

emelkedő teljesítmény szakaszban kevesebb a baleset és fordítva. A műszak utáni túlórák teljesítménye igen alacsony, így annak alkalmazása nemcsak a munkás, hanem a munkáltató szempontjából is káros. A műszakidő rövidítése a műszak átlagteljesítményét növeli. Egyedi eltérések mindegyik tényezőnél előfordulnak.

c/ A műszak átlagteljesítményét a következő "időtényezők" is befolyásolják:

- a napon belül: általában a délelőtti műszakban a legnagyobb, az éjszakaiban a legkisebb az átlagteljesítmény;
- a héten belül: hétfőn és pénteken rendszerint kisebb, mint a hétközben;
- az éven belül: többnyire a tavaszi hónapban a legkisebb.

3.1.1.3. Elfáradás és pihenés

A hosszú időn át, kedvezőtlen körülmények között végzett, nehéz fizikai munkák során kialakul a fáradtság-érzet. Keletkezését főleg két okra vezethetjük vissza.

Egyrészt a működő izmokban felhalmozódnak a bomlástermékek; másrészt az idegrendszer sejtjei kimerülnek, s így az izmok nem kapnak elég erős ingereket. Az elfáradás lényegében védőgátlás, ami a túlzott kimerüléstől akarja megóvni a szervezetet. Ha a védőgátlás jelentkezését különféle szerekek /pl.: doppingszerek/ megakadályozzák, bekövetkezhet a teljes kimerülés, sőt a halál is. Az elfáradás tényét úgy lehet vizsgálni például, hogy a dolgozó ember testének jellemző pontjaira /fej, csukló, könyök, váll, derék stb./ zseblámpa-égőket szerelnek fel, azok fényét munkavégzés közben fényképezik, és pedig úgy, hogy sok mozdulat kerüljön egy felvételre /hosszu expozíciós idő, leszűkített lencsenyílás/. A pihenten dolgozó ember mozgásának fénycsikjai a felvételen közel egymásba esnek, önmagukba visszatérnek. A fáradtan dolgozó ember fénycsikjai szétszóródnak, nem fedik egymást, nem térnek vissza kiindulási pontjaikra, továbbá olyan testrészek is mozgást végeznek, melyek eredetileg nem vettek részt a munkamozgásban.

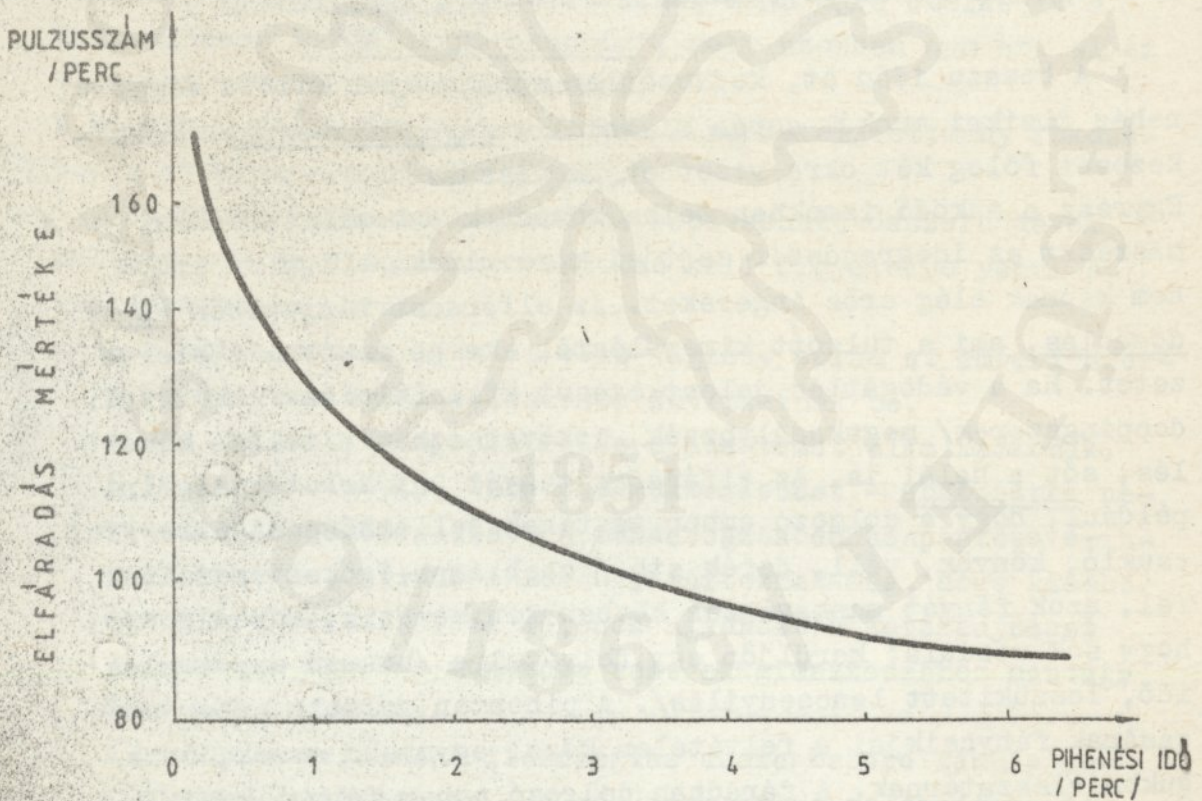
A fáradás következtében az érzékelés /látás, hallás, tapintás stb./ tompul, a figyelem-konzentrálási képesség lecsökken, megemelkedik a percenkénti érverések és légzések száma, nő a reakció idő és lecsökken a munkateljesítmény.

Fenti jelenségek mértékéből következtethet a munkaszervező a fáradtság mértékére. Megállapíthatja, hogy pihenten vagy fáradtan áll-e munkába a dolgozó, s a reakció-idő növekedése miatt milyen mértékben növekszik a baleseti veszély.

Ha a fáradt, a kifáradt ember abbahagyja a munkát és pihen, rohamosan csökken a vérnyomása, az érelkéseinek száma, a légzésszáma és hamarosan eléri a pihentség állapotát, az eredeti teljesítőképességét /11. ábra/.

A pihenéssel kapcsolatban három kérdéssel kell foglalkozzon a munkaszervező:

- mennyi ideig tartson a pihenési idő;



11. ábra. - A pihenési idő és a pulzusszám összefüggése

- mikor és hogyan iktassa be a pihenési időt;
- hogyan használtassa fel a pihenési időt.

a/ Amennyiben az igénybevétel az átlagosan megengedhető 16,7 kJ/perc értékénél több, s a műszakidőn belül nem biztosítható, hogy az ennél magasabb és alacsonyabb energiaszükségletű munkák váltsák egymást, akkor munkaközi pihenést kell biztosítani. A normába beépítendő pihenőidő nagyságát pedig a következő képletek segítségével számíthatjuk ki.

Dinamikus munka esetén a pihenési időpótlék százalék /a munkavégzési idő százalékában/:

$$P_p = \left(\frac{K_1 - K_0}{K_0 - K_2} \right) 100 \quad \text{‰}$$

ahol K_1 = a munkavégzés átlagpercére jutó tényleges energia-veszteség /kJ/

K_0 = a műszakidő átlagpercére fiziológiailag megengedett energiaveszteség /8 órás műszakra 16,7 kJ/

K_2 = a pihenőidő átlagpercére jutó energiaveszteség /3,3 kJ/.

Statikus munka esetén:

$$P_p = \left(\frac{F_1}{F_0 + 35} - 1 \right) 100 \quad \text{‰}$$

ahol F_1 = munkavégzés során a percenkénti átlagos pulzusszám

F_0 = nyugalmi állapotban a percenkénti átlagos pulzusszám, /a normális pulzusszám percenként 70/.

b/ A pihenési időt akkor kell a munkafolyamatba beiktatni, amikor a munkateljesítmény, illetve a szervezet teljesítőképesége tuljuttott a csúcson, mielőtt a fáradtság miatt csökkenni kezd. A tapasztalat szerint valamivel a műszak félideje után kell egy hosszabb /kb. 1/2 órás/, étkezési lehetőséggel egybekötött szünetet tartani.

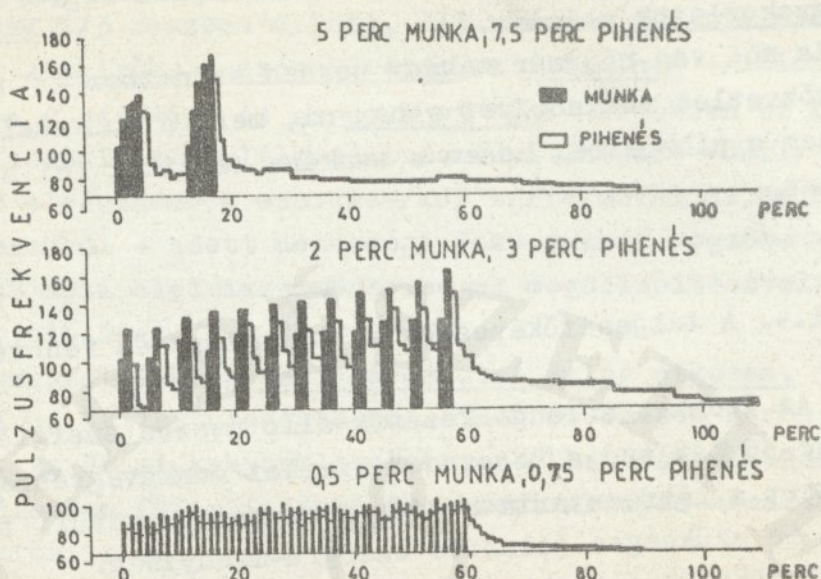
A pihenési pótidőt viszont célszerűbb több rövid szünetként beiktatni, mert az hasznosabb a szervezet és a teljesítmények szempontjából, mint a kevés és hosszú szünet. Egyes munkahelye-

ken, ahol az célszerű, a dolgozók valamennyien egyszerre - óránként 10 perces szünetet tartanak.

Különösen a nehéz fizikai munka esetében célszerű a rövid, de gyakori pihenőidők közbeiktatása. A problémakör jobb megértéséhez ismerkedjünk meg Müller és Karrasch kísérletével.

A kísérleti személyt kerékpár-ergométeren dolgoztatták. Az állványon rögzített kerékpár-ergométernek az a lényege, hogy a meghajtott kereket úgy lehet fékezni, hogy abból a teljesített munkát meg lehessen határozni. A kísérleti munkásnak többszörös ismétléssel 3 feladatot kellett megoldani. Mindhárom esetben másodpercenként 200 Nm / 200 J/ munkát kellett teljesítenie. A 3 feladat végrehajtása közben azonban eltérő volt a munka- és pihenő-szakaszok beosztása, azonban az arány azonos volt $2:3/$, két munkaidő-egységhez három pihenőidő-egység tartozott. A kísérletet úgy tervezték, hogy mindhárom feladat végrehajtásakor összesen 280 000 Nm legyen az óráteljesítmény. Az első feladat alkalmával folyamatosan 5 percig kellett dolgozni, amelyet 7,5 perces pihenő követett, majd ennek kellett ismétlődnie. A második feladatban a 2 perces munkaszakaszok után 3 perces pihenőszakaszok, a harmadikban 0,5 perces munkaszakaszok után 0,75 perces pihenőszakaszok következtek. A munka- és pihenőidő-arány hatását a pulzusszámmra és a végzett munkamennyiségre a 12. ábrán mutatjuk be.

Az eredmény nagyon meglepő volt. Az első feladatnál a munkát már a második 5 perces szakasz, tehát 120 000 Nm teljesítése után abba kellett hagyni, mert a kísérleti személy pulzusszáma elérte a fiziológiailag megengedhető felső határt, a 170-et. A 2 perces és a 0,5 perces munkaszakaszok esetében viszont teljesíteni lehetett a 280 000 Nm-es óráteljesítményt. A kétperces munkaszakaszok esetében azonban a munkaóra végére a pulzusszám elérte a 170-et, a 0,5 perces munkaszakaszok esetében viszont csak 100 körüli értéket mutatott, és a kísérleti személy úgy nyilatkozott, hogy ilyen munka-pihenőidő beosztással akár órákon keresztül képes lenne a munkát folytatni. A kísérlet tehát azt bizonyította, hogy nagy fizikai megterhelés esetében kedvezőbb, ha a rövidebb munkaszakaszokat rövid



12. ábra. - Kerékpár-ergométeres kísérlet eredménye

pihenőszakaszok követik. Ha azonban a percenkénti energiafogyasztás nem haladja meg 50 %-nál többel a 16,7 kJ értéket, a pihenési rendszer kialakításának kisebb a jelentősége.

c/ A pihenési időt alapvetően kétféleképpen lehet eltölteni. Passzívnak nevezzük azt a "pihenést", amikor a munkás fekvő, vagy ülő, nyugalmi helyzetben, mozdulatlanul tölti el a pihenőidőt. /Ennek legrosszabb válfaja, ha közben még dohányzik is./ Aktív pihenésnek nevezzük azt a pihenést, amikor a munkavégzés ideje alatt igénybevett izomcsoportokat viszonylag nyugalmi állapotban hagyjuk, de az előzőleg igénybe nem vett izomcsoportokat és az azokat irányító agykérgi területeket is foglalkoztatjuk.

Ilyenkor a foglalkoztatott izmoknak megfelelő agykérgi területek is működésbe lépnek. Az aktív pihenés ideje alatt igénybevett szervek gyorsabban és jobban kipihenik magukat. Szecszenov kísérletei során megállapította, hogy jobb kézzel végzett munka után fellépett fáradtság hamarabb megszűnt, ha a pihenés alatt a bal kéz foglalkoztatva volt. Különösen fontos, hogy a munkában elfoglalt test-

helyzettel ellentétes testhelyzetben végezzük a pihenést. Az aktív pihenés egyik bevált formája a megfelelő torna-gyakorlatok végzése.

Ha mód van rá, már néhány perces szünetben is célszerű a közvetlen munkahelyet elhagyni, mert a munkahely ingerei nem a pihenésre, hanem a munkára készítik fel a szervezetet.

3.1.1.4. A teljesítőképeség kihasználása és fenntartása

Az izomzat a rendelkezésre álló összes energiának mintegy 30-35 %át tudja "hasznos" fizikai munkavégzésre fordítani, mert a létfenntartáshoz és a munkaidőn kívüli tevékenységre is szükséges jelentős energia-mennyiség.

A fizikai teljesítőképeség általában 25-30 éves kor után csökken, de ezt a csökkenést igen jelentős mértékben ellensúlyozza az idősebb munkások munkatapasztalata, melynek segítségével könnyebben és célszerűbben képesek a munkát végezni. Ezért az idősebb munkások is képesek - fiziológiai teljesítőképeségük csökkenése ellenére - teljesértékű munka végzésére.

Az életműködéshez és a munkavégzéshez szükséges energiát a szervezet a sejtekben tárolt és energiaforrásként szereplő anyagok oxidációja /biológiai elégetése/ során nyeri. Az így lebontott anyagokat a táplálékkal kell pótolni.

Ha az energiatermelés céljára tárolt anyagok gyorsabban fogynak el, mint ahogy pótlódnak, akkor a szervezet tartalék anyagait is felhasználja, de a teljesítőképesége csökken. Ez a csökkenés nagyobb, mint az energia-forrás csökkenése, és az energiahasznosítás hatékonysága is kisebb.

Ha a lebontás mértéke tartósan nagyobb, mint a pótlásé, úgy a munkás lerogy, fizikai állapota leromlik, majd megbetegszik. A normális munkateljesítmény fenntartásában fontos szerepe van tehát a táplálkozásnak.

A táplálék legfontosabb elemei:

a fehérjék 1/3 részben állati, 2/3 részben növényi eredetű legyen/, a zsírok, a szénhidrátok, a vitaminok /különösen a B₁ és a C vitamin/ és az ásványi sók. Hazánkban az Országos Élelmezési és Táplálkozástudományi Intézet /OÉTI/ foglalkozik az élelmiszerek energia-/kJ/ tartalmával és az egyes élelmiszerekből - adott nehézségi fokú munkák végzése esetén - szükséges heti élelmiszer mennyiségek megállapításával. /Lásd.: 3. és 4. táblázat./.

Legmegfelelőbb a napi háromszori meleg étkezés. A húzamosabb időn át tartó egésznapos hideg élelmezés káros a szervezetre. Az üzemi konyhák élelmiszer-ellátását elsősorban a 4. táblázatban foglalt táplálékok napi arányos elosztásával kell biztosítani.

3.1.1.5. Egyéb munkaélettani kérdések

A fizikai munkát végzőket kisebb-nagyobb mértékben a környezet hatásaiból eredően is érik munkatevékenységüket és a balesetveszélyt befolyásoló hatások. A szabad ég alatt végzett tevékenységek során a levegő hőmérséklete, páratartalma, áramlása és az időjárási "fronthatás" a leglényegesebbek. Szabadban ákedvező léghőmérséklet 17-22°C között van. A szervezet a melegebb hőmérséklethez könnyebben alkalmazkodik, mint a hidegebbhez. A hidegben a hőleadás következtében a szervezet jelentős energiát használ fel a közel 37°C-u hőmérsékletének fenntartására. Az így felhasznált energiával csökken a munkás teljesítőképessége, illetve a tápanyagtartaléka. A hőmérsékletcsökkenés ellen mozgással, megfelelő ruházkodással és C vitamin tartalmú melegítő italok fogyasztásával lehet védekezni. Ha a szervezet hőtermelése nem tudja pótolni a hőveszteségeket, a test hőmérséklete fokozatosan lecsökken és 30°C körüli test-hőmérsékletnél az ember elveszíti az öntudatát.

A meleg ellen a szervezet hőleadással védekezik, melynek leghatásosabb módja a verejték-elpárolgatás. A szabad ég

3. táblázat. - Heti élelmiszerszükséglet a végzett munka függvényében /g-ban/

Munkakategória és napi ener- giaszükséglet	Kenyér	Liszt, dara	Tejter- mék	Hus- nemű	Szalón- na, zsír	Tojás	Burgo- nya	Zöld- ség félék	Hüve- lyes	Gyü- mölcs	Cu- kor
Ülő foglalko- zásuak 12.142 kJ/nap	2800	800	2100	910	350	150	1800	1800	180	1000	400
Középnehéz testi mun- kát végzők 14.654 kJ/nap	3500	900	2800	1100	450	200	2100	2100	200	1000	400
Nehéz testi munkát végzők 17.585 kJ/nap	3500	1300	2800	1400	700	200	2400	2400	250	1200	450
Igen nehéz testi munkát végzők 20.097 kJ/nap	4200	1500	2800	1500	850	200	3000	2400	300	1500	450

4. táblázat.-A táplálékok kilojoule-tartalma

A tápérték neve	kJ/100 g
Állati eredetű táplálékok:	
Borjúhús /sovány/	494
Sertéshús /sovány/	632
Tyúkhús	628
Sonka	1830
Marhahús /sovány/	515
Szalámi	2345
Tojás	678
Tej /tehén/	272
Vaj	3312
Növényi eredetű táplálékok:	
Burgonya főzve	402
Paraj	67
Zöldborsó	155
Káposzta	293
Paradicsom	84
Rozskenyér	1059
Rizs	942
Alma	247
Szilva	306
Bab /száraz/	1331
Lencse	1426

alatti munkavégzés során télen az 50 %-os, nyáron a 70 %-os relatív páratartalom a legkedvezőbb, 5-6 m/percenkénti légmozgást feltételezve. A páratartalom növekedése a nyáron végzett nehéz fizikai munka során a szervezet káros tulmelegedésére vezet. A hideg levegő mozgása növeli, a meleg levegő áramlása pedig csökkenti a test hőleadását.

Ha a levegő hőmérséklete - 15 C° alá csökken, célszerű a szabad ég alatt végzett tartós tevékenységet beszüntetni. Ilyenkor a melegebb ruházkodás csökkenti a mozgóképességet és

igy növeli a balesetveszélyt. Ilyen hidegben lehetőleg fedett, zárt helyen kell a munkaszervezőnek munkafeladatokat biztosítani, illetve bizonyos mértékig a káros hatást megfelelő, szélmentes melegedőhellyel lehet csökkenteni.

Zárt munkahelyeken a levegő összetétele, szennyezettsége lehet káros a dolgozókra. A fedett munkahelyeken lényeges kérdés a megfelelő megvilágítás. A megvilágítás, a szabad ég alatt végzett munkáknál, nappal általában nem okoz gondot. Éjszakai munkáknál /pl. rakodás/ azonban megfelelő világításról kell gondoskodni.

Az időjárásélettani /meteorológiai/ vizsgálatok során megállapították, hogy az időjárásváltozások minden emberre kedvezőtlenül hatnak. Az időjárásfrontok átvonulása, különösen a melegfronté, jelentősen lecsökkenti a munkateljesítményeket és a személyi tényezőkre visszavezethető balesetek számát növeli.

A munkaélettannal kapcsolatban elmondottak általában átlagértékeket tartalmaznak, az egyes embereknél ezek az értékek többé-kevésbé eltérhetnek, mert minden szervezet egyénileg válaszol az öt ért külső ingerekre. De egy és ugyanazon személy esetében is megfigyelhető, hogy a külső ingerekre hol érzékenyebb, hol kevésbé érzékeny. Ezért a munkaszervezőnek mindezekre figyelemmel kell lennie, különösen ha vizsgálódik, adatokat gyűjt, vagy ellenőriz.

A munkaéletten még számos más kérdéssel is foglalkozik. Ezeken tulmenő emberi problémákat tárgyal a munkapszichológia és a munkaszociológia. A munkapszichológiai ismereteket részletesen elemezte dr. Pintér Ferenc: Munkapszichológia és vezetéselmélet c. jegyzete. Itt most csak a munkaszervezés szempontjából lényeges kérdéseket foglaljuk röviden össze.

3.1.2. Munkalélektani alapismeretek

A munkalélektan /munkapszichológia/ a lélektan /pszichológia/ speciális alkalmazási területe. Feladata a munkával

kapcsolatban adódó lélektani problémáknak a kutatása és a problémák megoldásának gyakorlati alkalmazása, a munka termelékenységének növelése, a dolgozó ember védelme céljából.

A munkapszichológia széleskörű ismeretanyagából csak néhány, a fatermesztés területén általunk fontosabbnak tartott kérdésével kívánunk foglalkozni.

3.1.2.1. A munkára való előkészítés lélektani kérdései

A szocialista munkalélektan a legfontosabb termelőerőnek az emberi munkaerőt tekinti. A munka az emberre válás fontos tényezője, a társadalom legfontosabb igénye. A dolgozó embernek a társadalomban elfoglalt helyét és érdekeit tehát a végzett munkának kell megszabnia. Ezekből az alapelvekből az is következik, hogy az egyén számára méltó munkát csak olyan dolgozóktól lehet várni, akik munkakörüket hivatásként látják el. Hogy a dolgozó ember leendő munkakörében hivatására találhasson, ahhoz lélektanilag megalapozott pályaválasztással és szakmai oktatással hozzá kell segítenünk.

Az ember anatómiai, élettani és idegrendszeri sajátosságokkal, adottságokkal születik és ezekből az adottságokból a környezeti ráhatások következtében, az egyéni fejlődés során alakulnak ki képességei.

Az ember meghatározott munkára való alkalmassága szempontjából az adottságai alapvetőek, ugyanakkor az egyes munkakörök betöltésére leginkább alkalmassá képességei teszik. Az egyes foglalkozások, munkakörök a dolgozóval szemben különböző követelményeket támasztanak. A leendő munkás képességeinek és személyiségjegyeinek a munkakör követelményeivel való összevetése az alkalmasságvizsgálat. A vizsgálat során alkalmasnak bizonyult dolgozók közül kevesebb az elvándorló, munkakörükbe hamarabb betanulnak, kevesebb az ilyen munkások között a baleset, és nő az egy főre eső termelés mennyisége és minősége. Általános munkaerőhiány idején az alkalmasságvizsgálatot egyesek feleslegesnek tartják, pedig nem mindegy,

hogy a felvett dolgozót milyen munkakörbe állítjuk be, különösen, ha számára közömbös, hogy mit dolgozik, csak a keresete legyen jó. Egy ember a lehetséges munkakörök közül mindig valamelyikre a legalkalmasabb, s ott fog a vállalat, a népgazdaság számára a leghasznosabb lenni és a legtöbbet keresni.

3.1.2.2. A szakmai oktatás lélektana /munkapedagógia/

A szakmai oktatás nemcsak a szakmunkásképző intézetek feladata, hanem a munkást alkalmazó üzemeké is. A technika és a technológia gyorsan fejlődik, s az új eljárásmodok /munkamódszerek, technikai fogások, technológiai rend stb./ sikeres bevezetése csak az üzemi munka keretében végzett szakmai oktatás segítségével lehetséges.

A szakmai oktatás ismeretek megszerzéséből és készségek elsajátításából áll. Az ismeretek átadásánál két módszert egybefogva kell alkalmazni. Ha a betanítandó munkások pusztán szóbeli magyarázatot kapnak, lassabban megy a munka, több a szünet, a részletek feletti vitatkozás, utólagos javítás. Egyes munkafogásokat csak szóbeli magyarázat esetén alig lehet elképzelni. Viszont a szóbeli magyarázat segíti a munka minőségét. Ha a betanítandó munkások csak bemutatást kapnak, értékelő magyarázat nélkül, elég gyorsan megy a munka, valósággal léutánozzák a bemutatottakat, kevesebb a szünet, a fontolgatás, de gyakran előfordul, hogy nem tudják mit, s - főleg - miért kell csinálni. Sokszor a bemutatott munka lényeges elemei figyelmen kívül maradnak, s ezért kevésbé tökéletes a munka minősége. De ha a szóbeli értékelő magyarázatot és a gyakorlati alkalmazást együttesen alkalmazzák, éspedig úgy, hogy a megfelelő elméleti bevezetés után értékelő magyarázattal egybekötött gyakorlati bemutatást együttesen tartanak, az előbbi két betanítási módszernél gyorsabban megy a munka, a minőség alig hagy kifogásolni valót. A betanított munka végzésének első szakaszában többször viszsa kell térni a magyarázatban elhangzottakra és esetleg egyes

munkaelemeket újra be kell mutatni. Mindenesetre fontos, hogy a betanítandó munkás ismerje a munka célját, valamint a munkával szemben támasztott követelményeket. Csak így érhető el, hogy a munkás jól átgondolva, helyesen tervezze és szervezze meg a munkát, s képes legyen azt minőségileg ellenőrizni és egyéni módszerét tökéletesíteni.

A fentiekben ismertetettek egyaránt vonatkoznak új munkások betanítására és régi munkások új feladataira való előkészítésére.

3.1.2.5. Veszélyforrás veszélytudat, pánikállapot

A dolgozónak pontosan kell tudnia: a munkahely és a munkatevékenység mely elemei, milyen feltételek között lehetnek veszély forrásai. Ismernie kell továbbá, hogy e veszélyek elhárításának mik a konkrét módjai. Fenti ismeretek tudatosulását nevezzük veszélytudatnak. A dolgozónak értékelnie kell a veszélyforrást és a biztonsági szabályokat, intézkedéseket. Igen fontos, hogy a dolgozók ne becsüljék le a veszélyforrásokat, sem a biztonsági intézkedések hatásosságát; de ugyanakkor tulbecsülniük sem szabad ezeket. Mindkét szélső eset - különösen a begyakorlási szakasz utáni időben - gyakran vezet balesetekre.

A dolgozók több-kevesebb figyelemmel végzik munkájukat. A 8 órán át tartó feszült figyelem senkitől sem várható el. Az adott munkára azonban mindig annyi figyelmet kell fordítani, ami lehetővé teszi - szükség esetén - a cselekvés tudatos módosítását. A munkásnak tehát - már a betanulás során - meg kell ismernie, hogy a munka mely szakaszában van szükség maximális figyelem-összpontosításra, s mikor lehet megengedni egy viszonylagos kikapcsolódást. A munkásnak gazdálkodnia kell saját figyelemképességével.

Egyes lélektani tényezők hosszabb, vagy rövidebb időre növelhetik a veszélyeztetettséget. Ilyen tényezők lehetnek a gyakorlatlanság tudata, a tulzott magabiztosságból eredő vi-

gyázatlanság, az elfáradás, a rendkívüli hatások következtében beálló ideg- és lelkiállapotok stb. Ilyen esetekben különösen szükség van az önuralomra, önfegyelemre, vagyis az adott helyzetre helyesen kialakított veszélytudatra. A dolgozó akkor válik vigyázatlanná, ha nem figyel kellően a munkájára és környezetére; ha mozgásában nem alkalmazkodik a munkakörülmények szabta követelményekhez /ul gyorsan vagy túl lassan mozog/, és ha bármilyen okból kifolyólag elmulasztja a biztonsági előírások alkalmazását, az előírt védőberendezések és védőeszközök használatát.

Ha a dolgozó figyelme egy rövid időre elterelődik a munkáról, és e rövid idő alatt a munkában megváltozik, veszélyessé válik a helyzet, ez meglepetésszerűen hat, s rendszerint bekövetkezik egy sajátos lelkiállapot, melyet "pánik"-nak nevezünk.

Pánikállapotban, a meglepetés okozta érzelmi feszültség következtében, a munkás gondolkodása "kihagy" és vaktában cselekszik, elhibázott mozdulatot tesz, amit gyakran követ baleset.

A balesetek elkerülése érdekében újra és újra tudatosítani kell a veszélyforrásokat, meglétét és elhárítási módjukat, fenn kell tartani a helyesen kialakított veszélytudatot. Olyan légkört kell kialakítani, melyben a dolgozók itélik el a vigyázatlanokat, a hősködőket és a fegyelmezetleneket. A vigyázatlanságból eredő veszélyhelyzetek kiküszöbölésében döntő szerepe van a munkáskollektiva felelősségérzetének.

3.1.2.4. Egyéb munkalélektani kérdések

Az emberi szervezet nem egyformán reagál a környezetében előforduló színekre. Egyes színeknek figyelemkeltő, hangulatbefolyásoló, hideg-meleg érzetet keltő, nyugtató stb. hatása van. A színek e hatásmechanizmusának felismerése és tudatos alkalmazása: a szindinamika. A figyelemkeltő színeknek a veszélyes gépekre, géprészekre, munkahelyi egyes ele-

mekre való festésével /vörös, fekete-sárga kombináció/ nemcsak a figyelmet mozgósítjuk, hanem a figyelemfelkeltés következtében felelevenedik a dolgozóban a megjelölt elemmel kapcsolatos ismerete is, aktivizálódik a helyesen kialakított veszélytudat.

Különösen nagy veszélyforrást jelent saját magára és munkatársaira az alkoholos befolyásoltsági állapotban lévő dolgozó. A napokra és órákra kidolgozott baleseti statisztikák bizonyítják, hogy a hétfégi italozásnak a hétfői baleseti szám növekedésében nagy szerepe van. A délelőtti előforduló balesetek pedig legtöbbször a munkakezdést megelőzően fogyasztott, rendszerint tömény alkoholtartalmu italok hatásának következményei.

Az alkoholfogyasztás hatására ugyanis megnő a reflex-idő, megnő az önbizalom, a kockáztató-készség, csökken a figyelemkészség stb., vagyis igen megnövekszik a veszélyeztetettség. Ha pedig veszélyhelyzet áll elő, szinte szükségszerűen bekövetkezik a pánikállapot és a téves cselekvés. Különösen káros az alkoholos italoknak éhgyomorra való fogyasztása, mert ilyenkor a fent ismertetett hatás fokozott mértékben következik be. Az alkoholos befolyásoltság állapotában való munkába állás ellen alkoholszondás szűrővizsgálatokkal és szigorú fegyelmi intézkedésekkel kell védekeznünk.

A növekvő termelékenységi, javuló minőségű munka hajtóereje a sikeresen végzett munkával járó munkaöröm. Ez azonban csak akkor következik be, ha a sikeres munkásban van hivatásérzet, munkakörülményei kellemesek és korszerűek, a vezetők igazságos erkölcsi és anyagi elismeréssel jutalmazzák a munkasikert elérőket. Igen helyes, hogy nap-mint-nap észrevegység a vezetők a jól dolgozókat, és megállapításukat közölik is azonnal a munkással, vagy brigáddal. Ezek a ténymegállapítások képezik az alapját az időközönként lehetséges anyagi elismerésnek, melynek a kollektiva előtti átadásakor feltétlen hivatkozni kell a korábbi, sokszori megállapításokra. Hasonló szellemben kell eljárni a munka során tapasztalt hiányosságokkal kapcsolatban is, s ha írásos fegyelmező intézkedések váltak szükségessé, azt szintén tudomására kell hozni a kollektívának is.

3.1.3. Munkaszociológiai alapismeretek

Az ember társas lény, minden ember bizonyos embercsoporthoz tartozik, mégpedig egyéni sajátosságaitól és a környezeti lehetőségektől függően egyidejűleg egy vagy több csoporthoz. Az emberek "a csoportosulások szinte végtelen szövődékében élnek." Így pl. egy fakitermelő munkás tagja egy brigádnak, de ugyanakkor tagja lehet egy szakszervezeti bizalmi csoportnak, egy pártbizalmi csoportnak, egy sportegyesületnek stb. Egyidejűleg ez a munkás, mint a fakitermelő brigád tagja, hozzá tartozik egy üzemhez, ezen keresztül egy vállalatához. De hozzá tartozik ez a munkás egy családhoz is - szűkebb és tágabb értelemben -, egy népcsoporthoz, egy nemzethez stb. Kapcsolódhat egy szorosabb baráti körhöz, vagy lakóhelyén szükségszerűen tagja egy lakócsoportnak /szomszédságnak/. Így ez az egyetlen munkás sok csoporthoz tartozván, hatása alá kerül - a munkából adódó brigád- vagy munkahelyi hatásokon kívül - az egyéb csoportok befolyásának is. Mindezek a hatások együttesen /a társadalmi viszonyok összességében/ tükröződnek pl. a munkás tudatában. Ennek az összhatásnak a kérdéseit elsősorban a brigád, a munkaszervezeti egység viszonylatában kell vizsgálnunk.

A munkaszervezeti egységekkel kapcsolatban alapvető célkitűzésünk, hogy a rájuk bízott feladatokat eredményesen teljesítsék. Ennek érdekében velük, mint egységgel kell foglalkoznunk, tehát elsősorban azon kell legyünk, hogy a brigádot összetartó erők, az egységes, összehangolt cselekvést lehetővé tevő képességek fejlődjenek. A még jól együttműködő közösség létszámának felső határát 16 főben állapították meg a szociológusok. Ennél nagyobb létszámú egységet vezetni, összetartani eredményesen nem lehet. Minden brigádtag a saját egyéniségével kerül be a munkaszervezeti egységbe, s az együttműködés, együttélés során ezekből az egyéniségekből kölcsönhatás révén alakul ki a közös szemlélet, magatartási forma, munkastilus, értékelési szempont.

A közösségen belül az egymásrahatás döntő tényezője a személyiségek jellegzetessége. A közösségben az egyik egyén a másikkal fenntartás nélkül egyetérthet, de akár ellenszenves is lehet számára a másik, és a két véglet között számtalan átmenet lehetséges. Lehetnek olyan brigádtagok, akik valamennyi társuk bizalmát birják, ezek véleményét kéri ki, ezek az ún. hangadók. Szerencsés eset, ha a brigádvezető valamennyi brigádtag bizalmát bírja, és korlátlanul elfogadják vezetőjüknek. Nem baj, ha más személy a brigádon belüli hangadó, de ennek véleménye, állásfoglalása legyen pozitív, vigye előbbre a brigádot a fejlődés útján és segítse a brigádvezetőt. Ha nem így alakulna a helyzet, úgy könnyen "ket-tős vezetés" alá kerülne a brigád, mely egyaránt káros magára a munkaszervezeti egységre és a nagyobb közösségre is.

A brigádra jellemző a csoport-/brigád/öntudat. Ez az öntudat egymás munkájának és magánéletének /családi helyzetének/ alapos megismerésén, a konkrét munkakapcsolatokon, emberi kapcsolatokon, az együvé tartozáson épül fel és bizonyos védettség, biztonság érzetét kelti a munkaszervezeti egység tagjaiban. Az ilyen brigádokban közösen alakítanak ki véleményt munkájukkal és egyéb kérdésekkel kapcsolatban. Figyelemmel kísérik a hasonló munkaszervezeti egységeket, azok keresetének alakulását, munkateljesítményét, munkafeltételeiket, munkakörülményeiket, munkamódszereiket stb. A megfigyelés módot ad a saját egységgel való összevetésre, aminek következménye - a hozzáállástól s a kialakított véleménytől függően - vagy az együttműködés, a segítségnyújtás, vagy a segítségkérés, de lehet káros versengés és egymás kicsufolása is. Hogy e két ellentétes irányzat közül melyik fog egy brigádon belül jellemzővé vagy uralkodóvá válni, a brigádtagok egyéniségén kívül elsősorban a brigádvezető, sőt az üzemvezetés nevelő tevékenységétől, gyakran az előtűk álló példaktól függ.

A jellemzően pozitív hozzáállású, könnyen kezelhető és jól irányítható munkaszervezeti egységek kialakításának alapvető elve, hogy az egység tagjait ne külső kényszer, uta-

sítást toborozza össze, hanem spontán baráti, rokoni szálak és egyéb kapcsolatok alakítsák ki. Egymást ismerő és megbecsülő emberek maguk választott brigádvezetővel rövid idő alatt cselekvőképes brigádot hoznak létre.

Az előírt technológiának, munkamódszernek, munkafogásoknak a betanítása sokkal eredményesebb, ha ezeket nem csak utasításban írjuk elő, hanem szakmai verseny feltételeként is. A versenyzésre való felkészülés és a verseny jobban elősegítik a jó minőségű és magas teljesítményű munkavégzést, mint csak az utasítás végrehajtásának ellenőrzése.

3.2. A munkaszervezés vizsgálati módszerei

A szervezés megkezdése előtt nemcsak a célt, hanem az ahhoz vezető utat is bizonyos mértékig ismerni kell. A szervező személy előrelátása, szakmai felkészültsége szerepet játszik a lehetőségek reális felmérésében, az objektív tényezők figyelembevételében. A tervezés során a feladatra vonatkozó tudásanyagot egyedi, önálló munkával hasznosítja.

A pontosan körvonalazott, meghatározott célú feladat megoldása megfelelő mennyiségű és értékű információt kíván. Az információk kritikai értékelése növeli a szervezési munka realitását. A munkaszervezői tevékenység tehát olyan adatok összegyűjtését teszi szükségessé, amelyek az objektív valóság kifejezői, és tartalmazzák a szóban forgó jelenségek, folyamatok összefüggéseit, törvényszerűségeit.

A munkaszervezés a munkavégzés lefolyását, az arra hatást gyakorló tényezőket, azok hatásmechanizmusát, nagyságrendjét vizsgálja abból a célból, hogy a feltárt törvényszerűségek ismeretében az emberi munkavégzést eredményesebbé, gazdaságosabbá, tehát termelékenyebbé tegye.

Vizsgálati módszereink megválasztásában akkor járunk el helyesen, ha mindenkor az erdőgazdasági termelési folyamatok sajátosságaiból indulunk ki, és az elemzés, értékelés során feltárt összefüggéseket mindig szem előtt tartjuk.

A munkaszervezéssel kapcsolatos elemzések során az időnek kitüntetett szerepe van, hiszen nemcsak az időráfordítás nagyságát, de a termelékenységet, önköltséget stb. is meghatározza.

Az idő minden folyamatnak, cselekvésnek alapvető paramétere. Egy tevékenység végrehajtásához szükséges időértékek meghatározása céltudatos szervezői tevékenység. A vizsgálatok és elemzések szükségessé teszik az eltérő munkaidőfelhasználások csoportosítását.

A csoportosítás rendszerei közül a szocialista országok 1962. évi gundorf-i munkaértekezletén elfogadott felosztást ismeretjük /5. táblázat/.

5. táblázat. - Mért idő /munkanap, műszak, tevékenységrendszer/ strukturája

Az időelemek megnevezése és jele		
Norma idő	Előkészületi és befejezési idő T_6	Tényleges előkészület T_{61}
		Munkahelyre/-ről/ uti idő T_{62}
	Alapidő T_{o2}	Főidő T_1
		Mellékidő T_2
	Munkahelyi kiszolgálási idő T_3	Szervezési T_{31}
		Műszaki T_{32}
Veszteség idő	Munkástól függő munkamegszakítás T_5	Pihenési és személyi-szükségleti idő T_{51}
		Munkafegyelmet sértő T_{52}
	Munkástól nem függő T_4	Szervezési T_{41}
		Műszaki T_{42}
	Egyéb T_7	

Példák: az egyes időelemekre:

- T_1 - főidő /pl. a traktor közelit/
- T_2 - mellékidő /a traktor üresen megy az új rakományért/
- T_{31} - munkahely kiszolgálási idő szervezési okból
/a munkával kapcsolatos utasítások átvétele stb./
- T_{32} - munkahely-kiszolgálási idő műszaki okból /pl. aprító-
gép késcseréje/
- T_{41} - munkástól független szervezési veszteségidő /a közeli-
tő traktor számára még nincs felkapcsolható szálfá a
vágásterületen/
- T_{42} - munkástól független műszaki veszteségidő /nem a mun-
kás hibájából adódó gép-meghibásodás/
- T_{51} - az elfáradás és a személyi szükségletek okozta munka-
megszakítás /a munka elvégzéséhez szükséges ez az idő/
- T_{52} - a munkafegyelem megsértését jelenti
/minden esetben veszteségidőnek számít/
- T_6 - a munkatevékenység előkészítésére és befejezésére fel-
használt idő /lehet munkafolyamatnál, de lehet munka-
folyamaton belül, munkaműveletnél is/.
A szorosan vett előkészületi és befejezési idő a T_{61}
/pl. előveszi a szerszámokat/.
A T_{62} munkára menet /kivonulás/, illetve visszatérés
/pl. kimegy a vágásterületre/.
- T_7 - egyéb veszteségidő /vis major/ - előre nem látott
kényszerítő körülmény /pl. eső/.

Már a munkaidő-szerkezet egyszerű kimutatása is szerve-
zési, technológiai ésszerűsítésekre vezethet. Például tisztí-
tásokban, törzskiválasztó gyéritésekben a döntő/pár/ tevé-
kenységében igen nagy arányban jelentkezik a fennakadt fák
lehúzására fordított idő, különösen soros telepítésű fenyő
állományokban. Norvégiában egy újszerű gyéritési technológiá-
val ezt úgy küszöbölték ki, hogy tudatosan és mindig fára
döntöttek, és a ferdén álló fák törészére kapcsolták fel a
közelítő traktor csókereit. Ezt követően, a rakomány be-
csörlőzésénél a fák lehúzése gépi erővel, idővesztés nélkül
történt.

3.2.1. A munkafolyamat regisztrálása munkanap_felvétellel

A konkrét munkafolyamat végrehajtása pontosan és számszerűen munkanap felvétellel fejezhető ki. E jegyzet keretében a munkanapfelvételt és a vele kapcsolatos ismereteket főleg a munkaszervezés szemszögéből vázoljuk, elsősorban olyan eszköznek tekintve, amellyel a munka szervezettségét, illetve kevésbé szervezett voltát ki tudjuk mutatni. A munkaszervező kezében ez az eljárás nagyon hasznos, mivel több célt is szolgál:

- a/ regisztrálható a munka lefolyása,
- b/ feltárhatók a munkavégzés során előforduló szervezési és egyéb hiányosságok,
- c/ ellenőrizhető a munkaszervezéssel kapcsolatos intézkedések helyessége,
- d/ megállapítható az egyes munkások energia-igénybevételeinek mértéke stb.

A munkanapfelvételt két módszer szerint végezhetjük el:

- a/ Folyamatos vagy teljes munkanapfelvétellel
- b/ Mintavételes /multimoment/ munkanapfelvétellel.

3.2.1.1. Folyamatos munkanapfelvétel

A folyamatos munkanapfelvétel alkalmazása esetén az egész munkanapon át kell végezni a vizsgálatot, és a munkanap minden különböző időfelhasználását rögzítjük. A munkanapfelvétel elkészítését három részre oszthatjuk:

- a/ munkanapfelvétel előkészítése
- b/ munkanapfelvétel végrehajtása
- c/ adatok értékelése, javaslatok adása.

a/ A munkanapfelvétel előkészítése során mindenképp előtte a felvételt végző személy kiválasztása fontos. Ezzel a feladattal olyan dolgozót kell megbizni, aki a felvétel tárgyát képező munkát jól ismeri, a munkakörülményeket szakmai szempontból is képes értékelni.

A munkanapfelvételek előkészítéséhez tartozik a szükséges felvételi lapok megszerkesztése. Ezeket a helyi körülményeknek és a felvétel céljainak megfelelően kell összeállítani. A felvételi lap szerepe az, hogy a megfigyelt munkanap folyamán a különböző időfelhasználások időértékeit feljegyezzük. Megszerkesztésénél célszerű úgy eljárni, hogy már a felvétel során lehetséges legyen a mért idők előzetes csoportosítása is. Más-más felvételi lapot célszerű alkalmazni akkor, ha egy munkás munkáját regisztráljuk, mást, ha több munkás azonos munkáját, megint mást, ha több munkás egyidejű különböző munkáját kívánjuk megfigyelni.

Az előkészítő munkához tartozik még az, hogy a munkahe-lyen működő dolgozókat tájékoztassuk a felvétel céljáról, módjáról.

b/ A munkanapfelvétel végrehajtása lényegében az előre meghatározott munkarészek, illetve az ezekre fordított idő-
adatok regisztrálásából áll.

c/ A felvételek értékelése a következő feladatok elvégzését igényli.

Megállapítjuk az egyes időfelhasználások időtartamát, majd a kívánt célnak megfelelően csoportosítjuk és összegezzük az időfelhasználások adatait. Ilyen előkészítés után elkészítjük a megfigyelt munkanap /vagy munkanapok/ tényleges mérlegét. A tényleges munkamérleg megmutatja, hogy az egyes időfelhasználások $/T_1/$ a munkanapon belül milyen értékkel és milyen százalékos mértékben jelentkeznek. Ezután a felvételi lapok nagyon alapos tanulmányozása révén történik meg a felvételek tényleges értékelése. Megállapítjuk azokat az okokat, amelyek a vizsgált időszakban időkiesésekre vezettek, megvizsgáljuk azokat a lehetőségeket, amelyekkel a veszteségidők okai megszüntethetők stb. Az értékelést jelentősen megkönnyíti az, ha a felvételi lapok minél több, a munkavégzésre vonatkozó szakszerű tájékoztató megjegyzést tartalmaznak.

Indokolt kidolgozni a munkaidő normál mérlegét is. Ebbe azt a munkaidőmegosztást és időfelhasználást építjük be, amely akkor várható, ha a feltárt hiányosságokat kiküszöböljük.

A munkanapfelvétel e módszere nem tér ki a munkavégzés módjára és annak technikájára, ezért csak közvetett módon lehet azokat is elemezni.

A munkaidőmérlegek segítségével értékelhető a hasznos idő és megállapíthatók a veszteségidők, s a veszteségidők megszüntetésével a munkatermelékenység-növekedés várható mértéke, illetve a racionalizálás várható eredményessége:

Műszaki intézkedésekkel biztosítható termelékenység növekedés:

$$Y_1 \% = \frac{T_4 \cdot 100}{T_6 + T_1 + T_2 + T_3 + T_{51} \text{ normál}}$$

Munkástól függő veszteségidők kiküszöbölésével elérhető termelékenység növekedés:

$$Y_2 \% = \frac{(T_{52} + T_{51} \text{ tényl.} - T_{51} \text{ normál}) \cdot 100}{T_6 + T_1 + T_2 + T_3 + T_{51} \text{ normál}}$$

A racionalizálhatóság mértéke tehát:

$$Y \% = Y_1 \% + Y_2 \%$$

3.2.1.2. Mintavételes /multimoment/ munkanapfelvétel

Az előzőekben tárgyalt folyamatos munkanapfelvétel viszonylag lassu. Ezért más módszert, az un. mintavételes eljárást fejlesztették ki, amelyet 1934-ben L.H.C.Tippet dolgozott ki. A mintavételes eljárás a valószínűségszámítás elvén alapuló módszer. Alkalmazása során meghatározott időközönként - minél nagyobb számban - pillanatfelvételt készítünk a megfigyelt területről, azaz rögzítjük a megfigyelés pillanatában folyó tevékenységet és meghatározzuk, hogy a különböző történések a megfigyelések milyen hányadánál fordultak elő.

A módszer előnyei:

- aránylag rövid idő alatt lefolytatható,

- nagy terület megfigyelésére kevés felvevő elegendő,
- a felvétel viszonylag olcsó,
- az átlagos helyzetre jellemző képet ad.

Ez az eljárás norma készítéséhez nem javasolható, első-sorban a munkanap összetevőinek vizsgálatára, a veszteségidők megállapítására, tehát munkaszervezési célokra használható előnyösen.

A mintavételes munkanapfelvétel alkalmazásával kapcsolatban - a megkívánt pontosságtól függően - nagyon lényeges megállapítanunk azt, hogy hány mérést, felvételt kell ismételtelen elvégezni. Ezt az alábbi képlettel lehet meghatározni:

$$N = \frac{4/1-p/}{S^2 \cdot p}, \quad \text{ahol}$$

N = a szükséges megfigyelések száma

p = a vizsgált időfelhasználás /pl. veszteségidő, pihenőidő stb./ mért aránya. /Ez az érték a képletben tizedekben szerepel, ha a veszteségidő 25 %, akkor ez 0,25 nagyságrendben jelentkezik/

S = a kívánt pontosság százalékban. /Kifejezi azt, hogy a felvétel alapján megállapított értékek milyen mértékben térhetnek el a valóságtól - 10 %-os valószínűségi szinten./

A fenti képlet alkalmazhatósága szükségessé teszi a "p" körülbelüli értékének előzetes meghatározását, becslését. Természetesen a felvételek közben is célszerű a "p" érték változását figyelemmel kísérni, és így szükség szerint munka közben módosítható az "N" értéke.

A mintavételes munkanapfelvételi eljárás lebonyolítása és értékelése a folyamatos felvételnél tárgyaltakhoz hasonlóan történik.

A módszer pontossága attól függ, hogy hányszor kerül sor - egységnyi időn belül - az egyes tevékenységfélésegekre.

3.2.2. A gépek és eszközök értékelése

A gépek és eszközök munkaökonómiai értékeléséhez szükséges vizsgálatokat a munkaidőfelvétel módszerei segítségével végezzük. A munkaidő szerkezeti bontására azonban az üzemnap strukturájának részeit használjuk /6. táblázat/.

6. táblázat. - Az üzemnap strukturája

Az időelemek megnevezése és jele		
Főidő TG 1 /alapidő/		
Mellékidő TG 2	Üresjárat TG 21	Fordulási idő TG 211
		Egyéb üresjárat TG 212
	Technológiai kiszolgálás TG 22	Felrakás, feltöltés TG 221
		Ürités TG 222
Műszaki ki- szolgálás ideje TG 3	Karbantartási idő TG 31	Átkapcsolás TG 223
		Napi karbantartás TG 311
	Előkészület és befejező idő TG 32	Időszakos karbantart. TG 312
		Átállítás szállítási helyzetbe TG 321
		Gép fel- és lekapcsolása TG 322
		Üza.felvétel, bemelegítés TG 323
		Gépbeállítás, átszerelés TG 324
Technológiai és műszaki hibaelhárítás TG 4	Technológiai hibaelhárítás TG 41	
	Gépjavítás TG 42	Gépjavítás munkahelyen TG 421
		Gépjavítás műhelyben TG 422

6. táblázat folytatása.

Egyéb idővesztések TG 5	Személyi szükségleti idő TG 51
	Utazási, szállítási idő TG 52
	Kapcsolódó gép miatti időkiesés TG 53
	Szervezési okok miatti állásidő TG 54
	Meteorológiai okok miatti időkiesés TG 55

Egyéb, összevont időelemek:

$$\text{Termelési idő TG 01} = \text{TG 1} + \text{TG 2}$$

$$\text{A gép termelési munkaideje TG 02} = \text{TG 1} + \text{TG 2} + \text{TG 3} + \text{TG 4}$$

$$\text{Összes munkaidő TG 03} = \text{TG 1} + \text{TG 2} + \text{TG 3} + \text{TG 4} + \text{TG 5}$$

A gépek minősítése és értékelése a munkaidőfelhasználás és a teljesítménymutatók segítségével történhet.

Munkaidőfelhasználás elemzéséhez használható mutatók:

$$\text{Termelési idő-kihasználás} = \frac{\text{TG 1}}{\text{TG 1} + \text{TG 2}} = \frac{\text{TG 1}}{\text{TG 01}}$$

$$\text{Technikai idő-kihasználás} = \frac{\text{TG 1}}{\text{TG 1} + \text{TG 2} + \text{TG 3} - \text{TG 32} - \text{TG 321} + \text{TG 4}}$$

$$\text{Az összes és a termelési idő aránya} = \frac{\text{TG 1} + \text{TG 2}}{\text{TG 1} + \text{TG 2} + \text{TG 3} + \text{TG 4} + \text{TG 5}} = \frac{\text{TG 01}}{\text{TG 03}}$$

/A gépkivétel% - P értéke - ennek 100-szorosa./

$$\text{Technológiai megbízhatóság} = \frac{\text{TG 1}}{\text{TG 1} + \text{TG 41}}$$

$$\text{Műszaki megbízhatóság} = \frac{\text{TG 1}}{\text{TG 1} + \text{TG 42}}$$

$$\text{Megbízhatóság} = \frac{\text{TG 1}}{\text{TG 1} + \text{TG 4}}$$

Teljesítmény mutatók

Az elvégzett munkát /Q/ mindig természetes mértékegységben /m³, ha, t, kg, l stb./ fejezzük ki.

$$\text{Teljesítmény a főidő alatt} = \frac{Q}{TG\ 1}$$

$$\text{Teljesítmény a produktív-
idő alatt} = \frac{Q}{TG\ 1 + TG\ 2}$$

$$\text{Teljesítmény az összes
munkaidő /műszakidő/ alatt} = \frac{Q}{TG\ 1 + TG\ 2 + TG\ 3 + TG\ 4 + TG\ 5}$$

Az említetteken kívül még a beruházási igény, a műveleti költség, a beruházás megtérülése, az üzemanyagfelhasználás mutatója, az összes energiafelhasználás mutatója, a naponkénti erő- és munkagépszükséglet megállapítása szolgálhatja a gépek és gépsorok ökonómiai értékelését.

3.2.3. Munkaműveletek időráfordítása

A munkaműveletek fajlagos időszükségletének meghatározására, időnormák számítására a gyakorlati szervező munkában az alábbi módszerek állnak rendelkezésre:

- durva becslés;
- analitikus becslés;
- összehasonlítás;
- statisztikai normakészítés;
- globális időmérés;
- analitikus időmérés;
- szintetikus időmérés;
- számítás műszaki adatokból;
- szintetizálás normaalapokból;
- mozdulatelemzés stb.

A következő fejezetekben a megbízható eredményeket szolgáltató legfontosabb módszerek alkalmazását ismertetjük.

3.2.3.1. Munkaműveletek analitikus vizsgálata

A munkanapfelvétel nem elemzi a műveletek szerkezetét, a műveletek sorrendjét és nem foglalkozik a műveleten belüli tartalékok feltárásával.

Az ismertetésre kerülő módszerrel - amennyiben szükséges - akár az egész munkafolyamatban, vagy csak a célnak megfelelő részben analizálhatjuk a munkaműveleteket. A műveletek analitikus vizsgálata a következő szakaszokból áll:

- vizsgálatok előkészítése,
- az időmérés,
- a feldolgozás.

Az előkészítésnél részletekbe menően szükséges rögzíteni a vizsgált tevékenység munkakörülményeit és feltételrendszerét.

Pontos már az előkészítés során a műveletek elemekre bontása. Az egyes műveletelemek elhatárolásában a határok pontos megjelölésére nagy gondot kell fordítani. Jelentős a műveletelemek sorrendjének rögzítése is, ez ugyanis a munkavégzés módszeréről adhat tájékoztatást.

Az időmérésnél, az egyes műveletelemek elvégzésére fordított időérték megállapításához szükségeszerű a mérések számát előre meghatározni.

Minél kisebb a műveletelem időtartama, annál több mérés szükséges. A mérések számának megállapításához a következő irányszámok szolgálnak tájékoztatóul:

A műveletelem időtartama /perc/	A szükséges mérések száma /db/
0- 2	15-30
2-10	10-15
10-40	7-10
40-60	3- 5

A szükséges minta elemszámának szabatos meghatározása - előzetes felvételek kiértékelésével - a matematikai statisztikai szakirodalomban megtalálható képletekkel történik /lásd: dr.Sváb János könyvét az irodalomjegyzékben!/.

Az időfelvételek értékelése, az átlagidők meghatározása

Megfelelő átlagszámítási módszerekkel lehet és kell megállapítani a munkaidő-felhasználásokra jellemző értékeket.

a/ A felvételi adatok szóródásának vizsgálata.

A felvételi adatok szóródását azért is szükséges elemezni, mivel feltárhatók a felvételek során esetleg elkövetett durvább hibák, illetve meghatározható a felvett értékek azon köre, amelyet a további számításainknál alapul vehetünk. A szóródást a felvett értékek gyakoriság-eloszlásának segítségével vizsgáljuk.

A gyakoriságeloszlást a legtöbb felvételnél akkor tekinthetjük normálisnak, ha a mért idők határozottan tömörülnek egy érték körül. A rendellenes képet mutató gyakoriságelosztás esetén vagy nincs megfelelő számú mérésünk, vagy hibás volt a felvételezés.

b/ Az átlagidő meghatározása

Meghatározása a középértékszámítás valamelyik módszerével lehetséges.

Igy pl. - a számtani átlag,

- a medián /középső érték/,

- a módusz /leggyakoribb érték/,

- a leggyakoribb érték környezete jöhet szóba átlag-időként.

Vonatkozási alapok az időmérésnél

Az elemzésnél állandó és változó elemeket különböztethetünk meg:

Állandó elemek azok, amelyek időtartama meghatározott adottságok mellett állandónak tekinthető. Elméletileg állandó időtartamu elem tulajdonképpen nincs, a gyakorlatban viszont annak lehet tekinteni az elemek egy csoportját, melyeknél az időtartamváltozások számszerűen nem mutathatók ki. /Pl. markolós vonszoló rakományának leengedése a munkapadon./

Változó elemek azok, amelyeknek időtartama különböző és az adott műveleten belül is változhat, egyes befolyásoló tényezők függvényében.

Az állandó és változó elemek elhatárolása eléggé szubjektív, az elemzésnél mindig alaposan mérlegelni kell, hogy a szóbanforgó tevékenységelemet milyen jellegűnek minősítjük.

Az állandó elemek értékelésére statisztikai módszereket használunk. A változó elemeket lehetőség szerint oly módszerrel kell értékelni, amely segítségével csak néhány alapérték-nél végzünk időmérést és ezekből matematikai módszerrel /regresszió-analizissal/ a többi közbeeső meghatározó értéket is meg tudjuk állapítani.

A változó elemek és meghatározó tényezők értékei koordinátarendszerben is ábrázolhatók. /Pl. a közelítés tehermenetének időtartamát a közelítési távolság függvényében./ A meghatározó tényező egy-egy értékéhez /pl. 250 m-es távolság/ az ennél az értéknél mért összes idő átlagát jelöljük be, s a kapott pontokat összekötve megkapjuk a tényező hatásának grafikus ábráját.

Egy-egy műveleti ciklusra összegezve a műveletelemek időszükségleteit, kapjuk a művelet ciklusidejét, adott körülmények között. /Ilyen műveleti ciklus pl. a közelítés, a munkapadról történő elindulás pillanatától a rakomány kiközelítése és lekapcsolása utáni újbóli visszaindulás pillanatáig./ Vagyis:

$$t_c = t_{a1} + t_{a2} + \dots + t_{an} + t_{v1} + t_{v2} + \dots + t_{vm};$$

azaz

$$t_c = \sum_{i=1}^n t_{a_i} + \sum_{i=1}^m t_{v_i}$$

ahol

t_c = ciklusidő

t_{a_i} = állandó műveletelemek részidői /pl. lekapcsolás, kötélkihúzás, felkapcsolás ideje/

t_{v_i} = változó műveletelemek részidői /üresmenet, tehermenet ideje/.

A befolyásoló tényezők értékei szerint változó elemek időszükségletét természetesen a vizsgált munkahely jellemzői szerint számítjuk ki /pl. adott közelítési távolságra az üresmenet idejét stb./

A ciklusidő és a hozzá tartozó teljesítmény /pl. a közeli-
tőgép egy menetben $Q = 4 \text{ m}^3$ szálát vonszol ki/ ismeretében
már meghatározható a fajlagos időszükséglet és a teljesítmény
is:

$$t \text{ /perc/m}^3/ = \frac{t_c}{Q} ; \text{ illetve}$$

$$M \text{ /m}^3\text{/óra/} = \frac{Q}{t_c} \cdot 60$$

3.2.3.2. Munkaműveletek szintetikus vizsgálata

A gyakorlati szervező munkában a munkaműveletek időszük-
ségletének pontosabb meghatározásánál kétféle módszer közül
választhatunk. Vagy a művelet teljes időráfordítását mérjük,
nem törődve a műveletelemekkel, műveletszakaszokkal; vagy a
műveletelemek /szakaszok/ átlagos idejét mérjük, határozzuk
meg valószínű értéküket, és összegezzük az egy művelethez
tartozó műveletelemek idejét /ahogy a 3.2.3.1. fejezetben
részleteztük/. Az előbbi üzemi viszonyok között gyors ered-
ményt ad, az utóbbi inkább kutatási munkáknál alkalmazható,
amikor valamilyen műszaki fejlesztésben előirányzott rend-
szer bevezetésének előkészítése folyik.

A teljes időráfordítás mérése közben egyidejűleg meg
kell határozni a hozzátartozó teljesítményt / m^3 /, és ezeket
a művelet időszükségletét befolyásoló tényezők minél több
paraméterével kell összefüggésbe hozni.

A mérés befejezése után 1, 2, 3, ... n összetartozó ér-
tékünk lesz, melyeket a matematikai statisztika módszereivel
hozunk összefüggésbe. Még a programozható kis számológépek-
nél is kész programok állnak rendelkezésre a két- és több-
változós regresszióanalízis elvégzésére. A több paraméterű
időegyenlet felállítása tehát ma már nem okoz különösebb ne-
hezséget.

Ezeknek a többváltozós időegyenleteknek az az előnyük,
hogy bármilyen terep- és állományviszonyokra meghatározhatók,

és a gép, illetve a munkarendszer időráfordítását és teljesítményét helyi viszonyaink között is gyorsan a tervezés, szervezés alapinformációiként hasznosíthatjuk.

Időegyenletek felállítása

A műveleteire bontott termelési folyamat egyes tagjainak időszükségletét az egyes bemeneti adottságok más és más arányban befolyásolják. Egyes jellemzők bizonyos műveletek időszükségletére nem, vagy alig gyakorolnak befolyást, míg más műveleteknél alapvető szerepet játszanak. Legtöbbször 2 vagy 3 változó határozza meg az időszükséglet 90-95 %-át, és a többi változó csak szerény mértékben módosítja az így kapott értéket.

Fentiek ismeretében - sorbavéve az egyes műveleteket - kiválaszthatjuk azokat a független változókat, melyek elhanyagolhatatlan hatást gyakorolnak a művelet elvégzésének idejére. A többi változót átlagos értékkel felvéve, csak ezekkel a nagy korrelációt mutató független változókkal mérve a függő változó $/t_1/$ alakulását, időelemzésre támaszkodó regresszióanalízis segítségével időegyenleteket állíthatunk fel. Ezek az - esetenként eltérő függvényalakban megjelenő - időegyenletek a legfontosabb 2-3-4 független változó alapján megadják a munkaművelet adott eszközzel és technológiával való elvégzésének fajlagos időszükségletét, az adott körülmények között, pl. üzemóra/m³ dimenzióban.

Az időegyenletek számításához szükséges adatsorokat helyszini mérésekből, érvényes normatáblázatokból, gépkönyvekből, nemzetközi szakirodalomból, modellszerűen felépített műveletek időelemzése útján nyerjük, de igyekezve utóbbiaknál is minél több felhasznált adatot megbízható helyszini méréssel ellenőrizni. Az így kapott időegyenleteket a helyi körülmények között elért teljesítményekkel és az újabb kutatási-mérési eredményekkel összevetve tovább lehet javítani.

Az elhanyagolt változók és az esetenként nem eléggé megbízható részadatok hatására egyes esetekben később az ellenőrzés $\pm 10-20$ %-os eltérést is mutathat. Ilyen eltérések általában kevésbé ismert géptípusoknál jelentkeznek, szélső értéként, sokszor a felvételi eredményekben is nagy szórást mutatva.

A felhasznált alapadatok megbízhatóságának fokozásával az időegyenletek pontossága a kívánt szintre emelhető, bár véleményünk szerint a $p = 95\%$ -os valószínűségi szint fölött már nem gazdaságos az egyre komplikáltabbá váló egyenletek alkalmazása.

Itt is hangsúlyoznunk kell azonban, hogy a felállított egyenletek csak a helyszíni mérésekkel vizsgált intervallumon belül adnak megbízható eredményeket. Ezen kívüli adatokra történő alkalmazás esetén egyre kevésbé megbízható eredményeket kapunk /pl. közelítés $s_2 = 10\,000$ m távolságra/.

Egy függő és egy vagy több független változó kapcsolattal leggyorsabban helyszíni mérések alapján, regresszióanalízis segítségével tisztázhatjuk. Két, ill. három független változót tartalmazó egyenletek paramétereit ma már közepes teljesítményű programozható zsebkalkulátorral is gyorsan számíthatjuk, ezért - az egyre drágább többcélu fakitermelő gépek elterjedésével - még a vágásterületi munkák irányításánál is javasolható lesz az összefüggések feltárásának ez a módja. Leggyakrabban a több független változós, hatványkitevős egyenletek írják le legjobb közelítéssel a kapcsolatokat, viszonylag egyszerűbb számítással meghatározva a paramétereiket.

Igy például, ha megvizsgáljuk egy közelítőgép 1 m^3 -re eső fajlagos közelítési időszükségletét, a közelítési távolság, a vonszolt faanyag térfogata és a felkapcsolt szálfák darabszáma függvényében, azaz keressük a

$$t = f / s_2; V'; n/$$

függvénykapcsolatot legpontosabban leíró egyenletet, akkor általában egy hatványkitevős egyenlethez jutunk, melynek paramétereit átlagosan kb. az alábbi értékűek;

$$t \text{ /üperc/m}^3/ = 1,0 \cdot s_2^{0,5} \text{ /m/} \cdot V^{-0,8} \text{ /m}^3/ \cdot n^{0,2} \text{ /db/}.$$

/Az értelmezési tartományok kb. az alábbiak:

$$s_2 \text{ esetén: } 100 - 500 \text{ m,}$$

V esetén: $1,0 - 4,0 \text{ m}^3$,

n esetén: $1 - 5 \text{ db.}$

Az egyenletekből kiolvasható és számítható összefüggések, illetve a segítségével meghatározható jellemzők figyelembevételével a közelítés optimális teljesítményét egzakt módon is biztosítani tudjuk. A megfelelő pontosságot már 25-30 adat-négyes felvételével elérhetjük. /Szélső helyzetben, azaz a traktor túlterhelésénél már a parabolikus függvénykapcsolat adna helyes összefüggést, hiszen egy határon túl növelve a rakományt, a traktor el sem tudna indulni!/

Felvételi és számítási munkák

a/ A vizsgálatra kijelölt művelet és eszköz részletes tanulmányozásával kezdjük előkészítő munkánkat. Rögzítjük a művelethez tartozó műveletelemek sorát, melyen kívüli tevékenységet majd veszteségidőként a műveleti ciklusidőből levonunk. Egyértelműen meghatározzuk a művelet kezdetét és végét jelentő mozzanatot, mely az időmérés kezdetét és végét jelenti. Meghatározzuk a szabályosnak tekinthető részletes műveleti technológiát. Szakmai megfontolás, előzetes tapasztalat alapján kijelöljük a műveleti időráfordítást befolyásoló független változókat. Kiválasztjuk a művelet teljesítményét jellemző mértékegységet /pl. m^3 /. Meghatározzuk a minta elemszámát /kis minta $\leq 30-40$ felvétel; felette nagy mintáról beszélünk/.

b/ Elkészítjük a mérési jegyzőkönyv űrlapjait, helyet hagyva a terepen esetleg pótlólagosan kijelölt új független változók adatainak rögzítésére is. Beszerezzük az idő, a teljesítmény és a befolyásoló tényezők adatainak méréséhez szükséges eszközöket /stopper-óra, átlaló, mérőszalag, lejt-mérő eszköz stb./. Ha szükséges, segéderő biztosításáról is gondoskodunk.

c/ A mérések helyéül kijelölt munkaterületre érkezés után megfigyeljük a művelet végrehajtásának jellemzőit, újraértékeljük a befolyásoló tényezők körét, s ha szükségesnek látjuk, újabbakkal bővítjük vagy egyes input-adatok mé-

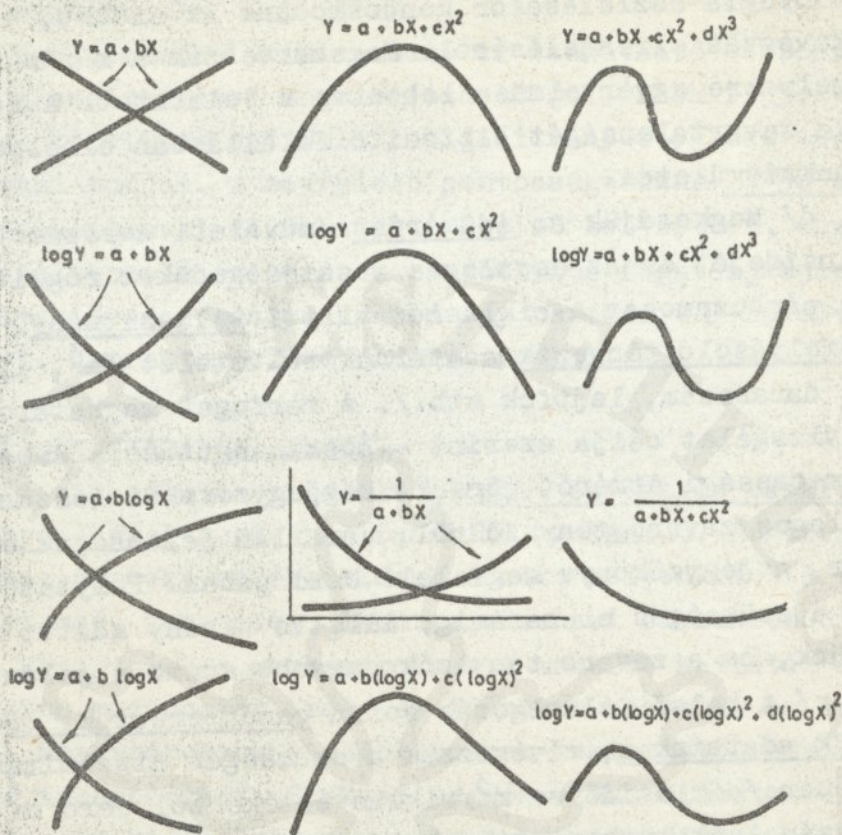
rését töröljük a felvételi tervből. Hibás, balesetveszélyes technológia észlelésekor gondoskodunk az előírt, szabályos munkavégzés elrendeléséről. Megszervezzük a mérés rendjét, személyekre egyértelműen lebontva a feladatot. A folyamatos munka zavartalanságát biztosító felállásban elhelyezkedünk a munkaterületen.

d/ Megkezdjük az időmérést /műveleti sorszámot, azok ciklusidejét és az esetleges veszteségidőket rögzítve/, és vele párhuzamosan a ciklusidő alatti teljesítmény, valamint a befolyásoló tényezők adatainak felvételét / m^3 , ill. távolság, darabszám, lejtők stb./. A térfogat meghatározásához - a vizsgálat célja szerint - hosszúságot és közép- vagy mellmagassági átmérőt mérünk. Megjegyzéseket teszünk az esetleges zavaró tényezőkről, váratlan jelenségek észlelésekor, a jegyzőkönyv megfelelő oszlopában. Folytatjuk a mérést a szükséges elemszámig; illetve néhány adatot még felvesszünk, ha a zavaró tényezők nagyobb számban jelentkeztek.

e/ A belső feldolgozás során rendszerezünk, csoportosítjuk adatainkat, elvégezzük a szükséges átszámításokat /pl. perc/ciklusidő és m^3 /ciklus értékekből perc/ m^3 értéket számolunk; vagy levonjuk a ciklusidőkből a veszteségidőket stb./.

f/ Grafikus feldolgozással kijelöljük a függvények várható alakját. Koordináta-rendszerben ábrázolva a függő és a legfontosabb független változók kapcsolatát, a pontfelhőbe rajzolt kiegyenlítő görbe vagy egyenes már utal a függvények alakjára. Megfelelő görbегyűjteménnyel /13. ábra/ összehasonlítva ábráinkat, és futásuk tendenciáit is értékelve /pl. képes-e visszafordulásra stb./, a számításokat a legpontosabb függvényalakokra korlátozhatjuk. Ugyanekkor töröljük a rendezett táblázat adatai közül a kiugróan eltérő pontokhoz tartozó értékeket.

g/ Többváltozós függvények meghatározása előtt célszerű a független változókat szorosság szerinti sorrendbe rendezni. Erre a rangsor-korreláció ad lehetőséget, vagy - sorra véve a független változókat - kétváltozós regresszióanalízist vég-



13. ábra. - Különböző típusu függvényeket ábrázoló görbék

zünk. Az innen adódó korrelációs koeficiensek /R értékei/ is a fontossági sorrend eldöntését segíthetik.

h/ A kiválasztott legfontosabb 1, 2, 3 vagy 4 független változóval elvégezzük a függvényalak szerinti regresszióanalízist. Manuális uton táblázatos formában, kalkulátorral vagy számítógéppel, kész programok segítségével számolhatunk. A több független változó hatását egyidejűleg számszerűsíti a lineáris és a hatványkitevős regresszióanalízis. Egyéb függvényalakok több független változó hatásának számszerűsítését csak több ismétlésben végzett regresszióanalízis segítségével biztosítják.

A számítások eredményeként a konkrét paraméteres függvényeket kapjuk.

1/ Végül ellenőrizzük a kapott függvények, az un. időegyenletek pontosságát, megbízhatóságát, valamint a szakmai, fizikai stb. törvényszerűségek érvényesülését. Az erre a célra alkalmas megbízhatósági mérőszámok közül legalább a totális /és parciális/ korrelációs koeficiens és a relatív hibaszázalék számítása javasolható. Elégtelen pontosság /pl. r vagy $R < 0,7$ vagy $H_r > 20-25 \%$ / esetén vagy új függvényalakokkal próbálkozhatunk, vagy pótmérésekkel növeljük a minta elemszámát, esetleg új független változó/ka/t vonunk be. Célszerű az egyenletek illeszkedését szakaszonként is megvizsgálni, hogy a szisztematikus eltéréseket elkerülhessük. Igényesebb elemzéseknél a t és F próbákat is el kell végezni, így meghatározható az is, hogy az egyes független változók milyen szignifikanciaszinten befolyásolják a függő változó alakulását. A statisztikai próbák elvégzése azonban jelentősen megnöveli az időegyenlet számítási munkáit, különösen akkor, ha a független változók száma nagyobb.

j/ A függvény vagy időegyenlet gyakorlati alkalmazásának elején ellenőrző méréseket és számításokat végzünk, és ha nagyobb eltéréseket tapasztalunk, a függvény módosítására, javítására van szükség.

S z á m p é l d a

Az alábbiakban bemutatjuk a döntési időegyenlet meghatározásához készített felvételi jegyzőkönyvet /7. táblázat/, majd a számítás további menetét ismertetjük.

7. táblázat. - Felvételi jegyzőkönyv

Munkaművelet: Döntés /irányított/ Stihl o50-AV mf.

Munkahely: Sopron, Hegyvidéki Erdészet
46 C erdőrészlet

A terület jellemzése: 0-3° közötti lejtés,
ujulat, aljnövényzet nélküli száraz talaj

Fafaj: LF, csucsszáraz, néhány tőkorhadásos

Felvétel ideje: 1979. október 21. 9.15-10.00
szélmentes, száraz, napos időben

Felvette: Kovács Pál és Juhász István III. emh. 2. cs.

7. táblázat folytatása.

Sor- szám	t' <u>pr.perc</u> fa	d ₀ cm	d _{1,3} cm	H m	V m ³ /fa	t <u>pr.perc</u> m ²	Megjegyzés
1.	1,78	11	10	10	0,05	35,65	Tőkorhadt
2.	2,82	25	14	10	0,10	28,15	
3.	2,19	22	14	14	0,13	16,85	
4.	4,45	33	25	14	0,44	10,12	
5.	3,21	34	20	16	0,30	10,70	
6.	5,43	36	30	16	0,72	7,54	
7.	4,41	33	25	20	0,58	7,60	
8.	10,71	84	40	20	1,62	6,61	
9.	5,86	36	30	25	1,03	5,69	
10.	9,63	77	45	25	2,47	3,90	

A felvételi jegyzőkönyv alapján készített számítási táblázatot a 8. táblázat mutatja.

A megoldás menete:

$$\Sigma x_1 x_2 = \Sigma x_1' x_2' - n M_1 M_2 = -5,3724 - 10 \cdot 1,0187 \cdot /-0,3831/ =$$

$$= \underline{-1,4698}$$

$$\Sigma x_2^2 = \Sigma x_2'^2 - n M_2^2 = 4,1530 - 10 \cdot /-0,3831/ ^2 = \underline{2,6853}$$

$$\Sigma x_1 x_3 = \Sigma x_1' \cdot x_3' - n M_1 M_3 = 14,9638 - 10 \cdot 1,0187 \cdot 1,5274 =$$

$$= \underline{-0,5958}$$

$$\Sigma x_2 x_3 = \Sigma x_2' x_3' - n M_2 M_3 = -4,7020 - 10 /-0,3831/ \cdot 1,5274 =$$

$$= \underline{1,1495}$$

$$\Sigma x_3^2 = \Sigma x_3'^2 - n M_3^2 = 23,9039 - 10 \cdot 1,5274^2 = \underline{0,5744}$$

8. táblázat. - Számítási táblázat a döntés időegyenletéhez

Sor- szám	X_1 /t/	X_2 /V/	X_3 /d ₀ /	X_1' /lg t/	X_2' /lg V/	X_3' /lg d ₀ /	$X_1'^2$	$X_2'^2$	$X_3'^2$	$X_1'X_2'$	$X_1'X_3'$	$X_2'X_3'$
1.	35,65	0,05	11	1,5521	-1,3010	1,0414	2,4089	1,6927	1,0845	-2,0193	1,6164	-1,3549
2.	28,15	0,10	25	1,4495	-1,0000	1,3979	2,1010	1,0000	1,9542	-1,4495	2,0263	-1,3979
3.	16,85	0,13	22	1,2266	-0,8861	1,3424	1,5045	0,7851	1,8021	-1,0869	1,6466	-1,1895
4.	10,12	0,44	33	1,0052	-0,3565	1,5185	1,0104	0,1271	2,3059	-0,3584	1,5264	-0,5413
5.	10,70	0,30	34	1,0294	-0,5229	1,5315	1,0596	0,2734	2,3454	-0,5383	1,5765	-0,8008
6.	7,54	0,72	36	0,8774	-0,1427	1,5563	0,7698	0,0204	2,4221	-0,1252	1,3655	-0,2221
7.	7,60	0,58	33	0,8308	-0,2366	1,5185	0,7758	0,0560	2,3059	-0,2084	1,3375	-0,3593
8.	6,61	1,62	84	0,8202	0,2095	1,9243	0,6727	0,0439	3,7029	0,1718	1,5783	0,4031
9.	5,69	1,03	36	0,7551	0,0128	1,5563	0,5702	0,0002	2,4221	0,0097	1,1752	0,0199
10.	3,90	2,47	77	0,5911	0,3927	1,8865	0,3494	0,1542	3,5588	0,2321	1,1151	0,7408
n=10	$\Sigma =$			10,1874	-3,8308	15,2736	11,2223	4,2530	23,9039	-5,3724	14,9638	-4,7020
	átlag=			1,0187	-0,3831	1,5274						
				M_1	M_2	M_3						

$$\sum x_1^2 = \sum x_1'^2 - n M_1^2 = 11,2223 - 10 \cdot 1,0187^2 = 0,8448$$

$$(\sum x_2^2) b + (\sum x_2 x_3) c = \sum x_1 x_2$$

$$(\sum x_2 x_3) b + (\sum x_3^2) c = \sum x_1 x_3$$

$$\lg a = M_1 - b M_2 - c M_3$$

$$\begin{aligned} 2,6853 b + 1,1495 c &= -1,4698 & x(-0,4281 = \frac{-1,1495}{2,6853}) \\ 1,1495 b + 0,5744 c &= -0,5958 \end{aligned}$$

$$-1,1495 b - 0,4921 c = 0,6292$$

$$0 b + 0,0823 c = 0,0334$$

$$c = 0,4058$$

$$b = -0,7211$$

$$\lg a = 1,0187 - /-0,7211/ /-0,3831/ - 0,4058 \cdot 1,5274 = 0,1226$$

$$a = 1,3262$$

A meghatározott a, b és c paraméterek alapján a döntés időegyenlete az alábbi:

$$t / \text{pr.perc} / \text{m}^3 / = 1,326 \cdot V^{-0,721} \cdot d_0^{0,406}$$

/Értelmezési tartományok: $V = 0,05 - 2,47 \text{ m}^3/\text{fa}$; $d_0 = 11-77 \text{ cm}$ /

A megbízhatósági mérőszámok:

$$\begin{aligned} R^2 &= \frac{b / \sum x_1 x_2 / + c / \sum x_1 x_3 /}{\sum x_1^2} = \\ &= \frac{/-0,7146/ /-1,4698/ + /0,3910/ /-0,5958/}{0,8448} \end{aligned}$$

$$R^2 = 0,9674,$$

azaz 96,7 %-ban a két vizsgált független változó befolyásolja ezen a területen a döntés fajlagos időszükségletének alakulását.

$$R = 0,9836,$$

vagyis igen szoros összefüggés van a függő és független változók között.

A meghatározott időegyenletbe behelyettesítve V és d_0 mért értékeit, mind a 10 esetre számítható volt a függvény által adódó t' /pr.perc/m³/ számított érték. A mért t és számított t' értékek egybevetéséből a relatív hibaszázalék /a standard eltérés és a relatív hiba összevonva és kissé módosítva/:

$$H_r' \text{ \% } = 100 \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{t-t'}{t} \right)^2}{n}} = 12,38 \text{ \%},$$

tehát elfogadható pontossággal /átlagosan $\pm 12 \text{ \%}$ hibával/ adja az időegyenlet egy-egy fa döntési időszükségletét, az adott körülmények között.

További példák egyszerű időegyenletek meghatározására

Hatványkitevős függvények paramétereinek meghatározása

A felvett függő és független változók közötti kapcsolat függvényalakjának grafikus meghatározása után kerülhet sor a paraméterek számítására, regresszióanalízis segítségével.

1. Példa kétváltozós hatványkitevős regresszióanalízisre

A megoldás menete:

$$X_1 = aX_2^b$$

Összefüggés a és b paramétereinek meghatározásához szükséges számítási táblázat az alábbi adatokat, összegeket és átlagértékeket tartalmazza:

X_1	X_2	$\lg X_1$	X_1'	$\lg X_2$	X_2'	$X_2'^2$	$X_1'X_2'$	$X_1'^2$
		$\sum X_1'$	$\sum X_2'$	$\sum X_2'^2$	$\sum X_1'X_2'$	$\sum X_1'^2$		
átlag	M_1		M_2					

n = elemszám

$$b = \frac{\sum X_1'X_2' - n M_1 M_2}{\sum X_2'^2 - n M_2^2}$$

$$\lg a = \dot{M}_1 - b M_2$$

vagy

$$\sum x_1 x_2 = \sum X_1'X_2' - n M_1 M_2$$

$$\sum x_2^2 = \sum X_2'^2 - n M_2^2$$

$$b = \frac{\sum x_1 x_2}{\sum x_2^2} \quad \lg a = M_1 - b M_2$$

A korrelációs együttható értéke:

$$r = \frac{\sum X_1'X_2' - n M_1 M_2}{\sqrt{(\sum X_2'^2 - n M_2^2) (\sum X_1'^2 - n M_1^2)}}$$

A konkrét példa:

Iparifa darabolásának időszükséglete, kemény lombfa esetén az alábbi volt, a darabolt szálfá térfogatának függvényében:

t	V
pr.óra/m ³	m ³ /db
0,59	0,010
0,54	0,019
0,44	0,037
0,31	0,063
0,29	0,094
0,20	0,178
0,17	0,418
0,13	0,873
0,11	1,169
0,10	1,930

$$t = X_1$$

$$V = X_2$$

$$n = 10$$

A számítási táblázat:

$\lg X_2 = X_2'$	$\lg X_1 = X_1'$	$X_2'^2$	$X_1'X_2'$	$X_1'^2$
-2,0000	-0,2291	4,0000	+0,4582	0,0525
-1,7212	-0,2676	2,9625	+0,4606	0,0716
-1,4318	-0,3565	2,0501	+0,5104	0,1217
-1,2007	-0,5086	1,4417	+0,6107	0,2587
-1,0269	-0,5376	1,0545	+0,5521	0,2890
-0,7496	-0,6690	0,5619	+0,5240	0,4886
-0,3788	-0,7696	0,1435	+0,2915	0,5923
-0,0590	-0,8861	0,0035	+0,0523	0,7852
+0,0678	-0,9586	0,0046	-0,0650	0,9189
+0,2856	-1,0000	0,0816	-0,2856	1,0000
+8,2146	-6,2127	+12,3039	+3,1092	+4,5839
-0,8215	-0,6213			
M_2	M_1			

A paraméterek számítása:

$$b = \frac{3,1092 - 10 / -0,8215 / -0,6213 /}{12,3039 - 10 / -0,8215 / ^2} = \frac{-1,9948}{5,5553} = -0,3591$$

$$\lg a = -0,6213 = / -0,3591 / / -0,8215 / = -0,9163$$

$$a = 0,1213.$$

Tehát:

$$X_1 = 0,1213 \cdot X_2^{-0,3591} \quad \text{azaz}$$

$$t / \text{pr.óra/m}^3 / = 0,1213 \cdot v^{-0,3591}.$$

$$/ \text{Értelmezési tartomány: } V = 0,01 - 1,93 \text{ m}^3/\text{fa.}/$$

Az egyenlet megbízhatósága:

Fenti képlettel meghatározva a tényleges V-hez tartozó t' értékeket, az alábbi közelítéssel kaptuk meg az eredeti t értéket:

t	t'
pr.óra/m ³	
0,59	0,63
0,54	0,50
0,44	0,40
0,31	0,33
0,29	0,28
0,20	0,23
0,17	0,17
0,13	0,13
0,11	0,11
0,10	0,10

$$r = \frac{3,1092 - 10 / -0,8215 / -0,6213 /}{\sqrt{12,3039 - 6,7488 / 4,5839 - 3,8601 /}} = \frac{-1,9948}{\sqrt{4,0209}} = \frac{-1,9948}{\pm 2,0052}$$

$$r = 0,9948,$$

tehát igen szoros kapcsolatról van szó.

A determinációs együttható:

$$r^2 = 0,9897,$$

azaz a darabolás fajlagos időszükségletét 98,97 %-ban a szálfaterfogata határozta meg.

A relatív hibaszázalék értéke:

$$H_r' \% = 100 \sqrt{\frac{\sum \left(\frac{t-t'}{t} \right)^2}{n}} \quad \text{alapján}$$

$$H_r' = 6,797 \%$$

2. Példa háromváltozós hatványkitevős regresszióanalízisre

A megoldás menete:

$$X_1 = a X_2^b X_3^c$$

összefüggés a, b és c paraméterének meghatározásához szükséges számítási táblázat adatai:

$$\begin{aligned} X_1; X_2; X_3; \lg X_1 &= X_1'; \lg X_2 = X_2'; \lg X_3 = \\ &= X_3'; X_2'^2; X_3'^2; X_2'X_3'; X_1'^2; X_1'X_2'; X_1'X_3' \end{aligned}$$

$$\Sigma X_1'; \Sigma X_2'; \Sigma X_3'; \Sigma X_2'^2; \Sigma X_3'^2; \Sigma X_2'X_3'; \Sigma X_1'^2; \Sigma X_1'X_2'; \Sigma X_1'X_3'$$

$M_1 \ M_2 \ M_3$ átlagok

n = elemszám

$$\left. \begin{aligned} (\Sigma x_2^2)^b + (\Sigma x_2 x_3)^c &= \Sigma x_1 x_2 \\ (\Sigma x_2 x_3)^b + (\Sigma x_3^2)^c &= \Sigma x_1 x_3 \end{aligned} \right\} \text{ ezekből } b \text{ és } c \text{ számítása}$$

$$\lg a = M_1 - bM_2 - cM_3$$

$$\Sigma x_1 x_2 = \Sigma X_1' X_2' - nM_1 M_2$$

$$\Sigma x_2^2 = \Sigma X_2'^2 - nM_2^2$$

$$\Sigma x_1 x_3 = \Sigma X_1' X_3' - nM_1 M_3$$

$$\Sigma x_2 x_3 = \Sigma X_2' X_3' - nM_2 M_3$$

$$\Sigma x_3^2 = \Sigma X_3'^2 - nM_3^2$$

$$\Sigma x_1^2 = \Sigma X_1'^2 - nM_1^2.$$

A többszörös korrelációs együttható számítása a többszörös determinációs együttható segítségével történik:

$$R^2 = \frac{b (\sum x_1 x_2) + c (\sum x_1 x_3)}{\sum x_1^2}.$$

A konkrét példa:

66 kW-os mezőgazdasági csörlős traktor fajlagos közelítési időszükséglete az alábbiak szerint alakult, a szálfák átlagos térfogata és a közelítési távolság függvényében:

t	s ₂	V
pr.óra/m ³	m	m ³ /db
0,157	25	0,25
0,163	75	0,35
0,163	125	0,45
0,165	175	0,55
0,150	225	0,75
0,140	275	1,05
0,137	325	1,35
0,431	375	0,25
0,303	425	0,45
0,223	475	0,75

t = X₁

s₂ = X₂

V = X₃

n = 10

A paraméterek számítása:

$$\sum x_1 x_2 = -16,2460 + 16,5013 = 0,2553$$

$$\sum x_2^2 = 53,3894 - 51,9612 = 1,4282$$

$$\sum x_1 x_3 = 1,7733 - 1,9632 = -0,1899$$

$$\sum x_2 x_3 = -5,7165 + 6,1820 = 0,4655$$

A számítási táblázat:

x_1'	x_2'	x_3'	$x_2'^2$	$x_3'^2$	$x_2' \cdot x_3'$	$x_1'^2$	$x_1' \cdot x_2'$	$x_1' \cdot x_3'$
-0,8041	1,3979	-0,6021	1,9541	0,3625	-0,8417	0,6466	-1,1241	+0,4841
-0,7878	1,8751	-0,4559	3,5160	0,2078	-0,8549	0,6206	-1,4772	+0,3592
-0,7878	2,0969	-0,3468	4,3468	4,3970	-0,7272	0,6206	-1,6519	+0,2732
-0,7825	2,2430	-0,2596	5,0310	0,0674	-0,5823	0,6123	-1,7551	+0,2031
-0,8239	2,3522	-0,1249	5,5328	0,0156	-0,2938	0,6788	-1,9380	+0,1029
-0,8539	2,4393	0,0212	5,9502	0,0004	+0,0517	0,7291	-2,0829	-0,0181
-0,8633	2,5119	0,1303	6,3096	0,0170	+0,3273	0,7453	-2,1685	-0,1125
-0,3655	2,5740	-0,6021	6,6255	0,3625	-1,5498	0,1336	-0,9408	+0,2201
-0,5186	2,6284	-0,3468	6,9085	0,1203	-0,9115	0,2689	-1,3631	+0,1799
-0,6517	2,6767	-0,1249	7,1647	0,0156	-0,3343	0,4247	-1,7444	+0,0814
-7,2391	22,7954	-2,7116	53,3894	1,2894	-5,7165	5,4805	-16,2460	+1,7733
-0,7239	2,2795	-0,2712						
M_1	M_2	M_3						

$$\sum x_3^2 = 1,2894 - 0,7355 = 0,5539$$

$$\sum x_1^2 = 5,4805 - 5,2403 = 0,2402$$

$$1,4282 b + 0,4655 c = 0,2553$$

$$0,4655 b + 0,5539 c = -0,1899$$

$$-0,4655 b - 0,1517 c = -0,0832$$

$$0 b + 0,4022 c = -0,2731$$

$$c = -0,6790$$

$$b = 0,4000$$

$$x / -0,3259 / = \frac{-0,4655}{1,4282}$$

$$\lg a = -0,7239 - 0,400 \cdot 2,2795 - 0,6790 \cdot 0,2712 = -1,8198$$

$$a = 0,01514.$$

Tehát

$$X_1 = 0,01514 \cdot X_2^{0,4000} \cdot X_3^{0,6790} \quad \text{azaz}$$

$$t / \text{pr.óra/m}^3 / = 0,01514 \cdot s_2^{0,4000} \cdot V^{-0,6790}$$

/Értelmezési tartomány: $s_2 = 25-475 \text{ m}$, $V = 0,25-1,35 \text{ m}^3/\text{db.}/$

Az egyenlet megbízhatósága:

Az eredeti s_2 és V értékekkel számítva t' értékeket, az alábbi eltéréseket tapasztaltuk:

t	t'
pr.óra/m ³	
0,157	0,141
0,163	0,174
0,163	0,180
0,165	0,179
0,150	0,161
0,140	0,139
0,137	0,125
0,431	0,415
0,303	0,293
0,223	0,216

$$R^2 = \frac{0,1021 + 0,1289}{0,2402} = 0,9617$$

$$R = 0,9807.$$

$$\underline{H'_r = 7,041 \%}.$$

Négy- és többváltozós függvények paramétereinek meghatározásához már mindenképpen programozható kalkulátor vagy számítógép alkalmazását tartjuk célszerűnek, a táblázatos számítás idő-igényessége miatt.

Egy ötváltozós függvényre mutatunk még be példát, amely a Valmet 882 PK forwarder fajlagos közelítési időszükségletét adja meg:

$$t = \left(1,72 \cdot N^{0,396} \cdot q^{-0,561} \cdot V^{-0,563} \cdot s_2^{0,051} \right) \frac{100}{P}$$

ahol: /üzemperc/m³/

N - a gyűjtögetés közbeni átállások száma,

q - a teljes rakomány /m³/,

V - a felterhelt 6 m-es darabok átlagos térfogata /m³/,

s₂ - a közelítési távolság /m/,

P - gépkihasználás mértéke /%/.

N = 18 db; q = 13 m³; V = 0,4 m³/db; s₂ = 300 m és

P = 65 % esetén t = 4,42 üperc/m³.

Ilyen időegyenletek betáplálásával a számítógépes tervezés, szervezés is könnyebben biztosítható lesz, mint hagyományos normatáblázatok tömegének mágnesszalagra rögzítésével.

Az időegyenletek értelmezése

A meghatározott időegyenletek értelmezésére, további szakmai kontrolljára mutatjuk be az alábbi egyszerű példát.

Egy 66 kW-os mezőgazdasági csörlős traktor időegyenleteként, szálítás közelítésben az alábbi függvényt kaptuk:

$$t = 0,01514 \cdot s_2^{0,400} \cdot V^{-0,679}.$$

a/ Műszaki normaként felhasználva meghatározhatjuk a különböző közelítési távolság és darabnagyság mellett felmerülő fajlagos közelítési időszükségletet.

$$\text{Pl. } s_2 = 350 \text{ m és } V = 1,5 \text{ m}^3/\text{db esetén}$$

$$t = 0,01514 \cdot 350^{0,400} \cdot 1,5^{-0,679} = 0,1197 \text{ pr.óra/m}^3$$

P = 50 %-os gépkihasználás mellett:

$$t / \text{ü.óra/m}^3 / = t / \text{pr.óra/m}^3 / \cdot \frac{100}{P} = 0,1197 \cdot \frac{100}{50} = 0,2395$$

vagyis

$$t = 14,37 \text{ ü.perc/m}^3.$$

b/ Fentiek alapján a teljesítmény:

$$M = \frac{1}{t} = \frac{1}{0,2395} = 4,18 \text{ m}^3/\text{ü.óra}.$$

c/ A két kitevő megmutatja, hogy s_2 , ill. V 1 %-os növekedése vagy csökkenése esetén hány százalékkal változik a közelítés fajlagos időszükséglete, a másik független változó állandó értéke mellett.

Például s_2 értékét 350 m-ről 385 m-re növelve /+10 %/, $10 \cdot 0,4 = 4$ %-os arányú időszükséglet-növekedés várható.

Ellenőrzés:

$$t = 0,01514 \cdot 385^{0,400} \cdot 1,5^{-0,679} = 0,1244 \text{ pr.óra/m}^3$$

$\frac{0,1244}{0,1197} \cdot 100 = 104$ %, tehát a jelzett 4 %-os növekedés következett be.

d/ Az együttható t értékét mutatja meg, egységnyi közelítési távolság és egységnyi darabnagyság esetén. Azaz, ha $s_2 = 1 \text{ m}$ /csak elvi lehetőség!/ és $V = 1 \text{ m}^3/\text{db}$, akkor

$$t = 0,01514 \text{ pr.óra/m}^3.$$

e/ Az adott darabnagyság mellett igen kis értékben felvéve a közelítési távolságot, a fel- és lekapcsolás átlagos időszükségletét kapjuk:

$$\text{Pl.: } V = 0,75 \text{ m}^3/\text{db} \quad \text{és} \quad s_2 = 1 \text{ m} \quad \text{esetén:}$$

$$t = 0,01514 \cdot 1^{0,400} \cdot 0,75^{-0,679} = 0,0184 \text{ pr.óra/m}^3.$$

P = 50 % esetén:

$$t = 0,0368 \text{ ü.óra/m}^3 = 2,21 \text{ ü.perc/m}^3.$$

f/ V értékét ismerve és állandónak tekintve, s_2 különböző értékei mellett sorozatszámítással tisztázhatjuk a közelítési távolság hatását az időnormára. Ez alapján szervezési intézkedések hozhatók.

g/ A közelítési távolság különböző értékeivel számolva az időszükségletet, a közelítés átlagos sebességére következtethetünk. Például:

$$V = 1,0 \text{ m}^3 = \text{constans}; \quad s_2 = 100 \text{ m}; \quad s_2' = 300 \text{ m};$$

$$t = 0,01514 \cdot 100^{0,400} \cdot 1,0^{-0,679} = 0,09553 \text{ pr.óra/m}^3$$

$$t' = 0,01514 \cdot 300^{0,400} \cdot 1,0^{-0,679} = 0,14824 \text{ pr.óra/m}^3$$

$$t' - t = 0,05271 \text{ többlet pr.óra/m}^3$$

q = 2,0 m³-es rakomány esetén az egy fordulóra jutó többletidő:

$$2,0 \cdot 0,05271 = 0,10542 \text{ többlet pr.óra/ forduló.}$$

Ez az oda-vissza ut miatti 400 m = 0,4 km többlettávolság megtételéhez szükséges, azaz

$$\frac{0,4 \text{ km}}{0,10542 \text{ óra}} = 3,79 \text{ km/óra az átlagos közelítési sebes-}$$

ség /az üres- és tehermenet harmonikus átlaga/.

g/ További szakmai következtetésekre ad lehetőséget az átlagos értékektől eltérő kitevők megjelenése. Például s_2 ki-

tevőjének magas értéke /pl. $s_2^{1,29}$ / arra utal, hogy a közeli-tési távolsággal arányosan fokozódó terepnehézségek leküzdése szükséges /az állományba befelé haladva nő a terep lejtése stb./. V kitevőjének eltérő értéke pl. a térgörbe, erősen ágas, villás fák nehezítő hatására utalhat, és tovább lehetne sorolni az egyenletek egyéb hasznosítási lehetőségeit...

Fenti időegyenletben is helyesen tükröződik vissza a tömeg-darab törvény erős és kedvező hatása, valamint a távolság növelésének degressziven csökkenő hatása.

Példa az időfelhasználást befolyásoló tényezők hatásának elemzésére

Az időegyenletben szereplő befolyásoló tényezőknek az időfelhasználásra és ezen keresztül az önköltségre történő hatását, és annak erősségét szemléletessé tehetjük az alábbi módon /Gólya János példája után/. Vegyük példának a Bobcat 1075 döntő-rakásolót, amely EF állományban pásztás sematikus gyéritést végez, tehát meghatározott távolságoként folyosókat /pásztákat/ nyit.

Az időegyenlet /analitikus úton meghatározva/:

$$t \text{ /üző/m}^3\text{ /} = \frac{0,633 + 0,482 \cdot n + 0,044 \cdot S_t / n - 1 + 0,039 \cdot \frac{q \cdot 5000}{Z \cdot V \cdot N}}{n \cdot V \cdot P}$$

ahol:

n	= az egy döntési ciklusban gyűjtött törzsek száma	/m/
S_t	= az átlagos tőtávolság	/m/
q	= a megkívánt rakatnagyság	/brm ³ /
Z	= a pászta /folyosó/ szélessége	/m/
V	= az átlagfa fatömege	/brm ³ /
N	= a hektáronkénti törzesszám	/db/ha/
P	= a gépkihasználás	/%/

Az egységre eső költséget k /Ft/nettó m³/ az időegyenlet és az üzemóraköltség k_0 /Ft/üző/ összeszorozásával kapjuk:

$$k = k_0 \cdot t$$

Ha a befolyásoló tényezőknek az n , S_t , q , Z , V , N és P gyakorlatban szokásos átlagos értékeit vesszük, egy "átlagos" önköltséget $/k/$ kapunk. Ezt a helyzetet bázisnak $/100 \%$ véve egyenként megvizsgáljuk, hogy $/a$ többi befolyásoló tényező változatlanul hagyása mellett $/$ az egyes befolyásoló tényezők százalékos növelése, ill. csökkentése milyen mértékben és irányban változtatja meg az önköltséget $/$ ugyancsak százalékosan $/$.

Az ily módon elvégzett sorozatszámítások eredményét ábrázoljuk a 14. ábrán látható módon. Erről leolvasható pl. hogy az egy döntési ciklusban gyűjtött törzsek számának $/n/$ duplájára növelése a bázishelyzethez viszonyítva mintegy 70% -ra $/$ tehát 30% -kal $/$ csökkenti az önköltséget. A rakatnagyság $/q/$ duplájára növelése ugyanakkor csaknem 30% -kal növeli az önköltséget. Hogy a befolyásoló tényezők között abszolút sorrendet képezhessünk, az Y - Y tengelyre tükrözzük a q , s_t és k_o vonalakat. Az ábra jobb alsó negyedéből kiolvasható, hogy a legnagyobb-arányú önköltségcsökkentés az üzemóraköltség $/k_o/$ csökkentésével érhető el, míg a pásztaszélesség $/z/$ növelése csak minimális mértékű önköltségcsökkenést okoz.

A gép munkájának tervezésénél tehát a legnagyobb gondot az üzemóraköltség $/k_o/$ csökkentésére, valamint a darabnagyság $/V/$ és a gépkihasználás $/P/$ növelésére kell fordítanunk. A darabnagyság természetesen csak a gép befogó- és teherbíróképességének határáig növelhető. A gépkihasználásnak az ábrán láthatónál jelentősebb a szerepe, mivel tényezőként szerepel az üzemóraköltségben is. Az üzemóraköltség ezen kívül még a megfelelő karbantartás $/=$ javítási hányad $/$ és az energiatakarékosság $/=$ üzemköltség $/$ révén csökkenthető. A fentihez hasonló elemzés elvégezhető bármilyen gépre, illetve műveletre, amelyre vonatkozóan rendelkezünk időegyenlettel és üzemóraköltség-adattal.

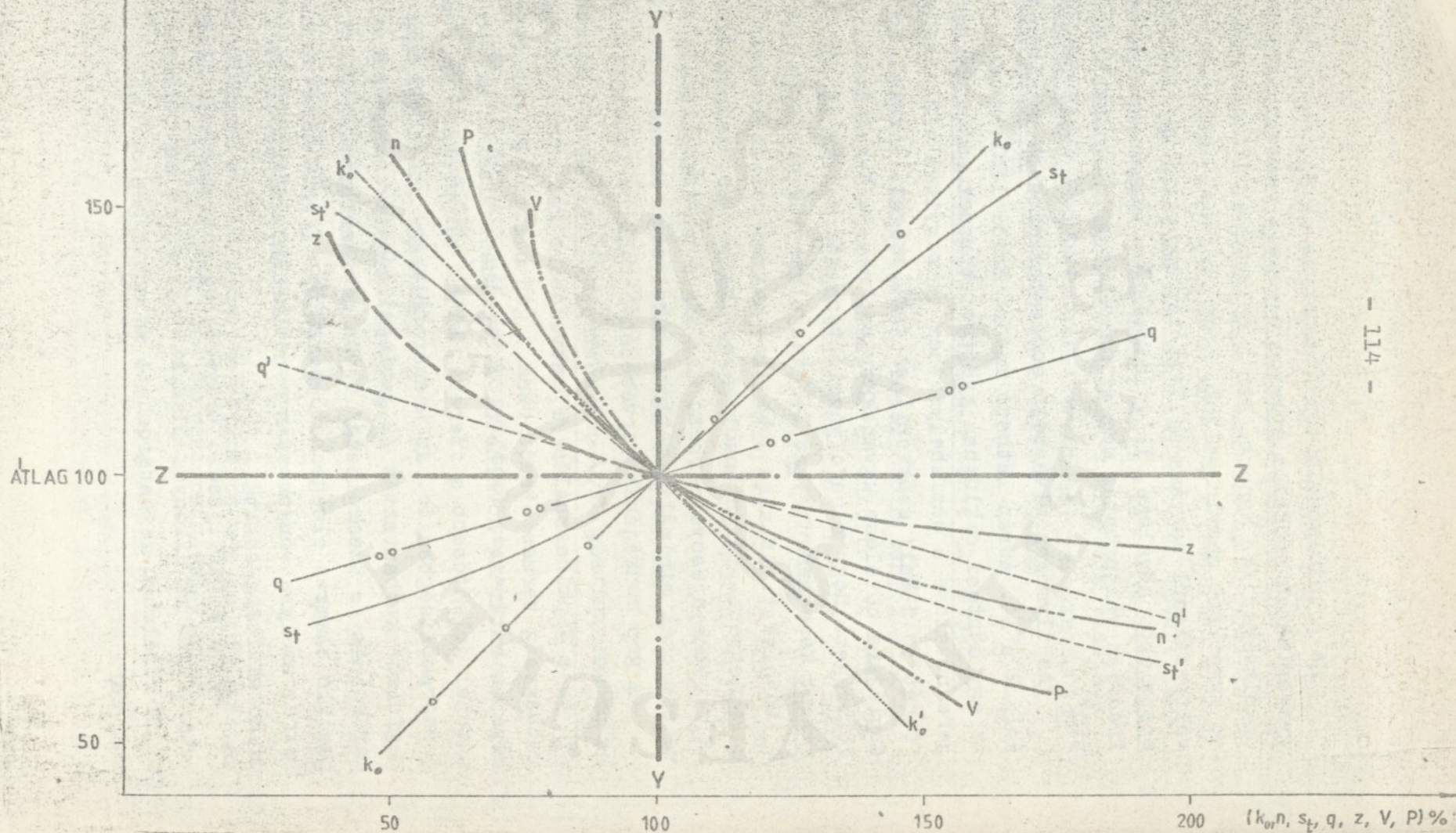
Mivel a befolyásoló tényezők változtatásának általában határt szabnak bizonyos műszaki vagy egyéb adottságok, e hatások közelében meghatározható az adott gép optimális működési területe.

(Ft/m³)

k %

200

14. ábra. - A fajlagos költséget befolyásoló tényezők hatásának értékelése



Példák időegyenletekkel végzett elemzésekre

A. A közelítőtraktor gazdaságos alkalmazási tartományának számítása

Gyakran felvetődik az a kérdés, hogy egy bizonyos közelítőtraktort milyen állományviszonyok mellett lehet még gazdaságosan üzemeltetni. Az alábbi számítás segítségével egyszerűen lehatárolható az a tartomány, ahol az eszköz alkalmazása már nem kifizetődő.

Átlagos adottságu terepviszonyok mellett vizsgáljuk meg, hogyan alakul a közelítés fajlagos időszükséglete $/t$; perc/ m^3 /; a közelítési távolság $/s$; m/, a vonszalék térfogata $/V'$; m^3 / és a felkapcsolt szálfák darabszáma $/n$; db/ függvényében.

Jó közelítéssel számítható az átlagos darabnagyság:

$$\frac{V'}{n} = V / m^3 / db / \text{ mindegyik esetre;}$$

és a gép óráköltségének $/k_0$; Ft/perc/ ismeretében számítható a fajlagos közelítési költség is:

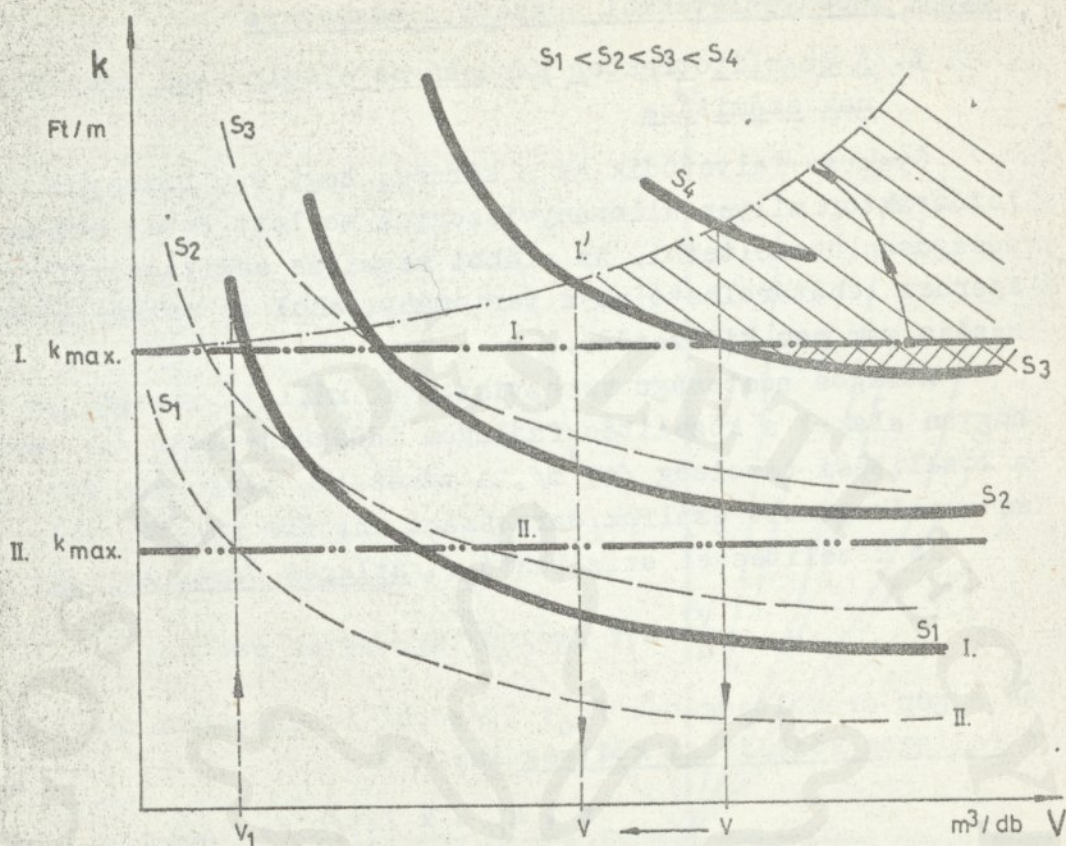
$$t \cdot k_0 = k / Ft / m^3 /.$$

A $k = f / s$; V függvénykapcsolat egyenletét számítva - mivel feltételezzük, hogy $n = f / V'$ /, és így n és V' helyett V lép be - pl. az alábbi paramétereket kapjuk:

$$k / Ft / m^3 / = 0,5 \cdot s^{+0,65} \cdot V^{-0,85}$$

Az adott átlagos s és V értékekhez tartozó k fajlagos közelítési költséget /átlagos terepviszonyok mellett/ az egyenlet segítségével már meghatározhatjuk, és összevethetjük azzal a maximális $k / Ft / m^3 /$ értékkel, melyet az adott termelés még "elvisel".

A feladat általános megoldását a 15. ábrán láthatjuk, ahol a kerek közelítési távolságokhoz $/s/$ tartozó fajlagos közelítési költség $/k/$ olvasható le V függvényében. Ha $k_{\max}$ értékét vízszintesen behuzzuk, kijelöljük azt az s és V értékpársort, mely felett gazdaságos, míg alatta gazdaságtalan az eszköz alkalmazása. Az ábrán is megfigyelhető, hogy minél



15. ábra. - Közeliítőgép gazdaságos alkalmazási tartománya

nagyobb s értéke, annál nagyobb szálfákat $/V/$ adó állományban lesz csak gazdaságos az adott traktor alkalmazása. A közeliítési távolság csökkenésével a kisebb V értékű állományokban is alkalmazható lesz a gép. Azt is láthatjuk, hogy V növekedése $/constans s$ mellett/ egyre kisebb közeliítési költséget von maga után, ill. V növekedése egyre nagyobb közeliítési távolságon teszi még gazdaságossá ugyanazon eszköz alkalmazását.

Az ábrára egy másik $/kisebb teljesítményű és fajlagos költségű/$ traktor hasonló összefüggéseit is felhordtuk. Itt k_{max} értékét alacsonyabbra vettük, mivel a tömeg-darab törvény következtében, a vékonyabb állományokban végzett faki-termelés drágább műveleti fajlagos költségei miatt a közeli-

tés eszközéül már csak olcsóbb megoldások jöhetnek szóba. Ezzel azt érzékeltetjük, hogy a nagy gép számára már gazdaságtalan méretű fákat egy kisebb teljesítményű géppel még gazdaságosan kiközelíthetjük /azaz ugyanazon közelítési távolságnál /s/ és darab-nagyságnál /V/ a nagyobb teljesítményű gép alkalmazása már célszerűtlen, míg a kisebb traktor még indokolt; példánkban $s_1 = \text{const}$ és V_1 esete!/.

Az összefüggések pontosabb meghatározásánál célszerű, ha $k_{\max}$ /még elviselhető fajlagos közelítési költség/ nagyságát V növekedésével együtt növelve adjuk meg, hiszen tudjuk, hogy V növekedésével a faanyag átlagos értéke is nő /mérete-sebb választékokat ad/, tehát egyre nagyobb közelítési költséget képes még "elviselni". Ezt a módosítást csak a nagyobb teljesítményű gép $k_{\max}$ költségvonalánál végeztük el, hogy a hatást érzékeltessük; /jól látszik, hogy ugyanazon V mellett nagyobb távolságu közelítés is gazdaságos lesz így/. A traktor vonóerejének felső határát itt is korlátként kell figyelembe venni!

Tehát, mivel:

$$V = f / d_{1,3}; H/,$$

megadhatók azok az állományjellemzők /ill. átmérő és fa magasság/, melynél a vizsgált eszköz alkalmazása még éppen gazdaságos lesz.

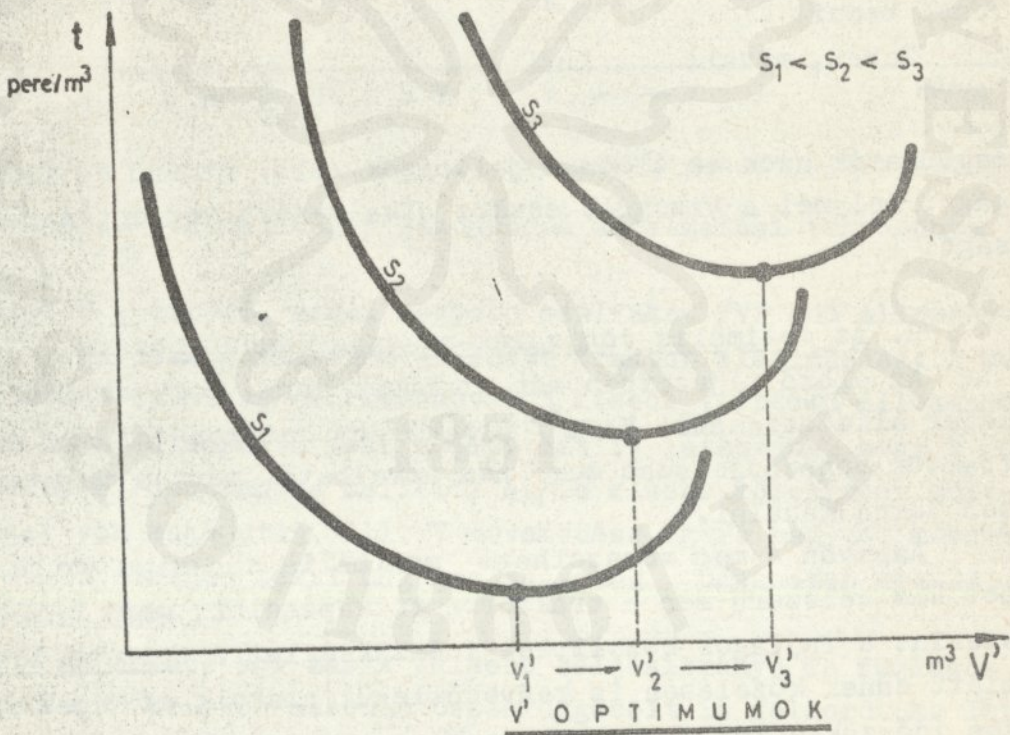
B. Az optimális vonszalék-nagyság meghatározása

Az előző fejezetben már utaltunk arra, hogy az időegyenletek alkalmazásánál V'/m^3 értéke egy határon túl /melyet a traktor vonóereje szab meg/ nem növelhető, mert a traktor el sem tudna indulni.

Azonban a még vonszolható maximális nagyságu vonszalékot sem célszerű már a traktorra felkapcsolni, mert mérések szerint a fajlagos közelítési időszükséglet a tulterhelés miatt ennek közelében is kedvezőtlenül alakul, azaz a fajlagos időszükséglet - parabolaszerűen - a nagyobb rakomány-tartományban újra nőni fog.

Vizsgálataink szerint nem adható egy olyan átlagos érték, mely a $V_{\max}$ %-ában adná meg a legkisebb fajlagos közelítési időszükségletet - azaz a legnagyobb termelékenységet - biztosító vonszalék-nagyságot, mivel ez a területi adottságokon túlmenően még a közelítési távolságtól is függ. Ezt mutatja be a 16. ábra, ahol a vonszolmány nagyságának V' ; m^3 / függvényében alakuló fajlagos közelítési időszükséglet t ; perc/ m^3 / került ábrázolásra, eltérő közelítési távolságok esetén, egy adott munkahelyen. Látható, hogy a közelítési távolsággal nő az optimális vonszalék-nagyság, és ez a növekedés - egy konkrét esetben, $100 \rightarrow 500$ m közelítési távolságnál - kb. $3,5 \rightarrow 5,5 m^3$ szélső értékkel jellemezhető, LKT-80 típusu traktor esetében.

Helyszíni mérések, megfigyelések segítségével azonban célszerű ennek az általános tendenciának a figyelembevétele is, a munka megszervezése során.



16. ábra. - A közelítés távolságának hatása V'_{opt} alakulására

Fenti néhány példával csak azt igyekeztünk bizonyítani, hogy egyszerű elemzésekkel és szervezési intézkedésekkel is jelentős teljesítménynövekedést tudunk biztosítani, ha nem sajnáljuk a fáradságot a felmérési-számítási munkákra.

3.2.3.3. Munkamozdulat-tanulmányok

A mozdulatok elemzésének a tudományos kutatási munkánál lehet nagy jelentősége, különösen az ergonómiában és a munkavédelemben.

Ezen elemzések alapján írják elő a szakmunkásképzésben a mozdulatok sorrendjét /pl. gallyazásnál, vagy a daru vezérlő-berendezésének kezelésénél/, és ennek alapján készülnek a munkavédelmi előírások.

Nagy jelentősége lehet a mozdulatok elemzésének olyan kézimunkánál, amely két gépi munkaművelet között teremt kapcsolatot. Ilyenkor a mozdulat elemzésének elhanyagolása miatt szűk keresztmetszet keletkezhet, amely az egész rendszer teljesítményét meghatározza.

MTM /3M/ módszer

Az MTM /Methods Time Measurement vagy 3M /Mozdulatelemzéses Munkatanulmányozás és Munkakialakítás/ módszer a Gilbreth által kialakított therblig-ből indult ki. Alapja az a megállapítás, hogy egy-egy alapmozdulat kivitelezési ideje véges és kis határokon belül konstans. Gilbreth és munkatársai a "therblige" segítségével készítették azokat a munkatanulmányokat, melyek nem tartalmaztak felesleges mozdulatokat. A mozdulatelemzés jobb és a balkézre külön-külön történt, ezért kétkéz-elemzésnek nevezték. Hátránya az volt, hogy csak a módszert elemezte és nem lehetett a mozdulatokhoz az időt hozzárendelni.

Továbbfejlesztését Segur /Gilbreth munkatársa/ végezte el, aki a huszas években megalkotta az "elemi időállandós rendszert", az MTA-t /Motion Time Analysis/. E módszert a német ipari szervezés is átvette.

A harmincas években a módszer tovább fejlődik és megjelenik a "Work-faktor" /munka-tényezők/ módszer. Alapelve, hogy minden mozdulat elvégzéséhez szükséges idő/t/ négy alapvető befolyásoló tényező függvénye:

$$t = f /C;S;P;V/$$

ahol:

C = a mozgó testrészt,

S = a mozdulat útja, a megtett mozgáshossz,

P = a mozgatandó súly,

V = a vezérlés, a mozgás feletti uralom, melyből a V lehetséges módjai:

a. szabad mozgás

b. vezérelt mozgás

/akarat, irányított mozdulat, irányváltozással véghezvitt, gondosan végrehajtott/.

A negyvenes években H.B.Maynard - I.L.Schwab - G.I.Stegemer-ten amerikai kutatók kidolgozták az MTM rendszer alapadatait, amelyet 1948-ban a "Methods Time Measurement" kézikönyvben összefoglaltak. Az almozdulatok időigényének megállapításához filmre vettek nagyszámu ipari munkafolyamatot. A másodpercenkénti 16 képből álló filmsebesség lehetővé tette, hogy az egyes mozdulatokra eső képek megszámlálásával meghatározzák a tényidőket. Az MTM teljesítményidőket különböző számítástechnikai eljárásokkal alakították ki, és az MTM idő-kártyát közzétették. A mozdulatidők alapegysége a TMU /Time Measurement Unit/ 1 óra = 10^5 TMU.

Az MTM almozdulatai: a "NYULNI" /jele R/, a "MEGFOGNI" /jele G/, "ELENGEDNI" /jele RL/, "MOZGATNI" /jele M/, és "ILLESZTENI" /jele P/. Ezt az öt leggyakoribb almozdulatot a "Felvenni" és "Elhelyezni" mozdulatsorba osztották be.

Az öt almozdulat mellett további hármat /nyomni, szétválasztani, csavarni/ használnak a mozgásfolyamatok leírásához. Ezenkívül megkülönböztetnek még szemmozgást és tíz testmozdulatot.

A mozdulatokat szimbolikus írásmóddal /kóddal/ jelölik, és hozzárendelik a megfelelő időértékeket.

Az MTM eljárásnál a mozgásfolyamatokat alapmozdulataikra bontják. Az alapmozdulatokhoz olyan időérték tartozik, amelynek nagysága a befolyásoló tényezők eseti sajátosságaitól függ, ezért alkalmas a munkamódszerek és normaidők megállapítására még a munkavégzés előtt. A munkafeladat kivitelezéséhez szükséges alapidők mellett meghatározzák a szükséges pót- és pihenési idők mennyiségét is.

A módszer foglalkozik ezenkívül a munkahelykialakítás problémáival is, így a munkahely emberhez való alakításának lehetőségeivel, a maximális munkabiztonsági tényezők kialakításával, és a módszer bevezetésének költségkihatásaival. A modern fel fogás - eltérően a kialakuláskor alkalmazottól - figyelembe veszi a munkavégzés emberi tényezőit is.

Az MTM eljárás előnyei:

- a. a kivitelezési idő helyett a munkamódszerre kell koncentrálni,
- b. a munkamódszer pontos leírásával az bármikor reprodukálható,
- c. az egyes munkamódszer alternatívákat objektív alapon lehet összehasonlítani,
- d. egységes időnormákat, normatívákat eredményez.

Alkalmazásának területei

Régi munkamódszer racionalizálása:

- A - A régi munkamódszer megfigyelése/személyes megfigyelés, technológiai dokumentáció, folyamatos filmfelvétel, ciklogramtechnika stb./
- B - A régi munkamódszer analízise
 - a műveletelemek mozdulatokra bontása,
 - adott munkahelyre jellemző teszt-kérdések kidolgozása,
 - a mozdulatok szisztematikus elemzése, a teszt-kérdésekre adott válaszok alapján,
 - /felesleges mozdulatok, egyszerűsítési lehetőségek megállapítása stb./
- C - Alternatív elképzelések kialakítása,

- D - Új munkamódszer variációk tervezése MTM szintézissel /az egyes munkamódszer variációk felépítése MTM alapmódszertokból/
- E - Munkahely kialakítás, szerszám-készülék konstrukció kiválasztása, az időszükséglet és költségigény meghatározása,
- F - Az egyes munkamódszer variációk összehasonlítása,
- G - Optimális munkamódszer kiválasztása és megtervezése.

Új munkamódszer tervezéséhez

A Adatgyűjtés /mint előbb/

B Alternatívikus tervezés

Hazánkban "Mozdulatelemzéses Munkatanulmányozás és Munkakialakítás" /3 M/ néven adaptálták a nemzetközileg elfogadott MTM módszert. A módszer alkalmazása vizsgáláshoz kötött.

Az MTM-1 /3 M-1/ módszerből alakították ki az MTM-2 /3M-2/ és a MTM-3 /3M-3/ eljárást, melyek egyszerűbbé tették az alkalmazását.

Alkalmazásának lehetőségei az erdőgazdasági munkafolyamatok sajátosságait figyelembe véve korlátozottak, azonban a korszerű munkaszervezés segítő eszköze lehet az ún. iparszerű termelés során.

3.2.4. Munkahely- és munkaerő tanulmány

A munkahely-tanulmány a munkaeszközök, a munkafeltételek, valamint az egyéb tárgyi tényezők által jellemezhető tevékenység összehasonlítása a legjobb technikával; a fejlesztés lehetőségeinek és korlátainak feltárása; a munkahely tényezőinek a dolgozó ember és munkavégzése szempontjából történő értékelése. A munkahely-tanulmányt ennek megfelelően négy részre oszthatjuk:

- Termelő berendezések, munkaeszközök és elrendezésük vizsgálata.
- A munkakörülmények vizsgálata.
- A munkahely ellátásának vizsgálata.
- A munkarend vizsgálata.

A munkaerő-tanulmány készítése során a munkavállalók adottságaiból és lehetőségeiből kiindulva vizsgáljuk a termelés színvonalát, a fejlesztés lehetőségeit és korlátait. Vizsgálunk kell a munkaerő általános emberi tulajdonságait, elemezni kell a termeléssel való kapcsolatát, különösen a dolgozó képességei és az általa betöltött munkakör összhangját.

Ismernünk kell a dolgozó együttműködési készségét, munkához való viszonyát, szakmai képzettségét, tanulásra való hajlamát stb.

A munkaerő-tanulmány adatait elemezve tehet a szervező javaslatokat a dolgozók továbbképzésére, megfelelőbb munkakörbe történő áthelyezésére, a munkaerő-kapacitás hatékonyabb fejlesztésére stb.

3.2.5. Munkamódszer tanulmány

Munkamódszernek nevezzük a munkaműveletek végrehajtása során szükségszerű térbeli és időbeli mozgások, mozdulatsozratok meghatározott, de ugyanakkor sajátos munkafogásokkal történő végrehajtási módját.

Munkamódszer tanulmány alatt azokat a vizsgálatokat értjük, melynek során rögzítjük és elemezzük a tárgyi tényezők és a munkaerő együttműködését, figyelemmel a munkahelyi tevékenység tényleges lezajlására, valamint azt, hogy az adott munkaerő, munkaeszköz és munkafeltétel mellett milyen termelési színvonalat érhetünk el. Megállapítjuk, hogy a megengedett terhelésekkel, a tervezett kapacitásokkal szemben mekkora a munkaerő, illetve a munkaeszköz tényleges leterhelése, kihasználása térben és időben, technikai, fiziológiai, pszichológiai, gazdasági stb. oldalról együttesen szemlélve.

A munkahelyi tevékenységek igen eltérő természetűek, ezért leírásukra, elemzésükre is a legkülönbözőbb módszerek alakultak ki. Ilyenek a munkanap felvételi eljárások, a mozgástanulmányok, a gyakoriságvizsgálatok, a munkamozdulat-tanulmányok.

A vizsgálat konkrét célja alapján határozzuk el, hogy mely módszerekkel tudjuk a tanulmányt a legmegfelelőbben elkészíteni.

Ezek a tanulmányok a műveletelemek időmérésével együtt alapot adnak a korszerű munkamódszerek kidolgozására.

3.3. A munkaszervezés gyakorlati metodikája

Valamely munkahelyre vonatkozó munkaszervezési tevékenység legcélszerűbb előkészítésére, a folyamatban lévő tevékenységek adatainak módszeres feljegyzésére a legalkalmasabb, ha munkaszervezési tanulmányt készítünk. A munkaszervezési tanulmány célja a munka optimális technikai, tér- és időbeli, fiziológiai, pszichológiai, gazdasági stb. lefolyását biztosító lehetőségek feltárása, jellemzően az alkalmazott munkamódszer hibáinak, veszteségeinek és a tartalékoknak vizsgálata alapján. A munkaszervezési tanulmány három fő részből áll, éspedig:

a/ a munkahely tanulmányból, mely a gépek és eszközök értékelését is tartalmazza;

b/ a munkaerő tanulmányból, és

c/ a munkamódszer tanulmányból, mely a munkanapfelvételt és a műveletek időráfordítását is magában foglalja.

A munkaszervezés során a célmeghatározástól el kell jutni a munka végrehajtásáig oly módon, hogy a szervező tevékenységünk hatékonysága a munkatevékenység magas foku termelékenységét és gazdaságosságát eredményezze.

A szervezés tehát folyamat, egymásba kapcsolódó munkamozzanatok sora, melyek logikai és időrendi egymásutánjának tervszerűsége a feladat sikeres megoldásának első előfeltétele.

A munkaszervezési tanulmány készítésének folyamatszakai, azok célját, feladatát, módszereit és dokumentációját tömören mutatja be a Susánszky anyagának felhasználásával szerkesztett összefoglaló tábla:

Áttekintés a munkaszervezési munka szervezetéről

S z a k a s z o k			S z a k a s z o k	
Megnevezése	célja	feladata	módszerei	dokumentációja
Elhatározás	A szervező tevékenység céljának meghatározása	személyi és tárgyi feltételek biztosítása	- vezetői információ - vezetői ellenőrzés - vezetői döntés	vezetői rendelkezés
Helyzetvizsgálat - felmérés - elemzés	A jelenlegi helyzet megismerése, az elemzés előfeltételeinek a megteremtése A jelenlegi helyzet és a követelmények közötti különbség okainak feltárása	Adatgyűjtés általában a vállalatról és az elvégzendő munkafolyamatról A helyzetvizsgálati kép értékelése, a szervezési vagy munkamódszerbeli hibák felfedezése	1. Tagolás 2. Szervezeti felépítés vizsgálata 3. Munkafolyamat vizsgálata 4. Veszteségforrás feltárások 5. Költségvizsgálat 1. Személyi feltételek 2. Munkamódszer 3. Munkaidő 4. Munkaszervezet 5. Munkahely és munkaeszközök 6. Költségek elemzése /mutatók kidolgozása/	Helyzetvizsgálati jelentés
Tervezés	Gazdaságosabb, termelékenyebb munkafolyamatok kialakítása	Több változatban javaslattétel	A munkarészlet megtervezése és összehangolása	Munkafolyamatok tervvariációi
Szabályozás	Legmegfelelőbb tervváltozat kidolgozása	Adaptált terv készítése	1. határidő 2. munkakör 3. munkamódszer 4. munkaidő 5. munkaszervezet 6. költség és anyag felhasználások 7. bizonylatolási előírások	- Technológiai terv - ügy-, munka- és bizonylati rend
Végrehajtás	A terv gyakorlati végrehajtása	A munkafolyamat betanítása és végrehajtása	1. Kisérleti bevezetés 2. Részleges bevezetés 3. Teljes bevezetés	határidő-terv
Hatékonyságvizsgálat	A bevezetett /végrehajtott/ munkafolyamat stabilizálása	- irányítás - ellenőrzés	1. Polyamatos ellenőrzés 2. Eredmények számbavétele	- Gazdaságossági számítások - zárójelentés

4. MUNKARENDSZEREK TERVEZÉSE ÉS ÉRTÉKELÉSE

Az utóbbi évek kutatásai /ERTI, EFE/ során kidolgozásra kerültek azok az alapelvek és szempontok, melyek segítségével a korszerű erdőművelési és fakitermelési munkarendszerek tervezése, munkájuk szervezése üzemi körülmények között is gazdaságos, a veszteségidőt minimálisra csökkentő formában biztosítható. A kidolgozott módszerek segítségével számszerűsíthetők az egyes technikai és technológiai változatok műszaki-ökonómiai jellemzői, és biztosítható a munkafolyamat magas szintű munkahelyi szervezése.

4.1. Munkarendszerek, géprendszerek tervezése

A különböző műszaki színvonalon álló munka- és géprendszerek, illetve technológiák értékelését célzó vizsgálatok során gyakran jelentős számú változat műszaki és ökonómiai mutatóit kell kidolgozni, különböző alkalmazási körülmények között.

A számítások során nyert jellemző értékek közvetlen összehasonlíthatósága, sorbarendehezhetősége érdekében a géprendszerek összeállításánál, munkájuk szervezésénél egységes elveket és szempontokat célszerű érvényesíteni.

A tervezés és értékelés lépéseit, az általánosan érvényesítendő szempontokat ismertetjük az alábbiakban.

4.1.1. A tervezés alapelvei és lépései

A munkarendszer munkája tervezésének és szervezésének is alapegysége a munkaművelet, amely önmagában befejezett, számbevehető munkavégzést jelent. A tervezés során úgy kell meghatározni a műveletek

- sorrendiségét
- eszközét
- létszámát
- térbeli elhelyezését,

hogy a munkarendszer - a műveletek összessége - kielégítse a tervezett munkafolyamat és termék igényeit és a következő feltételeket:

- a/ A művelet eszközét és az eszköz nagyságrendjét első közelítésben a környezeti tényezők és a munkafolyamat jellemzői határozzák meg. Pl. méretes teljesítményfőbevezetésének eszköze valamelyik félstabil aprítógép. Nagyságrendjét és típusát a várható darabnagyság, a koncentráció mértéke, az anyagellátás intenzitása és az aprításra kerülő anyag előkészítettsége, elhelyezkedése határozza meg. Ez az eszköztálasztás elve és feltétele.
- b/ A műveletek, illetve az azokat végrehajtó munkások, gépek, berendezések teljesítménye összehangolásának, az egyenkapacitás biztosításának már a műveletgépesítés szintjén is nagy jelentősége van. Ez azt jelenti, hogy két egymás után következő műveletnek azonos a teljesítménye. Különösen fontos kérdésként jelenik meg az egyenkapacitás igénye a folyamatgépesítés szintjén lévő munkarendszereknél. Természetesen a teljes termelési folyamat összehangolása csak ritkán és nagy áldozatok árán sikerülhet /tartalékgépek beállításával, többletkapacitások felesleges lekötésével/. Ez az összehangolás elve és feltétele.
- c/ A munkafolyamatot azért mindig meg kell szakítani ott, ahol két egymás után következő műveletet nem, vagy csak nagy többletátfordítással lehet összehangolni. A megszakítás következményeként a munka tárgya helyben marad, felhalmozódik. A megszakítás feltétele tehát az, hogy a megszakítás helyén elegendő és megfelelő terület álljon rendelkezésre a felhalmozódó anyag elhelyezésére. Ez a megszakítás elve és feltétele.
- d/ A megszakítás a munkafolyamatot szakaszokra osztja, és a b/ alatti összehangolást már csak a szakaszon belül kell elvégezni. Ezáltal a szervezési munka jelentősen egyszerűsíthető.
- e/ A különböző munkarendszerekben egyes műveleteket csak az átáramló fatömeg egy részén kell elvégezni. Ilyen esetet

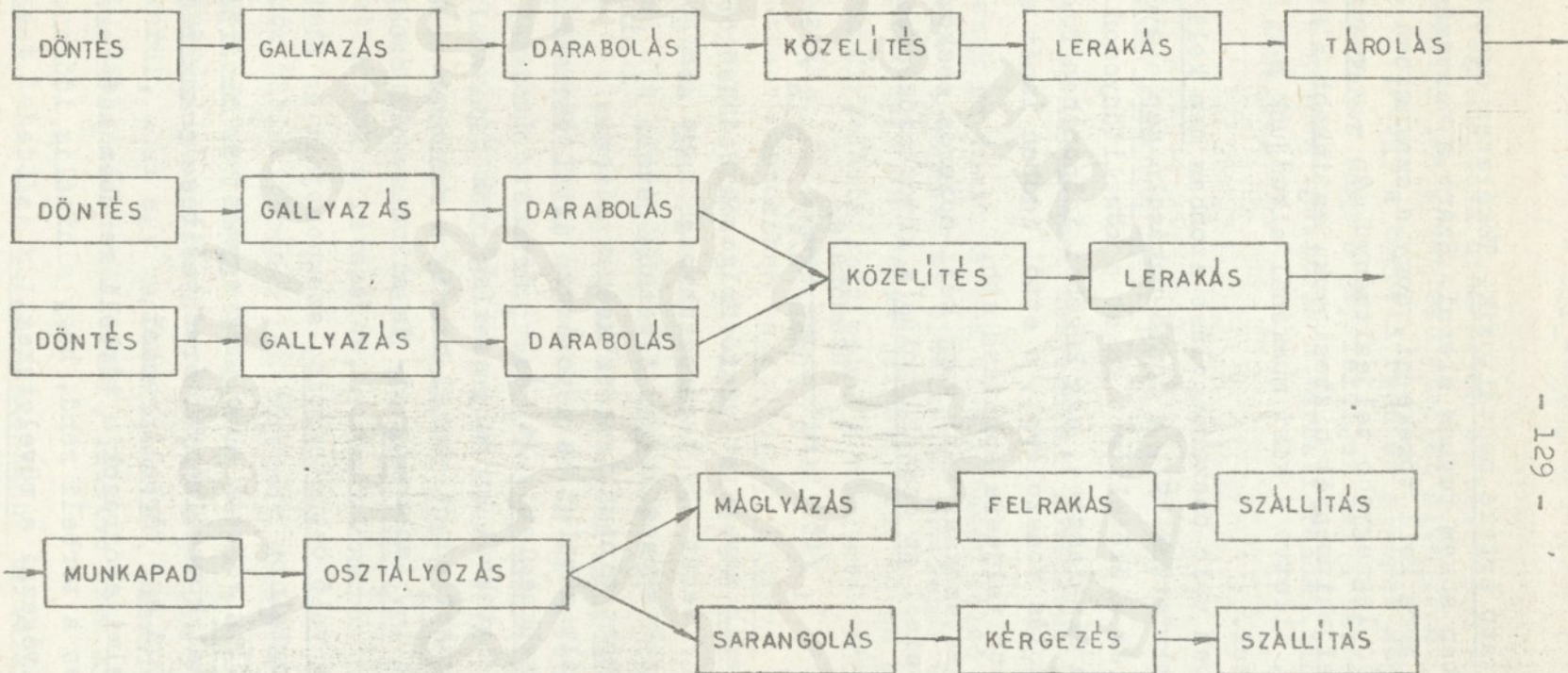
- jelent, amikor a törészből leválasztják a hagyományos fűrészipari feldolgozásra kerülő értékes választékokat és csak az értéktelen törzsrész és koronarész kerül aprításra. Ebben az esetben az összhangot a különböző mennyiségek figyelembevételével kell biztosítani. Másik lehetőség, hogy ezeket a műveleteket elágazó sorként kezeljük, és külön mezőben lévő szakaszt képeznek, melyet önmagában kell összehangolni. Erre mutat példákat a 17. ábra.
- f/ Meg kell vizsgálni, hogy az összehangolt folyamatszakasz kielégíti-e az ergonómiai követelményeket, és a szükséges módosításokat el kell végezni.
- g/ Fel kell vázolni az a/...f/ szerint kialakított folyamatszakaszoknak a technológiai követelményeket és a biztonsági előírásokat is kielégítő térbeli rendjét. A térbeli rend olyan legyen, hogy az emberek, gépek és a faanyag mindig a legnagyobb teljesítményt nyújtó vonalon mozogjanak. Ne legyen felesleges, elhagyható vagy összevonható mozgás. A térbeli renden belül ki kell jelölni az emberek, gépek, anyagok mozgásának nyomvonalát.

4.1.2. Az időbeli és térbeli összehangolás

Az egyes szakaszokon belül a műveleteket időben és térben össze kell hangolni.

Az időben való összehangolás célja, hogy se a munkások, se a gépek ne várákozzanak egymás miatt, vagyis hogy kiküszöböljük a szűk keresztmetszeteket az anyagáramlásban. Ezt úgy érhetjük el, hogy valamennyi műveletnél azonos időt fordítunk ugyanazon teljesítmény elérésére. Fentiek biztosítása úgy lehetséges, hogy a kézi munkával végzett műveleteknél a létszámot változtatjuk, a géppel végzett műveleteknél pedig vagy a gépek számát változtatjuk, vagy a gépek teljesítményét, tehát egy nagyobb vagy kisebb teljesítményű gépet alkalmazunk.

Az időben való összehangolás során tehát változik a műveletek időráfordítása. Ennek az a következménye, hogy va-



17. ábra. - A műveletsor elrendezésének lehetőségei

lamennyi mutató értéke megváltozik. Tökéletes összehangolást a gyakorlatban sosem tudunk elérni. Ezért a tervezés és szervezés során arra kell törekedni, hogy a szakaszban dolgozó legdrágább és legnagyobb teljesítményű gép - a vezérgép - maximális teljesítményét biztosítsuk, és inkább a kisebb értékű gépeknél, illetve a kézi munkánál alkudjunk meg kisebb időkihasználással.

Az időben való összehangolást azonban nem kell erőltetni, ahogy már említettük. Pl. a döntő-rakásoló gép a gyérités során kiemelt és előközelitett fákat a közelítőnyomon rakásolja. Ettől időben elválasztva, egy későbbi időpontban folyhat a közelítés markolás vonszolóval, s ettől időben ismét elválasztva a készletezett teljesfa aprítása stb.

A folyamatszakasz kézi vagy kézi-motoros eszközökkel végzett műveleteinél az összehangolás a következőképpen történik:

$$L_i / \text{fő} / = \frac{t_i / \text{üzemóra/m}^3 /}{t_v / \text{üzemóra/m}^3 /} L_i \text{ min} / \text{fő} /$$

Az "i"-edik műveletet végző dolgozók összhangot biztosító létszámát $/L_i/$ tehát úgy határozzuk meg, hogy az egységre eső időráfordításuk azonos legyen a vezérgépével. $L_i \text{ min}$ a művelet elvégzéséhez minimálisan szükséges létszám.

A vizsgált művelet és a vezérgép által végzett művelet fajlagos időszükségletét $/t_i$ és t_v értékét/ normatáblázatokból vagy időegyenletekből kapjuk, esetleg csak tapasztalati átlagszámok. Értéküket adott gépnél mindig a rendszer bemenő adatai /környezeti-, technológiai- és állományjellemzők/ határozzák meg.

A térben való összehangolás szempontjait az alábbiakban lehet összefoglalni:

- az egyidejűleg végzett műveletek egymást ne zavarják,
- az ergonómiai követelmények érvényesítése sokszor önmagában is meghatároz egy térbeli rendet,
- a munkavédelmi előírások a térbeli rendben határokat szabnak,
- olyan legyen a térbeli rend, hogy minimális időráfordítással lehessen elvégezni a műveleteket,

- a művelet végrehajtása után olyan térbeli rend alakuljon ki, amely megkönnyíti a következő művelet elvégzését,
- általános elv, hogy a térbeli rend és a gépek kölcsönhatásban vannak. Tehát vagy a gép feleljen meg a térbeli rendnek, vagy a géphez igazítsuk a térbeli rendet. Inkább ez utóbbi lehetséges.

4.1.3. A teljes munkarendszer tervezése

A teljes munkarendszer tervezése a következő lépésekben történik:

- a/ Megtervezzük az adott termék előállítását célzó munkafolyamatot, mely lényegében az elvégzendő műveletek vagy műveletcsoportok meghatározását jelenti. Már ebben a tervezési szakaszban figyelembe kell venni a műveletek időbeni, térbeli és logikai általános kapcsolatait is.
- b/ A folyamatterv birtokában technológia előtervet készítünk, amelyben a meghatározott műveletek elvégzéséhez figyelembe vehető műszaki megoldásokat rendeljük.
- c/ A kiválasztott gépfajokon belül megkeressük a teljesítőképességben és technológiai alkalmasságban számunkra legmegfelelőbb gépfajtát, és meghatározzuk az adott feladat konkrét munkahelyen történő megoldása közben a gépektől elvárható teljesítményeket és egyéb üzemeltetési mutatókat.
- d/ A tervezés alapelvei szerint kialakítjuk a folyamatszakszokat és a szakaszokon belül az összehangolás elve alapján meghatározzuk a létszámot, a gépek konkrét típusát és darabszámát.
- e/ A szakaszok kialakításának lehetőségeit vizsgálva, a szám szerű összefüggések ismeretében dönthetünk a műveletsor elhelyezéséről, amely lehet soros /pl. a teljes fatömeg aprításra kerül, azaz egy mezőben áramlik/, összefonódó és szétágazó /többmezős rendszerek/, illetve ezek kombinációja.
- f/ A szállítást lehetőleg külön szakaszként tervezzük, még akkor is, ha a megelőző műveletekkel egyidejűleg folyik.

Válasszuk szét a hagyományos választékok és az apríték szállítását, mert eltérő rakodó- és szállítóeszközt igényelnek. /Szétágazó műveletsor./

- g/ Használjuk ki azt a lehetőséget, hogy valamely nagy teljesítményű gép külön szakaszként, több munkarendszerben is dolgozzon. /Összefonódó műveletsor./
- h/ Az eddig részleteiben csak önállóan vizsgált szakaszok teljesítményét és egyéb jellemzőit végül a rendszer vezérgépét tartalmazó szakasz teljesítményéhez kell igazítani, hogy a teljes munkarendszer összehangolt működésének feltételeit megteremtsük. Természetesen az itteni összehangolás célja már csupán a konkrét feladat végrehajtását biztosító teljesítmény meghatározása, a szükséges kapacitás kimutatása, valamint a rendszerre jellemző legfontosabb műszaki-gazdasági mutatók számítása.
- Az egyes szakaszok ugyanis önállóan is működtethetők, esetenként egymással felcserélhetők a különböző munkarendszerek között, csupán éves egyenletes leterhelésükről kell a tervezés-szervezés magasabb szintjén gondoskodni.
- i/ A munkarendszer működési feltételeinek és általánosan alkalmazható technológiai folyamatának összefoglalása, rögzítése biztosítja végül a megtervezett munkarendszer üzemi alkalmazásához szükséges alapinformációkat. Ilyen feltétel lehet pl. a szakaszhatáron a tárolási hely kiterjedése és milyensége, az ideiglenes utmegegerősítés, a felkészítőhely kialakítása stb.
- j/ A tervezés során az egyes szakaszokra és a teljes munkarendszerre is meg kell adni azokat az adatokat, amelyek a munkák munkahelyi és vállalati szervezéséhez szükségesek. Ugyancsak meg kell adni azokat az ökonómiai mutatókat is, amelyek alapján a munkarendszer gazdasági értékelése elvégezhető és az egyes munkahelyeken való alkalmazására vonatkozó döntés meghozható.
- A tervezés elvégezhető négy alpműveletes számológépekkel is, de egyre gyorsabbá válik ha programozható, ún. kalkulátor típusú gépek vagy számítógépek állnak rendelkezésre.

kezésre. Ugyanez vonatkozik az operációkutatási módszerek /optimálási modellek/ alkalmazására is, amelyeket előnyösen felhasználhatunk az erdőgazdasági munkák tervezése-szervezése során; pl. hálótervezési módszerek, sorbanálási modellek, termelési függvények, lineáris programozás. A munkarendszer tervezéséhez hasonlóan, attól csak kisebb részletekben eltérő módon készítjük el az egyes konkrét munkahelyek munkájának irányításához, szervezéséhez szükséges szervezési terveket. Nevelővágásoknál is javasolható az ERTI által kidolgozott vágásszervezési séma /ürlapsorozat/ és módszer alkalmazása. Különös figyelmet kell fordítani az adott vágásterület állomány-, terep- és anyagmozgatási viszonyaihoz legjobban igazodó térbeli rend kialakítására. Elhanyagolhatatlan az egyes munkahelyek tevékenységének, létszám- és eszközigényének együttes értékelése, lehetőleg éves kihasználásuk közös maximumára törekedve.

Csak ilyen átfogó és színvonalas tervezés, előkészítés és ütemezés teszi lehetővé az egyes hagyományos és korszerű munkarendszerek felcserélhető, kiegészítésre is alkalmas szakaszainak megfelelő kihasználását és az egyes munkarendszerek folyamatos termelésének biztosítását.

4.2. Munkarendszerek, géprendszerek műszaki-ökonómiai értékelése

4.2.1. A vizsgálat célja

Fejlesztési tervek készítésénél, amikor arról kell dönteni, hogy milyen fakitermelési munkarendszereket alkalmazunk, illetve az egyes munkarendszerekben milyen nagyságrendű gépeket üzemeltessünk, szükségünk van valamilyen - az összehasonlítás lehetőségét is biztosító - értékelő módszerre.

Egyik ilyen lehetséges eljárás a következő:

A döntéstől a szállításig terjedő munkafolyamat szakaszainak meghatározzuk, majd összegezzük a következő mutatóit, munka-

rendszerenként, ill. munkarendszer változatonként:

Q	$m^3/\text{év}$	teljesítmény
M	$m^3/\text{fő}/\text{év}$	termelékenységi
M'	$\text{óra}/m^3$	élőmunka ráfordítás
K	Ft/m^3	fajlagos költség
E	Ft/m^3	fajlagos eszközérték
E'	$\text{Ft}/\text{fő}$	egy főre eső eszközérték
H	$m^3/\text{Ft}/\text{év}$	eszközhatékonyság
T	kWh/m^3	fajlagos energiaszükséglet
Ü	Ft/m^3	fajlagos üzem- és kenőanyag költség stb.

A műszaki, gazdasági és esetenként a biológiai hatások ilyen együttes, egységes és objektív alapokon álló értékelése segítségével a feladatokhoz legjobban igazodó munkarendszerek választhatók ki, illetve az adott munkarendszerhez meghatározhatók az üzemeltetés optimális körülményei /terep- és állományviszonyok stb./. Az ide sorolható vágásterületek fatömegarányos csoportosításával megállapítható az egyes munkarendszerek /és változatok/ alkalmazási aránya és leterheltsége az adott gazdasági egységben, ezáltal a munkarendszerek és az állományok összehangolt tipizálásához is alapadatokat nyerünk.

A legfontosabb mutatók számítási módját a következőkben ismertetjük, a munkarendszerek tervezésénél irtakkal összhangban.

4.2.2. A műveletek jellemzői

A műveletekre vonatkozó alapadatokat az alábbiakban rögzítjük

a/ - A műveletek fajlagos időráfordítása a szakaszban:

$$t_i / \text{üzemóra}/m^3/.$$

Ezen belül a szakasz vezérgépének az időráfordítása:

$$t_v / \text{ü.óra}/m^3/.$$

Esetenként az adott műveletet az egy mezőben áramló összes fatömegnek csak egy részén kell elvégezni /pl. kérgezés, hasítás/. Az egyszerűség kedvéért ilyenkor a fatömeg-arányosan csökkentett műveleti időszükségletet kell a számításoknál felhasználni. Pl. a teljes mennyiség 30 %-át kérgezzük, ezért a teljes fatömegre eső átlagos kérgezési időszükséglet:

$$t_{\text{kérg.}/\text{átl.}} = 0,30 \cdot t_{\text{kérg.}/\text{tényl.}} \text{ lesz.}$$

- Az adott művelet elvégzéséhez - helyes technológia alkalmazása esetén - szükséges legkisebb létszám:

$$L_{i\text{min}} \text{ /fő/}$$

- A műveletet végrehajtó munkás(ok) béreköltsége /pótlékokkal, járulékokkal/ és az alkalmazott gép üzemóraköltsége együtt:

$$k_{oi} \text{ /Ft/óra/}$$

A vizsgálatba bevont gépek, berendezések üzemóraköltségét az alábbi képlet segítségével számíthatjuk:

$$k_o = \frac{A \cdot a}{J \cdot 100} /1 + r/ + 1,55 B + \frac{E}{J} + \frac{F \cdot P}{100} \text{ /Ft/üóra/}$$

ahol:

A = a gép beszerzési ára /Ft/

a = amortizációs kulcs /%/

J = évi üzemórák száma /üóra/év/

r = javítási hányad /-/

B = gépkezelő munkabére, az alapórabér /Ft/üóra/

E = adó, biztosítás, tárolás és egyéb költségek /Ft/év/

F = üzemköltség /Ft/prod.óra/

P = gépkihasználás aránya /%/

- Az adott gép beszerzési ára: A_1 /Ft/; élettartam: N_1 /év/; teljesítménye: T_1 /kW/ az üzemanyagfogyasztása: U_1 /Ft/üó/.

b/ - A művelet fajlagos élőmunka-igénye:

$$M_i' = t_i \cdot L_{i\min} \quad / \text{óra}/\text{m}^3/$$

- Fajlagos műveleti költség:

$$K_i = t_i \cdot k_{o_i} \quad / \text{Ft}/\text{m}^3/$$

- Fajlagos energia-felhasználás:

$$T_i' = t_i \cdot T_i \quad / \text{kWh}/\text{m}^3/$$

- Fajlagos üzemanyag-költség:

$$U_i' = t_i \cdot U_i \quad / \text{Ft}/\text{m}^3/$$

Az erdőnevelés, fahasználat és szállítás-rakodás néhány jellemző gépének alapadatait tartalmazza a 9. táblázat. A gépek üzemóráköltségének összetevőit a 10. táblázatban adjuk meg.

4.2.3. A szakaszon belüli összehangolás és a szakasz mutatóinak számítása

a/ - A vezérgéphez igazított műveleti létszám:

$$L_i = \frac{t_i}{t_V} \cdot L_{i\min} \quad / \text{fő}/$$

- A vezérgép mellett üzemeltetendő gépek száma műveletenként:

$$G_i = \frac{t_i}{t_V} \quad / \text{db}/$$

b/ - A szakaszban végrehajtott műveletek együttes élőmunka-szükséglete:

$$M_j' = \sum M_i' \quad / \text{óra}/\text{m}^3/$$

A vizsgált gépek alapadatai

Gép típusa	Qyártó ország	Teljesítmény	Tömeg	A	a	N	r	B	E	Ü	F	P	k _o
-	-	kW	kg	sFt	%	év	-	Ft/óra	Ft/év	l/próra	Ft/próra	%	Ft/óra
Stihl 041 AV	NSZK	3	8,9	14	25	4	1,0	22	500	1,22	40	50	58,30
Stihl 051 AV	NSZK	4	11,4	14	25	4	1,0	22	500	1,26	43	50	59,80
Makari döntő-rakásoló	Finn	22	2400	2067	25	4	1,0	26	1800	4,2	53	65	650,00
Clark Bobcat 1075	USA	60	6908	2140	25	4	0,9	28	1900	11,0	139	65	699,60
Timberjack 1700+Worbark*15	Can+USA	100	9700	5072	25	4	0,8	32	2700	18,5	234	70	1482,90
Timberjack 2000+Worbark 20	Can+USA	122	10800	5533	25	4	0,8	32	2800	21,0	266	70	1620,70
Timberjack TJ-30	Can	63	13608	7480	25	4	0,7	28	2900	12,2	155	70	1919,60
ÖSA 260 FS	Svéd	120	16500	12198	25	4	0,7	32	3000	16,5	209	75	3088,20
Timberjack 1900+Allen Jarck	Can+USA	106	10150	5055	25	4	0,9	32	2400	18,0	228	70	1544,50
L6	/H/	0,5	500	40	/17/	/6/	/0,4/	20	2000	-	/30/	50	52,40
Küzelítő kerékpár KK-70	H	-	230	20	17	6	0,8	20	500	0,05	1	50	35,20
Zetor 5748	CS	40	3460	201	17	6	1,2	24	1428	7,3	92	50	125,80
MTZ-50+csőrle	SZU	37	2750	160	17	6	1,4	24	1428	6,2	79	50	113,80
MTZ-80	SZU	57	3400	282	17	6	1,0	26	1636	11,0	139	50	163,90
MTZ-82	SZU	57	3620	336	17	6	0,9	26	1636	11,6	147	50	175,00
MTZ-80+RV 700	SZU+H	57	3590	302	17	6	1,1	26	1700	11,5	146	50	174,10
MTZ-80+HRK 3000	SZU+H	57	3700	307	17	6	1,1	26	1700	11,6	147	50	175,60
Zetor Crystal 12011	CS	81	5200	658	12	8	1,3	28	1844	15,1	191	60	259,90
Zetor Crystal 12045	CS	81	5348	842	12	8	1,1	28	1844	16,1	204	60	284,60
T-150 K	SZU	121	7900	1003	12	8	1,9	30	2260	23,8	302	65	438,00
LKT-80	CS	59	6350	866	17	6	1,0	26	2052	11,1	141	60	289,60
LKT-120 A	CS	84	9900	1768	12	8	0,9	28	2260	15,4	195	65	395,50
Timberjack 225	Can	71	5460	3389	12	8	0,8	28	1900	13,6	172	65	562,90
LKT-80 D	CS	59	6500	1557	17	6	0,9	26	1900	11,1	141	65	412,40
Timberjack 230	Can	62	7000	3149	17	6	0,8	26	1900	12,0	152	65	675,50
Timberjack 380	Can	93	9300	3967	12	8	0,8	30	1900	15,0	190	65	647,20
Makari szorítósz.vonsz.	Finn	22	2400	1959	25	4	1,0	26	1800	4,2	53	65	620,00
TB-1	SZU	55	11500	867	17	6	0,9	26	1600	11,8	150	60	286,80
Valmet 870 CN	Finn	57	8500	3475	17	6	0,8	26	1900	10,6	134	65	719,30
Valmet 872 K	Finn	75	10500	4089	17	6	0,8	28	2000	15,4	195	65	866,40
Valmet 882 K	Finn	96	12720	5082	12	8	0,75	30	2500	15,0	190	70	773,80
Timberjack 230 D	Can	62	10995	4418	17	6	0,8	26	1900	13,2	167	65	901,10
ÖSA 260	Svéd	103	14000	9835	12	8	0,7	30	2500	16,2	205	70	1306,10

9. táblázat
/folytatás/

Gép típusa	Gyártó ország	Teljesítmény	Tömeg	A	a	N	r	B	E	U	F	P	k _o
-	-	kW	kg	eFt	%	év	-	Ft/óra	Ft/év	l/próra	Ft/próra	%	Ft/óra
Zetor Crystal 12011+KCR-4000+RP6	CS+H	81	8900	1136	17	6	1,3	28	3800	17,5	222	60	425,50
T-150 K+HIAB-560+RP12	SZU+NSZK+H	121	11750	2300	17	6	2,0	30	4460	24,0	304	65	844,60
KSK 16	Ausztr.	235	36000	14147	12	8	0,9	32	4000	14,0	177	75	1976,50
Kockums 822 GP	Svéd	79	8870	5400	25	4	0,75	30	2700	15,4	195	70	1497,00
ÖSA 705/260	Svéd	120	18000	18967	25	4	0,7	32	3000	16,2	205	75	4683,40
Hydro-Slasher csoportos daraboló	NSZK	-	1700	1603	17	6	0,8	26	1500	0,8	15	60	322,60
KR-2	H	-	2450	486	17	6	1,5	26	1500	0,4	8	50	159,90
Cambio	Svéd	-	1800	2300	17	6	0,9	26	1500	0,2	4	65	456,40
TH-01	H	-	1850	144	17	6	1,5	26	1200	0,3	6	50	78,00
Morbark W8	USA	-	3248	2526	17	6	0,9	26	1500	0,2	4	65	497,00
MTZ-50+KCR 2000+Zelop	SZU+H	37	5200	499	17	6	1,5	26	2928	7,2	91	50	205,30
HIAB 560	Svéd	-	850	946	25	4	0,5	26	1000	0,2	7	50	241,50
KCR-2000	H	-	465	259	25	4	0,3	26	1000	0,2	7	50	91,20
KCR-4000	H	-	1200	328	25	4	0,3	26	1000	0,2	7	50	103,70
MTZ-50+KCR 2000	SZU+H	37	3200	389	17	6	1,5	26	2428	6,8	86	50	176,50
MTZ-80+HIAB 560	SZU+Svéd	57	4250	1228	25	4	0,6	26	2636	11,2	146	50	365,10
Morbark 12	USA	156	13000	3956	25	4	1,0	32	3000	19,8	251	65	1313,30
Morbark 22 RXL	USA	280	27500	10679	25	4	0,8	32	5000	28,6	362	75	2993,70
Valmet TT 1000 F	Finn	110	18500	10951	25	4	0,8	32	3000	21,0	266	75	2988,60
Egri aprítógép	H	-	4000	500	17	6	1,4	26	1500	0,4	8	50	158,50
ZIL-130 G	SZU	110	4800	195	17	6	1,4	28	6170	22,5	409	50	295,50
IPA W-50	NDK	92	4600	349	17	6	1,5	26	5650	12,5	158	50	204,80
KAMAZ 5320	SZU	155	7184	592	12	8	1,3	28	6650	15,3	194	50	234,90
EPL pótkocsi	H	-	2800	140	12	8	1,7	2	2500	0,1	2	50	30,70
MAZ-509+HIAB 560	SZU+Svéd	148	14170	1550	17	6	1,2	30	8210	28,1	356	50	551,20

A = a gép beszerzési ára
a = amortizációs kulcs
N = a gép élettartama
r = javítási hányad
B = gépkezelő munkabére

E = adó, biztosítás, tárolás stb. költsége
U = üzemanyagfogyasztás /l/pr.óra/
F = üzemeltetés
P = gépkihasználás aránya
k_o = üzemeltetési költség

A vizsgált gépek üzemóraköltsége és költségösszetevői

Gép típusa	Amortizáció		Javítás, karbantartás		Bér és járuléka		Egyéb költség		Üzem- és kenőanyag		Összes költség	
	Ft/Óra	%	Ft/Óra	%	Ft/Óra	%	Ft/Óra	%	Ft/Óra	%	Ft/Óra	%
Stihl 041 AV	1,94	3,3	1,94	3,3	34,10	58,5	0,28	0,5	20,00	34,4	58,27	100
Stihl 051 AV	1,94	3,2	1,94	3,2	34,10	57,1	0,28	0,5	21,50	36,0	59,76	100
Makari döntő-rakásoló	287,08	44,2	287,08	44,2	40,30	6,2	1,00	0,1	34,45	5,3	649,96	100
Clark Bobcat 1075	297,20	42,5	267,50	38,2	43,40	6,2	1,10	0,2	90,40	12,9	699,60	100
Timberjack 1700+Morbark 15	704,40	47,6	563,60	38,0	49,60	3,3	1,50	0,1	163,80	11,0	1482,90	100
Timberjack 2000+Morbark 20	768,50	47,4	614,80	37,9	49,60	3,1	1,60	0,1	186,20	11,5	1620,70	100
Timberjack TJ-30	1038,90	54,1	727,20	37,8	43,40	2,3	1,60	0,1	108,50	5,7	1919,60	100
ÖSA 260 FS	1694,20	54,8	1185,90	38,4	49,60	1,6	1,70	0,1	156,80	5,1	3088,20	100
Timberjack 1900+Allen Jarck	702,10	45,5	631,90	40,9	49,60	3,2	1,30	0,1	159,60	10,3	1544,50	100
L6	3,78	7,2	1,51	2,9	31,00	59,2	1,11	2,1	15,00	28,6	52,40	100
Közelítő kerékpár KK-70	1,89	5,4	1,51	4,3	31,00	88,1	0,28	0,8	0,50	1,4	35,18	100
Zetor 5748	18,98	15,1	22,78	18,1	37,20	29,6	0,79	0,6	46,00	36,6	125,75	100
MTZ-50+csőr15	15,10	13,3	21,20	18,6	37,20	32,7	0,80	0,7	39,50	34,7	113,80	100
MTZ-80	26,60	16,2	26,60	16,2	40,30	24,6	0,90	0,5	69,50	42,5	163,90	100
MTZ-82	31,70	18,1	28,60	16,3	40,30	23,0	0,90	0,5	73,50	42,1	175,00	100
MTZ-80+RV 700	28,50	16,4	31,40	18,0	40,30	23,2	0,90	0,5	73,00	41,9	174,10	100
MTZ-80+HRK 3000	29,00	16,5	31,90	18,2	40,30	22,9	0,90	0,5	73,50	41,9	175,60	100
Zetor Crystal 12011	43,90	16,9	57,00	21,9	43,40	16,7	1,02	0,4	114,60	44,1	259,90	100
Zetor Crystal 12045	56,10	19,7	61,70	21,7	43,40	15,2	1,02	0,4	122,40	43,0	284,60	100
T-150 K	66,90	15,3	127,00	29,0	46,50	10,6	1,30	0,3	196,30	44,8	438,00	100
LKT-80	81,80	28,2	81,80	28,2	40,30	13,9	1,10	0,4	84,60	29,3	289,60	100
LKT-120 A	117,90	29,8	106,10	26,8	43,40	11,0	1,30	0,3	126,80	32,1	395,50	100
Timberjack 225	225,90	40,1	180,70	32,1	43,40	7,7	1,10	0,2	111,80	19,9	562,90	100
LKT-80 D	147,05	35,7	132,35	32,0	40,30	9,8	1,06	0,3	91,65	22,2	412,41	100
Timberjack 230	297,40	44,0	237,90	35,2	40,30	6,0	1,10	0,2	98,80	14,6	675,50	100
Timberjack 380	264,50	40,9	211,60	32,7	46,50	7,2	1,10	0,2	123,50	19,0	647,20	100
Makari szorítózs. vonszoló	272,08	43,9	272,08	43,9	40,30	6,5	1,00	0,1	34,45	5,6	619,96	100

10. táblázat
/folytatás/

Gép típusa	Amortizáció		Javítás, karbantartás		Bér és járulékai		Egyéb költség		Üzem- és kenőanyag		Összes költség	
	Ft/Óra	%	Ft/Óra	%	Ft/Óra	%	Ft/Óra	%	Ft/Óra	%	Ft/Óra	%
TB-1	81,90	28,6	73,70	25,7	40,30	14,1	0,90	0,3	90,00	31,4	286,80	100
Valmet 870 CN	328,20	45,6	262,60	36,5	40,30	5,6	1,10	0,2	87,10	12,1	719,30	100
Valmet 872 K	386,20	44,6	308,90	35,7	43,40	5,0	1,10	0,1	126,80	14,6	866,40	100
Valmet 882 K	338,80	43,8	254,10	32,8	46,50	6,0	1,40	0,2	133,00	17,2	773,80	100
Timberjack 230 D	417,30	46,3	333,80	37,0	40,30	4,5	1,10	0,1	108,60	12,1	901,10	100
ÖSA 260	655,70	50,2	459,00	35,1	46,50	3,6	1,40	0,1	143,50	11,0	1306,10	100
Zetor Crystal 12011+KCR-4000+RP 6	107,29	25,2	139,48	32,8	43,40	10,2	2,11	0,5	133,20	31,3	425,48	100
T-150K+HYAB-560+RP 12	199,34	23,6	398,68	47,2	46,50	5,5	2,48	0,3	197,60	23,4	844,60	100
KSK 16	943,10	47,8	848,80	42,9	49,60	2,5	2,20	0,1	132,80	6,7	1976,50	100
Kockums 822 GP	750,00	50,1	562,50	37,6	46,50	3,1	1,50	0,1	136,50	9,1	1497,00	100
ÖSA 705/260	2634,30	56,2	1844,00	39,4	49,60	1,1	1,70	0,0	153,80	3,3	4683,40	100
Hydro-Slasher csoportos dírbóló	151,39	46,9	121,12	37,5	40,30	12,5	0,83	0,3	9,00	2,8	322,64	100
KR-2	45,90	28,7	68,90	43,1	40,30	25,2	0,80	0,5	4,00	2,5	159,90	100
Cambio	217,20	47,6	195,50	42,8	40,30	8,8	0,80	0,2	2,60	0,6	456,40	100
TH-01	13,60	17,4	20,40	26,2	40,30	51,7	0,70	0,9	3,00	3,8	78,00	100
Morbark WB	238,57	48,0	214,71	43,2	40,30	8,1	0,83	0,2	2,60	0,5	497,01	100
MTZ-50+KCR-2000+Zelop	47,13	23,0	70,69	34,4	40,30	19,6	1,63	0,8	45,50	22,2	205,25	100
HIAB 560	131,40	54,4	65,70	27,2	40,30	16,7	0,60	0,2	3,50	1,5	241,50	100
KCR-2000	36,00	39,5	10,80	11,8	40,30	44,2	0,60	0,7	3,50	3,8	91,20	100
KCR-4000	45,60	44,0	13,70	13,2	40,30	38,8	0,60	0,6	3,50	3,4	103,70	100
MTZ-50+KCR-2000	36,74	20,8	55,11	31,2	40,30	22,8	1,35	0,8	43,00	24,4	176,50	100
MTZ-80+HIAB 560	158,00	43,3	92,30	25,3	40,30	11,0	1,50	0,4	73,00	20,0	363,10	100
Morbark 12.	549,40	41,8	549,40	41,8	49,60	3,8	1,70	0,1	163,15	12,4	1313,25	100
Morbark 22 RXL	1483,20	49,5	1186,60	39,6	49,60	1,7	2,80	0,1	271,50	9,1	2993,70	100
Valmet TT 1000 F	1521,00	50,8	1216,80	40,7	49,60	1,7	1,70	0,1	199,50	6,7	2988,60	100
Eeri aritógép	47,22	29,8	66,11	41,7	40,30	25,4	0,83	0,5	4,00	2,5	158,47	100
ZIL-1300	18,40	6,2	25,80	8,7	43,40	14,7	3,40	1,2	204,50	69,2	293,50	100
IPA W-50	33,00	16,1	49,40	24,1	40,30	19,7	3,10	1,5	79,00	38,6	204,80	100
KAMAZ 5320	39,47	16,8	51,31	21,8	43,40	18,5	3,69	1,6	97,00	41,3	234,87	100
EPL pátköcsi	9,33	30,4	15,87	51,7	3,10	10,1	1,39	4,5	1,00	3,3	30,69	100
MAZ-509+HIAB 560	146,40	26,6	175,70	31,9	46,50	8,4	4,60	0,8	178,00	32,3	551,20	100

- A szakasz műveleteinek együttes költsége:

$$K_j = \sum K_i \quad /Ft/m^3/$$

- A szakasz összehangolt létszáma:

$$L_j = \sum L_i \quad /fő/$$

- A szakaszban üzemelő azonos típusú gépek száma:

$$G_j = \sum G_i \quad /db/$$

- A szakasz évi teljesítménye:

$$Q_j = \frac{J}{t_v} \quad /m^3/év/$$

/ahol J /üzemóra/év/: a vezérgép évi üzemideje/.

- Az egy főre eső teljesítmény, a termelékenység:

$$M_j = \frac{Q_j}{L_j} \quad /m^3/fő/év/$$

- Az egy m^3 -re eső eszközürték:

$$E_j = \frac{\sum \frac{N_v}{N_i} \cdot G_i \cdot A_i}{N_v \cdot Q_j} = \frac{\sum \frac{A_i}{N_i} \cdot G_i}{Q_j} \quad /Ft/m^3/$$

/ahol N_v /év/: a vezérgép élettartama./

- Az egy főre eső eszközürték:

$$E'_j = \frac{\sum G_i \cdot A_i}{L_j} \quad /Ft/fő/$$

- Az egy m^3 -re jutó energia-felhasználás:

$$T'_j = \sum T'_i \quad /kWh/m^3/$$

- Az egy m^3 -re eső üzemanyag-költség:

$$U_j' = \sum U_i' \quad /Ft/m^3/$$

Az első szakasz mutatóinak számításához hasonló lépésekben és képletekkel határozzuk meg a további szakaszok mutatóit is. Ezek a mutatók az egyes szakaszokat önmagukban, a munkarendszerből kiragadva jellemzik elsősorban.

4.2.4. A szakaszok összehangolása és a munkarendszer jellemzői a faanyag áramlása szerint

A/ A teljes faanyag egy mezőben áramlik

Az önállóan vizsgált szakaszok teljesítménye $/Q_j/$ - a leggondosabb előkészítés ellenére is - csak ritkán ad azonos értéket. Ezért az egyes szakaszok teljesítményét, az egyenkapacitás biztosítása céljából össze kell hangolni, hasonlóan a műveletek szakaszokon belüli összehangolásához.

Az összehangolás alapja a teljes munkarendszer szempontjából mértékadó szakasz, illetve annak vezérgépe; vagyis a rendszer vezérgépe és annak teljesítménye $/Q_0/$. Ezt az éves teljesítményt kell biztosítani a többi szakasznak is, azok létszámának és gépszámának arányos módosításával.

A módosítást a többi szakasz szükséges kapacitására utaló szorzószám meghatározásával kezdjük:

$$\eta = \frac{Q_0}{Q_j}$$

a/ Az összehangolt szakaszok jellemzői

- A szükséges létszám a szakaszban:

$$L_j' = \eta \cdot L_j$$

- A szükséges azonos típusu gépek száma a szakaszban:

$$G_j' = \eta \cdot G_j$$

- A szakasz igényelt éves teljesítménye:

$$Q_j' = \eta \cdot Q_j = Q_0$$

b/ A munkarendszert jellemző végső mutatók

- Az egyes szakaszok mutatóit meghatározva, a munkarendszer összesített mutatóit L_j' ; M_j' ; K_j ; E_j ; T_j' és U_j' esetében egyszerű összegezéssel nyerjük, azaz a szakaszok számított értékei együtt adják a munkarendszert jellemző értéket:

$$L_0 = \sum L_j'; \quad M_0' = \sum M_j'; \quad K_0 = \sum K_j; \quad E_0 = \sum E_j; \quad T_0' = \sum T_j'$$

és $U_0' = \sum U_j'$ összegekként.

- A különböző szakaszokban üzemeltetett azonos géptípusok összegezésénél ugyanígy járhatunk el $/G_0 = \sum G_j'/$.
- A munkarendszer évi teljesítménye a felvett Q_0 /m³/év/ lesz.
- A munkarendszerben dolgozók átlagos termelékenysége:

$$M_0' = \frac{Q_0}{\sum L_j'}$$

- Az egy főre jutó átlagos eszközérték a munkarendszerben:

$$E_0' = \frac{\sum L_j' \cdot E_j}{\sum L_j'}$$

- A munkarendszer átlagos eszközhatékonysága:

$$H_0 = \frac{M_0'}{E_0'} \cdot 100.000 \text{ Ft} \quad /m^3/100 \text{ ezer Ft/év/}$$

- A munkarendszer beruházási igénye
a vezérgép élettartama alatti, arányosan számított:

$$I_0 = E_0' \cdot N_{RV} \cdot Q_0 \quad /Ft/$$

/ahol N_{RV} /év/: a rendszer vezérgépének élettartama/.

A munkarendszer bevezetésekor szükséges:

$$I_{\text{Ö}}^{\text{I}} = L_{\text{Ö}} \cdot E_{\text{Ö}}^{\text{I}} \quad /Ft/$$

Teljesfa aprítását végző munkarendszer elemzésére mutatunk be példát a 11. táblázatban.

B/ A faanyag több mezőben áramlik

Mint már láttuk, gyakran célszerűbb az induló teljes fatömeget a közösen érintett műveletek - legtöbbször a darabolás - után két vagy három mezőre bontva vizsgálni /pl. a fel-fűrészelésre kerülő méretes, hosszú anyagot különválasztva a felkészítés-igényes sarangolt iparifa választékoktól és a tűzifától; esetleg az aprításra kerülő koronarész fatömegét egy harmadik mezőben áramoltatva/.

Az ilyen részletes elemzés is a bemutatott lépésekben és arányosításokkal végezhető el, azonban a rendszer vezér-gépe által megszabott teljesítmény szerinti induló fatömeget kell később a mezőkben szétosztani, és ezekkel a rész-fatömegekkel kell a mezők szakaszainak összehangolását végrehajtani.

Az együtt haladó fatömeg mezőkre válásakor ügyeljünk arra, hogy az egyes mezőkbe a megelőző szakaszok összes létszámából csupán a fatömeg-arányos részt vigyük tovább!

Tehát, ha például az első-második szakasz tényleges létszámigénye 3 fő volt, és ha az első mezőben a harmadik szakasztól kezdve a mértékadó fatömeg $/Q_{\text{M I.}}/$ a kezdeti szakaszok mértékadó fatömegének $/Q_{\text{Ö}}/$ 80 %-a, akkor a mezőt csak 2,4 fővel terheljük a megelőző szakaszok létszámából. Ugyanez érvényes az egy főre eső eszközérték mezőben tovább vitt átlagos értéke számítására is.

Többmezős rendszerek esetén a mezők így meghatározott fő mutatói még nem jellemzik egyértelműen a teljes munkarendszer termelékenységét, gazdaságosságát, energia-igényességét stb. A rendszer egészére az egyes mezők végső mutatóinak sulyozott átlagértéke lesz jellemző, ezért befejezésként el kell végeznünk ezt a számítást is.

Műveletek/végrehajtás helye	Alap- létezés	Fajlagos időráf.	Élőmunka ráford.	Üzemóra- költség	Fajlagos költség	Szükséges létszám	Szükséges gépszám	Évi tel- jesítmény	Termelék- kenység	Fajlagos eszk.ért.	Egy főre eszk.ért.	Üzemanyag- +kénés.	Fajlagos energiaráf.	Kapacitás összehang.
Gépek, eszközök	L _m /t6/ /ft/	t _i /óra/m³/ /ft/	M _i /óra/m³/ /ft/	k _{oi} /ft/óra/ /ft/	K _i /ft/m³/ /ft/	L _i /t6/ /ft/	G _i /db/ /ft/	Q _i /m³/év/ /ft/	M _i /m³/év/t6/ /ft/	E _i /ft/m³/ /ft/	E _i /cft/t6/ /ft/	U _i /ft/m³/ /ft/	T _i /kwh/m³/ /ft/	Q _i /- / /ft/
1. Szakasz						Q _m = 31034 m³/dt								1,00
a) Dö- Ra/bu T3 2000 + Morbark 20°	V.	1	0,065	0,065	1624	105,35	1,00	186,20	122	5533	4	12,10	7,93	
Szakasz összesen	-	-	0,065	-	105,35	1,00	1,00	27692	27692	50,0	5533,0	12,10	7,93	1,12
Szükséges összesen	-	-	0,065	-	105,35	1,12	1,12	31034	27692	50,0	5533,0	12,10	7,93	
2. Szakasz														
a) köz./bu. rauberjack 3800S	V.	1	0,078	0,078	647	50,48	1,00	12350	93	3967	8	9,63	7,25	
Szakasz összesen	-	-	0,078	-	50,48	1,00	1,00	23077	23077	21,5	3967,0	9,63	7,25	1,34
Szükséges összesen	-	-	0,078	-	50,48	1,34	1,34	31034	23077	21,5	3967,0	9,63	7,25	
Eddig összesen	-	-	0,143	-	155,83	2,46	-	31034	12615	71,5	4680,0	21,73	15,18	
3. Szakasz														
a) Apr./ff Morbark 22EXL	ZV.	1	0,058	0,058	2994	173,63	1,00	271,50	280	10679	4	15,75	16,24	
Szakasz összesen	-	-	0,058	-	173,63	1,00	1,00	31034	31034	86,0	10679	15,75	16,24	1,00
Eddig összesen	-	-	0,201	-	329,46	3,46	-	31034	8969	157,5	6413,8	37,48	31,42	
4. Szakasz														
a) Fek./ff MTZ - 50 + KCE 2000		1	0,066	0,066	195	1287	0,11	141,50	37	479	6	2,94	2,44	
b) Szál + Lát/út + ar IFA WRO + pótk.	V.	1	0,626	0,626	235	147,11	1,00	80,00	92	489	6,6	44,80	57,59	
Szakasz összesen	-	-	0,692	-	153,98	1,11	0,11+1,00	2875	2590	28,8	488,0	47,74	60,03	10,79
A rendszer együtt	-	-	0,893	-	483,44	3,46+11,98=15,44	-	31034	2010	186,3	1845,9	85,22	91,45	
						H _G = 110,7 m³/korok/L23077 cft L=28037 cft								

Vigyázzunk arra, hogy az átlagos termelékenységet $/M_0/$ és az egy főre eső átlagos eszközértéket $/E_0/$ létszámarányosan sulyozzuk, a mezők adatait figyelembe véve; míg M_0^2 ; K_0 és E_0 esetében a mezőkön áramló m^3 arányában vesszük figyelembe az átlagosnál! A teljes létszámot $/L_0/$ és a rendszer évi teljesítményét $/Q_0/$ a mezők végső mutatóinak összegezése adja.

Ekkor érdemes számítani a rendszerre jellemző eszközhatékonysági mutatót is, a már bemutatott képletek segítségével, azaz:

$$H_0 = M_0 \frac{1}{E_0} \quad /m^3/Ft/év/$$

vagy célszerűbben:

$$H_0 = M_0 \frac{100\ 000}{E_0} \quad /m^3/100\ ezer\ Ft/év/.$$

Ez a mutató - a másik parciális hatékonysági mutatóval, a termelékenységgel együtt - jól jelzi az összetett hatékonyság várható alakulását, a többmezős rendszer egészére vonatkoztatva.

A munkarendszerek beruházási igényét $/I_0$ és I_0^2 értéket/ is a rendszerek végső mutatói alapján célszerű számítani.

Két- és hárommezős elemzésre mutatunk példát a 12. és 13. táblázatokban. 31 fakitermelési munkarendszer változat fenti módszerekkel számított műszaki-gazdasági mutatóit összefoglalóan mutatjuk be a 14. táblázatban. A 15-17. táblázatok munkarendszerenként és részletesebben adják meg az egyes változatok jellemzőit.

4.2.5. A munkarendszerek összehasonlítására szolgáló egyéb mutatók

Több munkarendszer /változat/ fenti lépésekben végrehajtott elemzése lehetővé teszi, hogy az eltérő paraméterek egybevetése mellett egyéb összehasonlító számításokat is végezzünk a munkarendszerek között.

														12. TÁBLÁZAT állománycsoport	
Műveletek/végrehajtás helye Gépek, eszközök	Alap- létszám L_{ai} /fő/	Fajlagos időráf. t_1 /óra/m ³ /	Élőmunka- ráford. M_1 /óra/m ³ /	Üzemóra- költség K_{oi} /Ft/óra/	Fajlagos költség K_i /Ft/m ³ /	Szükséges létszám L_i /fő/	Szükséges gépezés G_i /db/	Évi tel- jesítmény Q_i /m ³ /év/	Termel- ékenység N_i /m ³ /év/fő/	Fajlagos eszk.ért. E_i /Ft/m ³ /	Egy főre eszk.ért. E'_i /Ft/fő/	Üzemanyag- költség. U_i /Ft/m ³ /	Fajlagos energiaráf. T_i /kWh/m ³ /	Kapacitás összehang. η_i /-/	
1. Szakasz						$Q_{H1} = 12950 \text{ m}^3/\text{év}$								1,00	
a) DS + S/fm SAL-OSI AN	2	0,103	0,206	94	9,68	1,48	0,74	21,50	4	14	4	2,21	0,44		
b) GS + Fp/fm SAL-OSI AN	4	0,200	0,200	60	11,97	1,44	1,44	21,50	4	14	4	4,30	0,80		
c) KSZ/fm LIC-BO	R.N.	1	0,139	0,139	290	40,31	1,00	84,60	59	866	6	11,76	8,20		
d) DS + KSZ/f SAL-OSI AN	1	0,179	0,179	60	10,75	1,29	1,29	21,50	4	14	4	3,85	0,72		
Szakasz Összesen	—	—	0,724	—	72,71	5,21	3,17 + 1,00	12950	2486	12,1	175,5	22,42	10,13	1,00	
2. Szakasz I. mező						$Q_{H2} = 5180 \text{ m}^3/\text{év}$								0,40	
a) Hf/f LIC-OSK	1	0,096	0,096	31	2,98	0,33	—	—	—	—	—	—	—		
b) Hf + Hf/f HfZ-90 + LIC 2000 + 220p	V.	1	0,290	0,290	205	59,45	1,00	45,50	37	499	6	13,20	10,73		
Szakasz Összesen	—	—	0,386	—	62,43	1,33	1,00	6207	4667	13,4	375,2	13,20	10,73	0,83	
Eddig Összesen	—	—	1,110	—	135,14	$2,08 + 1,11 = 3,19$	—	5180	4624	25,5	245,0	35,32	20,86		
3. Szakasz															
a) Hf/f HfZ-90-560	V.	1	0,041	—	202	—	4,00	3,50	—	946	4	0,14	—		
b) Sd/f ZAL-300		1	0,298	—	236	—		204,50	110	195	6	77,71	—		
c) Lf/f HfZ-560		1	0,041	—	—	—		3,50	—	—	—	0,14	—		
Szakasz Összesen			0,380		498	189,24	1,00	1,00	4737	4737	56,8	1141,0	77,99	1,09	
Eddig Összesen	—	—	1,490	—	324,38	$3,19 + 1,09 = 4,28$	—	5180	1210	82,3	473,2	113,31	62,66		

													13. TÁBLÁZAT állománycsoport		
Üzemanyag +kenőcs. U_i /Ft/óra/	Gép tel- jesítm. T_i /kW/	Gép besz. ára A_i /eFt/db/	Gép élet- tartama N_i /év/												
Műveletek/végrehajtás helye Gépek, eszközök	Alap- létszám L_{ai} /fő/	Fajlagos időraf. t_i /óra/m ³ /	Élőmunka- ráford. M_i /óra/m ³ /	Üzemóra- költség K_{oi} /Ft/óra/	Fajlagos költség K_i /Ft/m ³ /	Szükséges létszám L_i /fő/	Szükséges gépszám G_i /db/	Évi tel- jesítmény Q_i /m ³ /év/	Termelé- kenység M_i /m ³ /év/fő/	Fajlagos eszk.ért. E_i /Ft/m ³ /	Egy főre eszk.ért. E_i /eFt/fő/	Üzemanyag +kenőcs. U_i /Ft/m ³ /	Fajlagos energiaráf. T_i /kWh/m ³ /	Kapasitás összehang. Q_i /-/	
1. Szakasz						$Q_{M1} = 9945 \text{ m}^3/\text{év}$								1,00	
a) Ds + S + K ₀ /Ft SNI-OSIÁV	2	0,115	0,230	94	10,81	1,27	0,64	21,50	4	14	4	2,47	0,46		
b) K ₀ z/Ft LIZ-80	1	0,181	0,181	290	52,49	1,00	1,00	84,60	59	866	6	15,31	10,68		
c) Koronalevegős/Ft SNI-OSIÁV	1	0,042	0,042	60	2,52	0,23	0,23	21,50	4	14	4	0,90	0,17		
Szakasz összesen	—	—	0,453	—	65,82	2,50	0,87+1,00	9945	3978	14,8	351,3	18,68	11,31	1,00	
2. Szakasz I.-II. uazó						$Q_{MII} = 6962 \text{ m}^3/\text{év}$								0,70	
a) Ds + K ₀ /Ft SNI-OSIÁV	1	0,113	0,113	60	6,78	1,00	1,00	21,50	4	14	4	2,43	0,45		
Szakasz összesen	—	—	0,113	—	6,78	1,00	1,00	15929	15929	0,2	14,0	2,43	0,46	0,44	
Eddig összesen	—	—	0,566	—	72,60	1,75+0,44=2,19	—	6962	3179	15,0	283,5	21,11	11,76		
3. Szakasz I. uazó						$Q_{MI} = 3978 \text{ m}^3/\text{év}$								0,40	
a) K ₀ z/Ft LIZ-80	1	0,096	0,096	31	2,98	0,33	—	—	—	—	—	—	—		
b) K ₀ z + M ₀ /Ft MIZ-80 + MIZ-2000 + Zedop	1	0,290	0,290	205	59,45	1,00	1,00	45,50	37	499	6	13,20	10,73		
Szakasz összesen	—	—	0,386	—	62,43	1,33	1,00	6207	4667	13,4	375,2	13,20	10,73	0,64	
Eddig összesen	—	—	0,952	—	135,03	1,25+0,85=2,10	—	3978	1894	28,4	320,6	34,31	22,49		
4. Szakasz															
a) K ₀ z/Ft MIZ-80 + MIZ-560	1	0,041	0,041	365	14,97	0,14	0,14	73,00	57	1228	4,5	2,99	2,34		
b) Szál/Ft KAMAZ	1	0,290	0,290	235	68,15	1,00	1,00	97,00	155	592	8	20,18	14,95		
c) K ₀ z/Ft MIZ-80 + MIZ-560	1	0,041	0,041	365	14,97	0,14	0,14	73,00	57	1228	4,5	2,99	2,34		
Szakasz összesen	—	—	0,372	—	98,09	1,28	0,28+1,00	6207	4849	24,2	731,1	26,16	19,63	0,64	
Eddig összesen	—	—	1,324	—	233,12	2,10+0,82=2,92	—	3978	1362	52,6	435,9	60,47	72,12		

13. TÁBLázat folyt.														
..... állománycsoport														
Műveletek/végrehajtás helye Gépek, eszközök	Alap- létszám L_{ei} /fő/	Fajlagos időráf. t_i /óra/m ³ /	Élőmunka- ráford. M_i /óra/m ³ /	Üzemóra- költség k_{oi} /Ft/óra/	Fajlagos költség K_i /Ft/m ³ /	Szükséges létszám L_i /fő/	Szükséges gépszám G_i /db/	Évi tel- jesítmény Q_i /m ³ /év/	Termelés- kenység N_i /m ³ /év/fő/	Fajlagos eszk. ért. E_i /Ft/m ³ /	Egy főre eszk. ért. E_i' /eFt/fő/	Üzemanyag- +költsé. U_i /Ft/m ³ /	Fajlagos energiaráf. T_i /kWh/m ³ /	Kapacitás összehang. Q_i /-/
3. Szakasz II. üzem						$Q_{MI} = 2984 \text{ m}^3/\text{év}$								0,30
a) Fek./H Kösz. gép	1	0,146	0,146	34	4,53	0,45	—	—	—	—	—	—	—	
b) Ha/f TH-50 + MTZ-50	4	0,139	0,556	248	34,47	1,71	0,43	42,50	37	304	6	5,94	5,14	
c) Kér./H (107%) KZ-2 + MTZ-50	3	0,039	0,297	299	29,60	0,91	0,30	43,50	37	646	6	4,31	3,66	
d) Mo+Sa/f MTZ-50 + KZ 2000 + Zetor V.	2	0,326	0,652	236	76,94	2,00	1,00	45,50	37	499	6	14,83	12,06	
Szakasz összesen	—	—	1,651	—	145,54	5,07	—	5524	1089	24,9	162,4	25,05	20,86	0,54
Eddig összesen	—	—	2,217	—	218,14	$0,94 + 2,74 = 3,68$	—	2984	811	39,9	193,3	46,16	32,62	
4. Szakasz														
a) Fek./H MTZ-50 + HMB-560	2	0,055	0,110	365	20,08	0,35	0,17	73,00	57	1228	4,5	4,02	3,14	
b) Szőlő/út KAMAZ	1	0,318	0,318	235	74,73	1,00	1,00	97,00	155	592	8	20,18	49,29	
c) Lát./ar MTZ-50 + HMB-560	2	0,055	0,110	365	20,08	0,35	0,17	73,00	57	1228	4,5	4,02	3,14	
Szakasz összesen	—	—	0,538	—	114,89	1,70	$0,34 + 1,00$	5660	3329	29,5	593,8	28,22	55,57	0,53
Eddig összesen	—	—	2,755	—	333,03	$3,68 + 0,90 = 4,58$	—	2984	652	69,4	272,0	74,38	88,19	

[illegible]

14. táblázat. - Munkarendszer-változatok műszaki-ökonomiai mutatói

Munka- rend- szer száma	Állománycsoport; Géprendszer fő egységei	Munka- rend- szer jele	M_0 $\frac{m^3}{h}$	K_0 $\frac{Ft}{m^3}$	L_0 fő	I_0 eFt	Q_0 $\frac{m^3}{év}$	M_0 $\frac{m^3}{év}$	E_0 $\frac{Ft}{m^3}$	E_0 $\frac{eFt}{fő}$	U_0 $\frac{Ft}{m^3}$	T_0 $\frac{Wh}{m^3}$	H_E $\frac{m^3}{Állománycsoport\ év}$	G_1/G_2 %	Felkészítés / - /
I. Állománycsoport															
I/1	Stihl, ERTI kp, ZIL, tr+HIAB	RF, T	4,90	439	18,2	765	6.691	368	20	54	79	50	683	26/12	Kézi
I/2	Stihl, MTZ-50 ca, ZIL, tr+HIAB	HF, F	3,44	400	8,1	1.445	4.255	524	57	164	124	87	320	71/45	Gépi
I/3	Stihl, Valmet 870, ZIL, tr+HIAB	RF, F	2,43	315	18,2	6.604	15.929	844	69	330	89	58	256	59/50	Gépi+kézi
I/4	Kockums, Valmet 870, KAMAZ, tr+HIAB	RF, F	2,23	638	9,0	7.622	7.287	806	262	967	79	85	83	49/38	Gépi+kézi
I/5	TJ-30, TJ-380 mv, ZIL, tr+HIAB	HF, F	1,63	502	12,0	10.456	13.235	1.107	198	1.049	95	59	106	54/42	Gépi
I/6	Makeri, Makeri, Morbark 12, IFA	TF+A, F	1,37	642	16,3	20.460	21.429	1.316	239	1.355	82	86	97	100/100	Aprítás
I/7	Allen J, Valmet 870, ZIL+HIAB	RF, F	1,49	667	6,7	8.507	8.108	1.203	262	1.389	131	76	87	60/60	Gépi+kézi
I/8	Bobcat, TT-1000 P, ZIL+pk	A, T	0,84	668	6,5	14.053	13.953	2.138	252	2.245	147	86	95	100/100	Aprítás
II. Állománycsoport															
II/1	Stihl, ERTI kp, ZIL, kézi rak.	RF, T	4,84	331	22,7	531	8.451	374	16	34	68	62	1.097	21/11	Kézi
II/2	Stihl, Fogat, ZIL, kézi rak.	HF, F	5,40	395	3,5	160	1.152	331	23	46	67	62	728	19/10	Kézi
II/3	Stihl, MTZ 50+RV 700, ZIL+HIAB	HF, F	2,62	282	8,7	1.353	5.980	688	38	126	91	63	545	48/31	Gépi+kézi
II/4	Stihl, MTZ-50-KCR-Zelov, KAMAZ	RF, F	2,56	259	12,0	1.616	8.451	704	48	202	56	70	349	53/34	Gépi+kézi
II/5	Stihl, LKT-80 D, Egri apr., KAMAZ, IFA	TF+A, F	1,85	319	11,0	4.847	10.714	974	75	451	77	83	216	72/58	Gépi
II/6	TJ-30, TJ-380, Csop. dar., KAMAZ	HF, F	1,64	622	13,6	15.234	15.000	1.101	254	1.448	87	93	76	100/69	Gépi
II/7	TJ+Morbark, TJ-380 mv, Morbark 22, IFA	TF+A, F	0,89	489	15,4	23.127	31.034	2.010	186	1.816	85	91	111	100/100	Aprítás
III. Állománycsoport															
III/1	Stihl, ERTI kp, ZIL, kézi r.	RF, T	4,78	328	21,5	500	8.072	376	16	34	67	62	1.099	21/11	Kézi
III/2	Stihl, MTZ-50+HRK, ZIL+HIAB	HF, F	2,93	366	7,4	2.094	4.545	614	77	218	125	72	282	47/33	Kézi
III/3	Stihl, MTZ-50 ca, ZIL+HIAB	HF, F	2,51	380	8,0	2.934	5.739	719	85	290	125	74	248	68/49	Gépi
III/4	Stihl, Valmet 870, ZIL, tr+HIAB	RF, F	2,38	334	20,1	6.487	15.228	757	71	306	88	60	247	48/30	Gépi
III/5	Stihl, MTZ-82 ca, ZIL+HIAB	HF, F	2,46	393	9,2	3.597	6.691	730	90	315	132	78	232	68/48	Gépi
III/6	Stihl, LKT-80, Egri apr., KAMAZ, IFA	TF+A, F	2,06	303	11,4	3.795	9.945	874	64	339	72	81	258	65/54	Gépi
III/7	Stihl, Valmet 882, ZIL, tr+HIAB	RF, F	2,35	321	25,2	10.176	19.272	765	66	336	90	62	228	47/29	Gépi
III/8	Stihl, LKT-80, ZIL+HIAB	HF, F	2,33	385	16,8	7.125	12.950	772	92	342	124	71	226	66/45	Gépi
III/9	Stihl, LKT-120, ZIL+HIAB	HF, F	2,30	388	21,0	12.306	16.364	781	94	379	126	72	206	66/45	Gépi
III/10	Stihl, TJ-380 mv, Morbark 22, IFA	TF+A, F	1,30	411	25,2	18.457	34.615	1.376	133	967	88	92	142	92/75	Aprítás
III/11	USA gépsor, ZIL, tr+HIAB	TF, F	1,40	805	25,4	47.664	32.727	1.289	364	2.188	106	75	59	75/57	Gépi
IV. Állománycsoport															
IV/1	Stihl, LKT-120, ZIL, tr+HIAB	HF, F	2,04	299	30,9	10.495	27.273	882	48	249	100	68	354	68/46	Gépi
IV/2	Stihl, TI50-Kca, KAMAZ, tr+HIAB	HF, F	2,03	286	17,8	6.821	15.789	890	54	308	78	83	293	68/46	Gépi
IV/3	Stihl, TI50-K+HIAB+RP12, KAMAZ	RF, F	2,02	321	15,1	5.846	13.453	893	68	375	72	79	238	58/38	Gépi
IV/4	Stihl, RSK+LKT-80, ZIL, tr+HIAB	TF, F	2,30	497	23,0	20.837	18.000	782	145	815	111	91	96	72/50	Gépi
IV/5	USA gépsor, ZIL, tr+HIAB	TF, F	1,28	664	29,8	48.541	41.860	1.403	290	1.928	99	68	73	76/56	Gépi

Megjegyzések: L_0 , I_0 és Q_0 értékek a rendszer vezérgépének megválasztásától függően alakulnak /a felvett géprendszer

tagjai közül választva/ míg a többi mutató ettől független, állandó érték:

RF = rövidfás munkarendszer

T = tű mellett felkészítéssel változat

HF = hosszufás munkarendszer

F = felső felkészítéshelyi felkészítéssel változat

TF = teljesfás munkarendszer

+ = kombinált munkarendszer

A = aprítéktermelési munkarendszer

 G_1/G_2 = gépesítettség foka / G_2 -nél a motorfűrészes munkát nem tekintjük gépesítettnek/

15. táblázat. - Munkarendszer-változatok jellemzői

RÖVIDFÁS MUNKARENDSZEREK										
MŰVELETEK	MUNKARENDSZEREK SZÁMA									
	1./1.	I./3.	I./4.	I./7.	II./1.	II./4.	III./1.	III./4.	III./7.	IV./3.
	A műveletben alkalmazott eszközök									
Döntés	MF	MF	MF ^①	Allen Jarck	MF	MF	MF	MF	MF	MF
Gallyazás	MF	MF	Kockums	Allen Jarck	MF	MF	MF	MF	MF	MF
Elődarabolás	-	-	Kockums	-	-	-	-	-	-	-
Darabolás	MF	MF	MF	Allen Jarck	MF	MF	MF	MF	MF	MF
Előközelítés	Kézi	Kézi	-	Kézi	Kézi	Kézi	Kézi	Ló	Ló	Ló
Közelítés	ERTI kp.	Valm.870	Valm.870	Valm.870	ERTI kp.	MTZ-Zelop	ERTI kp.	Valm.870	Valm.882	T150 RP 12
Kérgezés	Kézi *	Cambio	Cambio	Cambio	Kézi *	KR	Kézi *	Cambio	Cambio	Cambio
Hasítás	Kézi *	Kézi	TH	Kézi	Kézi *	Kézi *	Kézi *	TH	TH	TH
Belső anyagmozgatás	-	-	Kézi	-	-	-	-	Fogat	Fogat	MTZ-Zelop
Rakodás	MTZ-HIAB	MTZ-HIAB	MTZ-HIAB	HIAB	Kézi	MTZ-HIAB	Kézi	MTZ-HIAB	MTZ-HIAB	MTZ-HIAB
Szállítás	ZIL	ZIL	KAMAZ	ZIL	ZIL	KAMAZ	ZIL	ZIL	ZIL	KAMAZ
MŰSZAKI - GAZDASÁGI MUTATÓK, JELLEMZŐK										
Élőmunkaráf. /óra/m ³ /	4,90	2,13	2,23	1,49	4,84	2,56	4,78	2,38	2,35	2,02
Önköltség /Ft/m ³ /	329	315	638	667	331	259	328	334	321	321
Teljesítmény /m ³ /fő/év/	368	844	806	1203	374	704	376	757	765	893
Fajl.eszközérték /Ft/m ³ /	29	69	262	262	16	48	16	71	66	68
Egy főre eszk.ért. /eFt/fő/	54	330	967	1389	34	202	34	306	336	375
Eszközhat. /m ³ /1000Ft/év/	683	256	83	87	1097	349	1099	247	228	238
Fajl.űa.fogyaszt. /Ft/m ³ /	79	89	79	131	68	56	67	88	90	72
Fajl.energiaráford./kWh/m ³ /	50	58	85	76	62	70	62	60	62	79
Gépesítettség /%/	26/12	59/30	49/38	60/60	21/11	53/34	21/11	48/30	47/29	58/38
Gépesítés szintje	KE	MG	MG	FG	KE	MG	KE	MG	MG	MG
ALKALMAZÁSI TERÜLET ÉS EGYÉB JELLEMZŐK										
Átlagos db-nagyság	0,1-0,3m ³	0,1-0,3m ³	0,1-0,3m ³	0,1-0,3m ³	0,4-0,7m ³	0,4-0,7m ³	0,8-1,3m ³	0,8-1,3m ³	0,8-1,3m ³	1,4 m ³ <
használat módja	TKVGY	TKVGY	TKVGY	TKVGY	NPGY	NPGY	VEGHASZN.	VEGHASZN.	VEGHASZN.	VEGHASZN.
lejtés;	Általános	Sík, enyhén lejtő	Sík, enyhén lejtő	Sík, opt. felt.	Általános	Síkvidék	Általános	Sík, enyhén lejtő	Sík, enyhén lejtő	Sík, enyhén lejtő
Fajl./csoport/; stb.	alkalm.	Ny, F	Ny, F 2-3 választ.	Ny, F	alkalmazható	Ny, A	alkalmazható	Ny, F	Ny, F	Ny, F
Szervezési igény	Alacsony	Közepes	Igen nagy	Igen nagy	Alacsony	Közepes	Alacsony	Közepes	Közepes	Közepes
Szakképzettségi szint	Alacsony	Közepes	Igen nagy	Igen nagy	Alacsony	Alacsony	Alacsony	Közepes	Közepes	Közepes

Megjegyzések MF = motorfűrész

① Döntés Bobcattal változat

tő mellett végezve
Közelítési távolság: 250 m
Szállítási távolság: 25 kmLásd még: Hosszúfűrés mr.
megjegyzéseit!

KE = kézi eszközös termelés

MG = műveletgépesítés

FG = folyamatgépesítés

1981. évi árakkal, költségekkel számolva

16. táblázat. - Munkarendszer-változatok jellemzői

MŰVELETEK	HOSSZUFÁS											
	MUNKARENDSZEREK SZÁMA											
	I./2.	I./5.	II./2.	II./3.	II./6.	III./2.	III./3.	III./5.	III./8.	III./9.	IV./1.	IV./2.
	A műveletekben alkalmazott eszközök											
Döntés	MF	TJ-30	MF	MF	TJ-30	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF
Gallyazás	MF	TJ-30	MF	MF	TJ-30	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF
Előkészítés	-	TJ-30	-	-	TJ-30	-	-	-	-	-	-	-
Készítés	MTZ-50	TJ38om.v.	Fogat	MTZ+RV	TJ38om.v.	MTZ+HRK	MTZ-50	MTZ-82	LKT-80	LKT-120	LKT-120	T-150 K
Darabolás	MF	MF ②	MF	MF	Hydro-Sla	MF	MF	MF	MF	MF	MF	MF
Kérgesítés	KR	Cambio	Kézi	KR	Morb.W 8	Kézi	KR	KR	KR	KR	KR	KR
Hasítás	TH	TH	Kézi	Kézi	-	Kézi	TH	TH	TH	TH	TH	TH
Belső anyagmozgatás	MTZ-Zelop	MTZ-HIAB	Ló	MTZ+RV Kézi	MTZ-Zelop	MTZ-Ze- lop	MTZ-Ze- lop	MTZ-Ze- lop	MTZ-Ze- lop	MTZ-Ze- lop	MTZ-Ze- lop	MTZ-Ze- lop
Rakodás	MTZ-HIAB	MTZ-HIAB	Kézi	HIAB+ kézi	MTZ-HIAB	HIAB	HIAB	HIAB	HIAB	HIAB	MTZ-HIAB	MTZ-HIAB
Szállítás	ZIL	ZIL	ZIL	ZIL	KAMAZ	ZIL	ZIL	ZIL	ZIL	ZIL	ZIL	KAMAZ
MŰSZAKI - GAZDASÁGI MUTATÓK, JELLEMZŐK												
Élőmunkaráf./óra/m ³ /	3,44	1,63	5,40	2,62	1,64	2,93	2,51	2,46	2,33	2,30	2,04	2,03
Önköltség /Ft/m ³ /	400	502	395	282	622	366	380	593	385	388	299	286
Teljesítmény/m ³ /fő/év/	524	1107	331	688	1101	614	719	730	772	781	882	890
Fajl.eszkért. /Ft/m ³ /	57	198	23	38	254	77	85	90	92	94	48	54
Egy főre eszk.ért./eFt/fő/	164	1049	46	126	1448	218	290	315	342	379	249	308
Eszk.haték./m ³ /loceFt/év/	320	106	728	545	76	282	248	232	226	206	354	293
Fajl.ús.fogyaszt. /Ft/m ³ /	124	95	67	91	87	125	125	132	124	126	100	78
Fajl.energiaráford. /kWh/m ³ /	87	59	62	63	93	72	74	78	71	72	68	83
Gépesítettség %/ %/	71/45	54/42	19/10	48/31	100/69	47/33	68/49	68/48	66/45	66/45	68/46	68/46
Gépesítés szintje	MG	PG	KE	MG	PG	NG	MG	MG	MG	MG	MG	MG
ALKALMAZÁSI TERÜLET ES EGYÉB JELLEMZŐK												
Átlagos db-nagyság használat módja lejtés;	0,1-0,3m ³ TEVGY síkv.	0,1-0,3m ³ sematikus gyérités síkvidek	0,4-0,7m ³ NFGY domb, síkvidek hegy esésvo- nalban	0,4-0,7m ³ NFGY síkv. enyhe lejtő	0,8-1,3m ³ NFGY,VEGH. síkvidek	0,8-1,3m ³ VEGHASZN. síkvidek enyhe lejtő	0,8-1,3m ³ VEGHASZN. síkvidek	0,8-1,3m ³ VEGHASZN. síkvidek	0,8-1,3m ³ VEGHASZN. domb, hegy	0,8-1,3m ³ VEGHASZN. hegyv.	1,4m ³ VEGH. domb, hegy	1,4m ³ VEGH. síkv. domb
faj/csoport/sík.	KL,LL	Ny	KL	Ny,A	Ny	Ny,F,A	KL,LL	KL	KL	KL	LL	KL
Szervezési igény	közepes	igen nagy	alacsony	közepes	igen nagy	közepes	közepes	közepes	közepes	közepes	közepes	közepes
Szakképzettség szint	alacsony	igen nagy	alacsony	alacsony	igen nagy	alacsony	közepes	közepes	közepes	közepes	közepes	közepes

Megjegyzések: Gépesítettség(%) = $\frac{\text{Gépesített munkák időszükséglete (óra/m³)}}{\text{Összes munka időszükséglete (óra/m³)}} \cdot 100$ 4/4 Számláló: a MF is gépi munka
Nevező: a MF kézi eszköz

② Daraboláshoz csoportos daraboló változat

Lásd még: Róviófás mr. megjegyzéseit!

17. táblázat. - Munkarendszer-változatok jellemzői

TELJESFÁS ÉS APRITÉKTERMELÉSI MUNKARENDSZEREK									
MŰVELETEK	MUNKARENDSZEREK SZÁMA								
	I./6.	I./8.	II./5.	II./7.	III./6.	III./10.	III./11.	IV./4.	IV./5.
	A műveletben			alkalmazott		eszközök			
Döntés	Makeri	Bobcat	MF	TJ2000+Morb.	MF	MF ^②	USA 260 FS	MF	USA 260 FS
Előkészítés	Makeri	Bobcat	-	TJ2000+Morb.	-	MTZ-82	-	KSK 16	-
Közelítés	Makeri	TT-1000 F	LKT-80 D	TJ 380 mark.	LKT-80	TJ380 mark.	USA 260 FS	LKT-80	USA 260 FS
Gallyazás	-	-	MF	-	MF	-	USA 705/260	MF	USA 705/260
Aprítás	Morb.12	TT-1000 F	Egri+KCR	Morb. 22	Egri	Morb. 22	-	-	-
Elődarabolás	-	-	-	-	-	-	USA 705/260	-	USA 705/260
Darabolás	-	-	MF	-	MF	-	MF	MF	MF
Kérgezés	-	-	KR	-	KR	-	Cambio	KR	Cambio
Hasítás	-	-	TH	-	TH	-	-	TH	-
Belső anyagmozgatás	-	-	MTZ-Zelop	-	LKT-Zelop	-	MTZ-Zelop	MTZ-Zelop	MTZ-Zelop
Kiszállítás	-	-	-	-	-	-	USA 260 forv.	-	USA 260 forv.
Rakodás	MTZ-KCR	TT-1000 F	MTZ-HIAB MTZ-ECR	MTZ-KCR	MTZ-HIAB MTZ-KCR	MTZ-KCR	MTZ-HIAB	MTZ-HIAB	MTZ-HIAB
Szállítás	IFA+pótk.	ZIL+pótk.	KAMAZ IFA+pótk.	IFA+pótk.	KAMAZ IFA+pótk.	IFA+pótk.	ZIL	ZIL	ZIL
MŰSZAKI-GAZDASÁGI MUTATÓK, JELLEMZŐK									
Alómunka-ráfordítás /ó/m ³ /	1,37	0,84	1,85	0,89	2,06	1,30	1,00	2,30	1,28
Önköltség /Ft/m ³ /	642	668	319	489	303	411	805	497	664
Teljesítmény /m ³ /fő/év/	1316	2138	974	2010	874	1376	1289	782	1403
Fajl.eszközérték /Ft/m ³ /	239	252	75	186	64	133	364	145	230
Egy főre eszk.ért./eFt/fő/	1353	2245	451	1816	339	967	2188	815	1928
Eszközhatékonyság /m ³ /100eFt/év/	97	95	216	111	258	142	59	96	73
Fajl.ús.fogyaszt./Ft/m ³ /	82	147	77	85	72	88	106	111	99
Fajl.energiaráfordítás/kWh/m ³ /	86	86	83	91	81	92	75	91	91
Gépesítettség /‰/	100/100	100/100	72/58	100/100	65/54	92/75	75/57	72/50	76/56
Gépesítés szintje	FG	FG	LG	FG	LG	FG	FG	MG	FG
ALKALMAZÁSI TERÜLET ÉS EGYÉB JELLEMZŐK									
Átlagos db-nagyság:	0,1-0,3e'	0,1-0,3e'	0,4-0,7e'	0,4-0,7e'	0,8-1,3e'	0,8-1,3e'	0,8-1,3e'	1,4e' <	1,4e' <
Használat módja:	TKVGY	TKVGY	NFGY	VEGHASZN.	VEGHASZN.	VEGHASZN.	VEGHASZN.	PELUJITO VAG.	VEGHASZN.
Lejtés:	síkvidék	síkvidék	domb,hegyv.	sík,enyhe l. rontott er- dő,célállom.	domb,hegyv.	domb,hegyv. rontott er- dő	sík,enyhe feltáratlan lejtő	hegyv.	sík,enyhe lejtő
Fajta/csoport/1 stb.	Ny,F	F	KL	KL	KL	KL	Ny,F	KL	Ny,F
Szervezési l. ény	igen nagy	igen nagy	nagy	igen nagy	nagy	igen nagy	igen nagy	igen nagy	igen nagy
Szakképzettségi szint	igen magas	igen magas	közepes	igen magas	közepes	igen magas	igen magas	magas	igen magas

Megjegyzések: ② Döntéshez TJ+Morb. döntőfej változat
Az apríték szállítása 80 km-re történik

Lásd még: Rövidfás és hosszufás mr. megjegyzéseit!

A/ Az élőmunka kiváltásának költsége

A termelékenyebb, de nagyobb eszközértékkel dolgozó géprendszer élőmunka-kiváltási költsége az alábbi képletekkel határozható meg:

- Egy élőmunka-óra kiváltásának beruházási vonzata:

$$s = \frac{E_{\ddot{o}_2} - E_{\ddot{o}_1}}{M_{\ddot{o}_1}^* - M_{\ddot{o}_2}^*} \text{ /Ft/óra/}$$

/ahol $\ddot{o}_2$ -vel az új és $\ddot{o}_1$ -gyel a régi géprendszer megfelelő mutatóit jelöltük/.

- Egy dolgozó kiváltásának beruházási költsége pedig:

$$S = s \cdot N_{RV_2} \cdot J \text{ /Ft/fő/}$$

B/ Az élőmunka-megtakarítás termelési többletköltsége.

Hasonlóképpen számítható az egy óra élőmunka-megtakarítás termelési többletköltsége is:

$$p = \frac{K_{\ddot{o}_2} - K_{\ddot{o}_1}}{M_{\ddot{o}_1}^* - M_{\ddot{o}_2}^*} \text{ /Ft/óra/}$$

Kedvező esetben $K_{\ddot{o}_2} \leq K_{\ddot{o}_1}$, de új géprendszerek bevezetésénél nem zárhatók ki azok a fejlesztési változatok sem, ahol $K_{\ddot{o}_2} > K_{\ddot{o}_1}$. Itt is célszerű megvizsgálni az egy fő kiváltásával kapcsolatos termelési többletköltséget, a géprendszer élettartama alatt:

$$P = p \cdot N_{RV_2} \cdot J \text{ /Ft/fő/}$$

S és P együttes értékelése mutat rá legvilágosabban az új géprendszer bevezetésével járó pillanatnyi és tartós többletköltségekre.

Fentiekhez hasonlóan számítható továbbá az egy élőmunka-óra kiváltásával kapcsolatos energiafogyasztási többlet /kWh/óra/, illetve az üzem- és kenőanyag többletköltsége /Ft/óra/ is, az alábbi képletekkel:

$$t = \frac{T_{02}^* - T_{01}^*}{M_{01}^* - M_{02}^*} \quad /kWh/óra/;$$

$$\ddot{u} = \frac{\ddot{U}_{02}^* - \ddot{U}_{01}^*}{M_{01}^* - M_{02}^*} \quad /Ft/óra/.$$

Ezekhez hasonlóan tetszés szerinti további összehasonlító számításokra is lehetőség nyílik.

4.2.6. A számítások végrehajtása

Az előző ismertetésből kitűnik, hogy a mutatók meghatározása egyszerű számítások végrehajtásával, de viszonylag sok lépésben biztosítható. Ezért elsősorban kalkulátorok és számítógépek igénybevételével kapunk gyors eredményt. /A számítógépes program az Egyetemen már rendelkezésre áll./

Kisebb volumenű összehasonlító elemzéseknél azonban a mutatók meghatározását manuálisan is elvégezhetjük. Ebben az esetben a kiindulási adatokat jelentő idő- és költség-, valamint létszámadatokat, az ezekből számítható rész- és összesített mutatókat célszerűen kialakított táblázatokba foglaljuk.

A begyűjtött vagy meghatározott adatok alapján, a megfelelő képletek felhasználásával számítjuk az egyes szakaszok mutatóit, majd ezekből kiindulva, általában létszám- és fatömegarányos súlyozott átlagolással, illetve egyszerű összegzéssel nyerjük a munkarendszerre /géprendszerre/ jellemző végső mutatókat.

Vizsgálataink során esetenként célszerű a mutatók számításának táblázatos /manuális/ formáját választani, hogy a számítás-sorozat során nyert nagy tömegű részadat információtömege is rendelkezésre álljon, a részletesebb elemzés és értékelés számára, akár műveleti szintre vonatkozóan is.

A szükséges előkészítési és számítási munka talán hosszadalmasnak tűnik, de az így kapott műszaki-ökonómiai para-

méterek segítségével - az összefüggések és kapcsolatok mélyére hatolva - a céloknak megfelelően, objektív adatokkal alátámasztva tudjuk értékelésünket elvégezni, műszaki-fejlesztési javaslatainkat megtenni.

4.2.7. A rendszerek összemérése NCM és KIPA módszerrel

A munkarendszerek és változatok fő paramétereinek meghatározása még nem garantálja egyértelműen a helytelen, szubjektív döntések kizárását. A kimunkált 10-15 mutató közül egyik-másik kevésbé jelentős tényező lehet /adott helyen és időben/, mégis - a munkarendszer kiválasztásánál - azt a rendszert részesítik előnyben, amely esetleg egy ilyen másodrendű mutatónál ért el előkelő helyezést a sorozatelemzés során.

A döntések megalapozottságának és objektivitásának, valamint demokratizmusának fokozására is javasoljuk a többtényezős döntések elméletében a közelmúltban született néhány korszerű módszer rendszeres alkalmazását. /Itt csak utalunk az ERTI kutatók egyes sikeres adaptálásaira, összetett problémák vizsgálatánál, pl. Tibay György munkáira./

A komplex rendszerek objektív összemérésére alkalmas módszerek közül, a rendszerek összemérésének alapját adó tényezőket és ezek súlyait a nominális csoport módszer /NCM/ segítségével mutathatjuk ki. Ennél az eljárásnál lehetőség nyílik nehezen vagy egyáltalán nem számszerűsíthető tényezők elemzésbevonására is, a már meghatározott műszaki-ökonomiai jellemzők mellett /pl. az újulat vagy a lábonmaradó állomány kimélése, az alkatrészellátás színvonala stb./.

Ezek alapján a heterogén komplex rendszerek összehasonlítására, végső, egymutatós értékelésére a valóban rendszeresemléletű ún. KIPA többtényezős döntési modell alkalmazása javasolható /Kindler-Papp módszere; Budapesti Műszaki Egyetem/.

Fentiek segítségével, az előre rögzített elvek korrekt érvényesítése mellett, sok áttekinthetetlennek tűnő, össze-

tett döntési problémán lehetünk urrá, mégpedig az optimális megoldás/ok/ kiválasztásának garanciájával. Ilyen felbecsülhetetlen előnyök mellett elenyészőnek tűnik a módszerek információ- és számítástechnika-igényességéből eredő többletköltség.

5. A MUNKAFOLYAMATOK TERVEZÉSE ÉS SZERVEZÉSE SORÁN ALKALMAZHATÓ OPERÁCIÓKUTATÁSI MÓDSZEREK

A munkafolyamatok előző fejezetekben ismertetett részletes elemzései mellett esetenként többletinformációhoz juthatunk a korszerű operációkutatási és ökonometriai modellek alkalmazása segítségével. Ezekre mutatunk be példákat az alábbiakban, és majd néhány konkrét alkalmazásával megismerkedve fogjuk igazán látni a modellekben rejlő széleskörű lehetőségek kihasználásának jelentőségét.

Minden nagyobb volumenű termelési folyamatnál ugyanis igen jól hasznosíthatók az operációkutatás modelljei, így az erdészeti munkák tervezésében és szervezésében is jelentős szerepük lehet.

Az operációkutatás tudományos eszközökkel, módszerekkel vizsgálja valamely rendszer működésével, műveleteivel, "operáció"-ival kapcsolatos problémákat abból a célból, hogy azok optimális megoldását meghatározza. Gazdasági döntések-nél alkalmazva, összefoglalóan ökonometriának is nevezzük a matematikai módszereket.

Részei: a lineáris programozás, a hálótervezés, a marginális függvények /pl. termelési függvény/, a kockázattal járó és bizonytalan feltételek melletti programozás, a várakozó sorok modelljei, a készletezési modellek, pótlási modellek, és egyéb kombinált modellek.

A következő fejezetekben röviden bemutatjuk a termelési függvények, a sorbanállási elmélet és a hálótervezési módsze-

rek lényegét és alkalmazási lehetőségét a szűkebb szakterületünkön. Az itt nem tárgyalt modellek egy részével tanulmányaink során még megismerkedünk, de a többiek önálló tanulmányozására is felhívjuk a figyelmet. A témakör gazdag hazai szakirodalma lehetőséget ad a módszerek egyéni alkalmazására is.

5.1. Termelési függvények

A fagazdasági ágazat, a fagazdasági vállalatok, és egy-egy üzemük termelésének, műszaki fejlesztésének gazdaságosságát - első közelítésként, csupán nagyságrendileg helyesen, de gyorsan, egyszerűen előállítható adatok feldolgozásával - segít elbírálni a termelési függvények alkalmazása. Pl. Svédországban, Kanadában rendeletek és szabványok írják elő erdőgazdasági alkalmazását.

A termelési függvény technikai jellegű összefüggés, amely a termelés volumenét - adott gazdasági - fejlettségi szinten - a termeléshez szükséges ráfordítások volumenének függvényében fejezi ki.

Általános alakja az /1/ sz. függvénnyel adható meg:

$$y = f/\bar{x}/ \quad /1/$$

$\bar{x}$ vektor komponensei a fizikai ráfordításokat /ugy mint: munkaerő, állóalap, nyers- és tüzelőanyag stb./, a gazdasági fejlettség szintjét kifejező mutatószámokat /pl. a technológiai tudás fokát, a termelés szervezettségi szintjét stb./, valamint a termelésre ható külső, nem gazdasági tényezőket /pl. az időjárás hatását, elemi csapásokat stb./ jelölik.

Természetesen fenti komponensek mindegyikének számításba vétele nem biztosítható. Egy részük nem mérhető pontosan, másik részük csak igen kis mértékben hat, ezért csak a legfontosabb, a termelés alakulását döntően befolyásoló tényezőket kell kiválasztanunk.

A tényezők kiválasztásakor arra is tekintettel kell lennünk, hogy üzemi, vállalati, vagy ágazati szinten kívánjuk-e kifejezni a termelés és a ráfordítások közötti összefüggéseket.

Körülbelül 50 éve jelent meg termelési függvényekről az első olyan publikáció, amelyben már számításokat is közöltek. Az amerikai Cobb /matematikus/ és Douglas /közgazdász/ a /2/ sz. függvénnyel végeztek empirikus vizsgálatokat:

$$T = c \cdot L^{\alpha} \cdot K^{1-\alpha}; \quad \alpha + 1 - \alpha = 1 \quad /2/$$

A függvényben szereplő változók és paraméterek jelentése:

T = a termelés fizikai volumene /ill. árindexszel korrigált értékadata/

L = munkaráfordítás főben mérve

K = becsült tőkeállomány /árindexszel korrigált értékadat; szocialista termelési viszonyok között a termelési alap, illetve az állóalapok/

c és α = a számítás ismeretlenjei, a meghatározandó paraméterek azaz:

c = a technikai, szervezési színvonalat jellemző állandó

α = a termelés volumenének létszám szerinti elaszticitása, mely megmutatja, hogy a létszám 1 %-kal való növelése esetén a termelési volumen hány %-kal változik, változatlan termelési alapnál.

A közgazdasági irodalomban ma már több tucatnyi termelési függvény-típust alkalmaznak, azonban legtöbbször csupán a Cobb-Douglas-féle termelési függvény módosításáról beszélhetünk, az alaptípus a Cobb-Douglas-féle termelési függvény volt.

Később Douglas módosította az eredeti függvényt, és kimutatta, hogy a kitevők összege egynél kisebb vagy nagyobb is lehet. A módosított Cobb-Douglas-féle termelési függvényt mutatja a /3/ sz. képlet:

$$T = c \cdot L^{\alpha} \cdot K^{\beta}; \quad \alpha + \beta \leq 1 \quad /3/$$

Már a fenti egyszerű függvények segítségével értékes következtetésekre juthatunk a termelés lényeges összefüggéseit illetően, de még több információt szerezhetünk az összetettebb alakok meghatározásával.

Ilyen pl. a /3/ sz. függvény Solow által, 1957-ben módosított változata, melyben a semleges technikai fejlődés hatását igyekezett számításba venni egy új tag beiktatásával, ahogy az a /4/ sz. függvéynél látható:

$$T = c \cdot e^{\lambda} \cdot t \cdot L^{\alpha} \cdot K^{\beta} \quad /4/$$

ahol

e = a természetes logaritmus alapszáma / $e = 2,71828..$ /

λ = az un. semleges technikai fejlődés, vagyis az álló-eszközökben, termelési eszközökben /beruházásokban/ meg nem testesült - rendszerint a szervezési-vezetési, szakképzettségi színvonal emelésével kapcsolatos - technikai fejlődés ütemének évi rátája.

t = az idő mutatószáma, az évek száma.

Vagy pl. több tényezőt vizsgálva, fontos eredményeket kapunk az alábbi függvények segítségével.

$$T = c \cdot L^{\alpha} \cdot E_{2a}^{\beta} \cdot E_{2p}^{\gamma} \quad /5/$$

$$T = c \cdot e^{\lambda} \cdot t \cdot L^{\alpha} \cdot E_{2a}^{\beta} \cdot E_{2p}^{\gamma} \quad /6/$$

melyekben:

E_{2a} = aktív állóeszközök /gépek, járművek/ bruttó értéke, változatlan áron

E_{2p} = passzív állóeszközök /ingatlanok/ bruttó értéke, változatlan áron.

A különböző termelési függvények paraméterei egyébként, a rendelkezésre álló idősorok birtokában /melyek T , L , K és E_2 alakulását mutatják/, a regresszióanalízis szokásos módszereivel számíthatók. A mai programozható zsebalkulátorok többsége is alkalmas a háromváltozós függvények paramétereinek gyors meghatározására.

Visszatérve a /3/ sz. termelési függvényhez, a függvényből levonható közgazdasági absztrakciók - felsorolásszerűen és leegyszerűsítve - az alábbiak:

1. Az elaszticitások /vagy határelaszticitások/ közül α értéke megmutatja, hogy a létszám 1 %-os növelése esetén -

változatla munkaeszközállomány mellett - a termelés hány százalékkal nő.

Képletben felírva:

$$\alpha = \frac{\frac{\sigma_T}{T}}{\frac{\sigma_L}{L}} \quad /7/$$

α adott értéke csak $t \rightarrow 0$ %-os növelésre igaz, nagyobb t %-os növekedésnél, a hatványkitevő hatására, T százalékos növekedése egyre csökken.

2. β értéke megmutatja, hogy változatlan létszám esetén a munkaeszköz-állomány 1 %-kal való növelése a termelési érték hány %-os emelkedését eredményezi. Az elaszticitás képlete:

$$\beta = \frac{\frac{\sigma_T}{T}}{\frac{\sigma_K}{K}} \quad /8/$$

β értéke is csak $t \rightarrow 0$ % esetén pontos.

3. $E = \alpha + \beta$, azaz a határelaszticitások együttes nagysága a hozadék átalakulására utal. A volumenelaszticitásnak nevezett mutató kifejezi, hogy mindegyik termelési tényező felhasznált mennyiségének $t = 1$ %-os növelésével hány %-kal nő a termelés. A termelési tényezők arányos növelésénél van jelentősége, valamint a hozadék alakulására utal. Ha $\alpha + \beta > 1$, a hozadék növekvő, azaz a ráfordításoknál nagyobb ütemben nő a termelés volumene /a volumen hozadékának törvényét írja le!/: ha $\alpha + \beta < 1$, a hozadék csökkenő, azaz a ráfordítások növekedési üteme meghaladja a termelés növekedési ütemét, így az átlagos termelékenység, ill. hatékonyság csökken, míg $\alpha + \beta = 1$ esetén a hozadék konstans.

E értéke is csak $t \rightarrow 0$ % esetén azonos $\alpha + \beta$ értékével, nagyobb t % esetén a fajlagos $E > \alpha + \beta$, kivéve, ha $\alpha + \beta = 1$, mert ilyen esetben /homogén termelési függvénynél/ a fajlagos $E = \alpha + \beta$ minden t %-nál.

4. A ráfordítások differenciális termelékenysége /határtermelékenysége/ a termelés ráfordítás-elaszticitásaival / α - és β -val/ és a ráfordítások átlagos termelékenységeivel arányos / T/L - és T/K -val/. Valamely ráfordítás differenciális ter-

melékenységének azt a termelésnövekményt tekintjük, amely abból ered, hogy a szóban forgó ráfordítás volumenét egy egységgel növeljük, míg a többi ráfordítás nem változik. A differenciális termelékenységek tehát a ráfordítások és a termelés közötti volumenösszefüggések, míg az előbb tárgyalt elaszticitások a százalékos összefüggések kifejezői. A /9/ és /10/ képletek szerint a munka és az állóeszközállomány differenciális termelékenysége az alábbiak szerint alakul /utóbbinál helyesebb az állóeszközök differenciális hatékonyságáról beszélnünk/.

$$\eta_L = \alpha \frac{T}{L} \quad /9/; \quad \eta_K = \beta \frac{T}{K} \quad /10/$$

A határtermelékenységek a termelési függvény különböző pontjaiban eltérő nagyságúak.

5. A ráfordítások bizonyos határok között helyettesíthetők egymással, bár elvileg adott termelést bármilyen munka: termelési alap kombinációval előállíthatunk.

A tétel elvileg is csak akkor érvényes, ha mindkét ráfordítás nagyobb nullánál. Ezt mutatja számszerűen a mindenkor műszaki helyettesítési háttérarány, mely a differenciális termelékenységek közötti viszonzyszámokból adódik, ahogy a /11/ sz. képletből látható:

$$s = \frac{\alpha \frac{T}{L}}{\beta \frac{T}{K}} = \frac{\alpha_K}{\beta_L} \quad /11/$$

"s" értéke választ ad arra a kérdésre is, hogy egy fő megtakarítás /változatlan szintű termelés mellett/ hány Ft-os beruházással érhető el, ill. hogy egy bizonyos beruházással hány fő megtakarítását érhetjük el.

6. A termelés akceleratora az egyik termelési tényező határtermelékenységének változása, ha ennek a termelési tényezőnek a felhasználását egységnyi mennyiséggel növelik /közvetlen akcelerator/, vagy a másik termelési tényező felhasználását egységgel növelik /keresztakcelerator/. Például annál a vizsgálatnál lehet szerepe, hogy a gépesítés

növelése esetén nő-e a munka határtermelékenysége, és ha igen, milyen mértékben nő? Vagy a gépesítés fokozása esetén változik-e a termelésnek az a növekedése, amelyet a gépi felszerelés egységnyi növelésével lehet elérni /a gépek határtermelékenysége/?

Analitikus definíció szerint az akceleratorok a termelési függvény második parciális deriváltjai. A közvetlen akcelerator az egyik termelési tényező szerinti első parciális derivált ugyanezen tényező szerinti második parciális deriváltja:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial L^2} = \alpha / \alpha - 1 / \frac{T}{L^2} \quad /12/$$

illetve:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial K^2} = \beta / \beta - 1 / \frac{T}{K^2} \quad /13/$$

A keresztakcelerator pedig az egyik termelési tényező szerinti parciális deriválnak a másik termelési tényező szerinti második parciális deriváltja:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial L \partial K} = \alpha \cdot \beta \frac{T}{L \cdot K} \quad /14/$$

A differenciálás szabályai szerint a két keresztakcelerator mindig egyenlő egymással.

Amennyiben az akceleratorok értéke zérus, a határtermelékenységek növekedési üteme konstans, ha nagyobb az értékük nullánál, a növekedési ütem fokozódó, míg ha kisebbek nullánál, csökkenő tendenciájú.

A módosított Cobb-Douglas függvénynél, ha α és β kisebb egynél, a közvetlen akceleratorok negatívak, azaz a határtermelékenységek csökkennek. Viszont a keresztakceleratorok pozitívak, vagyis az egyik termelési tényező mennyiségének növelésekor a másik tényező határtermelékenysége nő. Ez azt jelenti, hogy a termelési tényezők a Cobb-Douglas-típusú termelési függvényben komplementerek.

7. A termelési függvények segítségével további fontos összefüggések levezetésére kínálkozik lehetőség. Kimutatható

pl. a termelékenység alakulása az egy főre jutó állóeszközérték függvényében. Elegendő a klasszikus Cobb-Douglas-féle termelési függvény mindkét oldalát elosztani a főben mért létszámmal, és kisebb átalakításokkal rendezni a képletet.

Igy a termelékenység alakulására a /15/ sz. függvényt nyerjük:

$$\frac{T}{L} = c \left(\frac{K}{L} \right)^{1-\alpha} \quad /15/$$

Módosított Cobb-Douglas függvény esetén pedig:

$$\frac{T}{L} = c \left(\frac{K}{L} \right)^{\beta} \cdot L^{\alpha+\beta-1} \quad /16/$$

8. Ugyanilyen eljárással kimutatható az állóeszközök hatékonyságának alakulása az egy főre jutó állóeszközérték függvényében. Itt K-val osztva az egyenlet két oldalát, kapjuk a megfelelő, a /17/ sz. függvényt; ha $\alpha + \beta = 1$

$$\frac{T}{K} = c \left(\frac{K}{L} \right)^{-\alpha} \quad /17/$$

míg $\alpha + \beta \leq 1$ esetén:

$$\frac{T}{K} = c \left(\frac{L}{K} \right)^{\alpha} \cdot K^{\alpha+\beta-1} \quad /18/$$

9. A homogén termelési függvényekre alkalmazható Euler tétele. Az elsőfoku homogén termelési függvényekre alkalmazva az Euler-tételt, az alábbi összefüggést kapjuk:

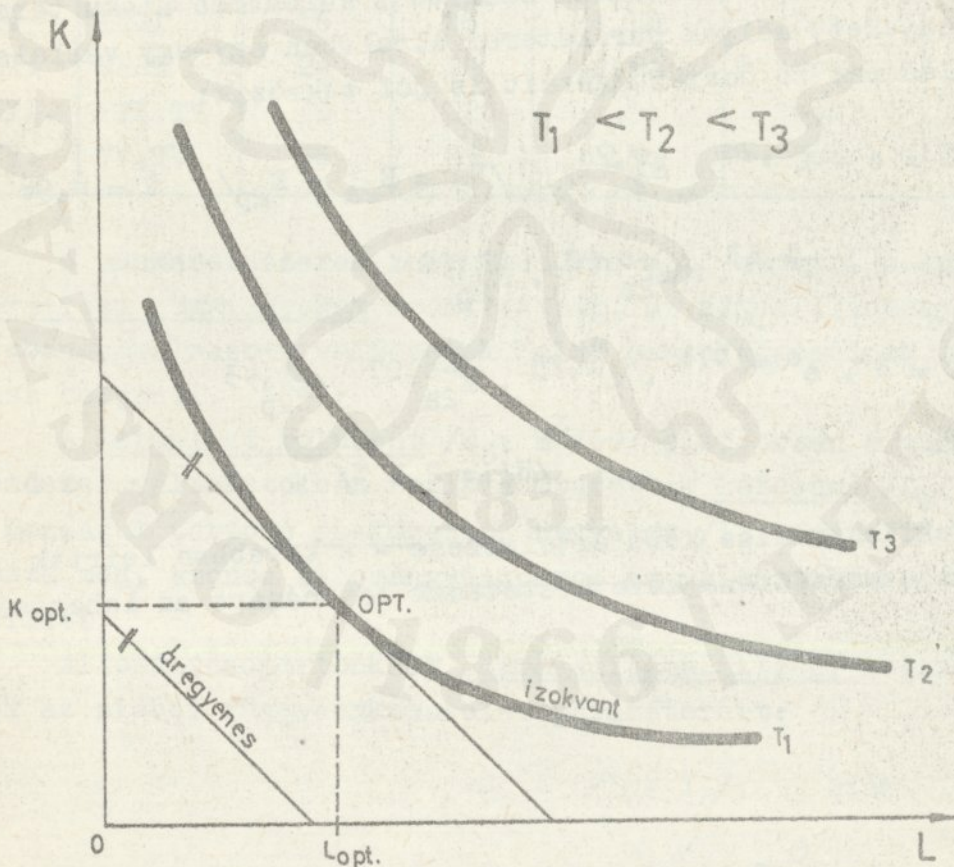
$$T = \eta_L \cdot L + \eta_K \cdot K \quad /19/$$

azaz a ráfordítások volumenének és differenciális termelékenységüknek a szorzatösszege egyenlő a termelés mennyiségével. A /9/ és /10/ alapján viszont felírható, hogy:

$$T = \alpha T + \beta T \quad /20/$$

A /19/ azonosság Euler tételének speciális alakja és azt fejezi ki, hogy az összes termelés egyenlő az egyes termelési tényezők felhasznált mennyiségének és határtermelékenységének szorzatösszegével. A termelést tehát fel lehet osztani olyan módon, hogy minden termelési tényezőnek annyit "számítunk be" a termelésből, amennyi a felhasznált mennyiségének és határtermelékenységének szorzata. Ezt nevezik "gazdasági beszámításnak".

10. A termelési függvények grafikus ábrázolásával további fontos mutatók és jelenségek vizsgálhatók meg. A függvényalak háromdimenziós felület vizsgálatát tenné szükségessé, ezért célszerűbb áttérni egy kétdimenziós diagramra, amely pontosan ugyanazokat az információkat szolgáltatja. Ilyen diagrammot láthatunk a 18. ábrán, ahol a két tengelyen L és K változók szerepelnek, míg T egy-egy konstans értékéhez tar-



18. ábra. A termelési függvény ábrázolása közömbösségi görbék segítségével

tozó görbék, a közömbösségi vagy izokvant görbék a koordináta-rendszer első negyedében találhatók.

A termelési közömbösségi görbe mindazoknak az L és K ráfordítás-kombinációknak a mértani helye, melyek azonos /T/ termelési szintet adnak.

Az optimális ráfordításkombináció meghatározásához szükségünk van a ráfordítások áaira is, melyből megtudjuk, hogy egy-egy ráfordítás mit eredményez a pénzünkért. Ezt az információt az áregyenes adja meg, mely a konstans költség egyenese, és mindazokat a munka- és gépi munkaráfordítás-kombinációkat ábrázolja, amelyeket valamely fix összegért megvásárolhatunk.

Adott volumenű termelés optimális ráfordítás-kombinációja ott lesz, ahol a T-hez tartozó izokvant és a párhuzamosan eltoltt áregyenes érintési pontja van.

Fentiek után közöljük a hazai fagazdasági ágazat 1970-1980 közötti termelési adataiból számított különböző alaku termelési függvényeket, melyek paraméterei általában egy-egy vállalat termelésének fő összefüggéseit is jól tükrözik:

$$a/ \quad T = c \cdot L^{1,28} \cdot E_2^{0,70}; \quad /E_2 = E_{2a} + E_{2p}/ \quad R = 0,98$$

$$b/ \quad T = c \cdot L^{1,63} \cdot E_{2a}^{-0,22} \cdot E_{2p}^{1,56}$$

$$c/ \quad T = c \cdot e^{0,017 \cdot t} \cdot L^{1,75} \cdot E_{2a}^{-0,27} \cdot E_{2p}^{1,43}$$

$$/H_r = 2,1 \text{ \%}/$$

Fentiek széles körű értelmezése - a korábban leírtak alapján - messzemenő következtetések levonására ad lehetőséget.

5.1.1. Elemzések termelési függvényekkel

A 4. fejezetben tárgyalt sorozatelemzés segítségével megvizsgáltuk 31 db hagyományos, átlagos és korszerű fakitermelési munkarendszer-változat legfontosabb műszaki-ökonomiai mutatóit. A munkarendszerek mutatóit különböző állományviszonyok és fahasználati módok mellett számítottuk ki.

A fahasználat módja szerint vizsgálva a hazai fakitermelések összesített adatait, négy jellemző állománycsoport kialakítását tartottuk célszerűnek, az alábbi méretek és egyéb paraméterek felvételével:

Áll. csop. jele	Haszn. módja	$\bar{a}_{1,3}$ /cm/	$\bar{H}$ /m/	$\bar{V}$ /m ³ /db/	Q /m ³ /ha/	V /db/ha/
I.	TKGY	16	16	0,18	200	1100
II.	NFGY	24	19	0,50	300	600
III.	FFV,TV	30	22	0,90	400	450
IV.	VV,TV	36	25	1,50	500	330

A munkarendszerek rendelkezésre álló mutatói alapján termelési függvényeket számítottunk, az egyes állománycsoportokban alkalmazott változatok belső összefüggéseinek tisztázása céljából.

A termelési volument / Q_0 ; m³/év/ elsősorban a munkarendszer változatokban foglalkoztatottak létszáma / L_0 ; fő/ és a hozzájuk tartozó eszközérték nagysága / I_0 ; ezer Ft/ határozza meg, azonos állományviszonyok és választékösszetétel mellett.

Állománycsoportonként regresszióanalízissel meghatároztuk az alábbi függvénykapcsolat paramétereit:

$$Q_0 = f/L_0; I_0/; \quad \text{azaz}$$

$$Q_0 = c \cdot L_0^\alpha \cdot I_0^\beta,$$

és az alábbi termelési függvényeket kaptuk:

I. állománycsoport: $Q_{\bar{o}} = 52,62 \cdot L_{\bar{o}}^{0,6712} \cdot I_{\bar{o}}^{0,4200}$

$n = 8$ db munkarendszer; $r^2 = 0,897$; $r = 0,947$

II. állománycsoport: $Q_{\bar{o}} = 64,22 \cdot L_{\bar{o}}^{0,8379} \cdot I_{\bar{o}}^{0,3674}$

$n = 7$ db; $r^2 = 0,979$; $r = 0,990$

III. állománycsoport: $Q_{\bar{o}} = 97,79 \cdot L_{\bar{o}}^{0,8523} \cdot I_{\bar{o}}^{0,2871}$

$n = 11$ db; $r^2 = 0,960$; $r = 0,980$

IV. állománycsoport: $Q_{\bar{o}} = 188,01 \cdot L_{\bar{o}}^{0,9317} \cdot I_{\bar{o}}^{0,1928}$

$n = 5$ db; $r^2 = 0,870$; $r = 0,933$

/A 31 változatot együtt vizsgálva - $n = 31$ - az alábbi összevont függvényt határoztuk meg:

$$Q_{\bar{o}} = 93,79 \cdot L_{\bar{o}}^{0,7126} \cdot I_{\bar{o}}^{0,3424}/.$$

A termelési függvények segítségével meghatározható az élőmunka-kiváltás átlagos beruházási költsége, az alábbi képlet alkalmazásával:

$$S = \frac{\alpha \cdot I_{\bar{o}_i}}{\beta \cdot L_{\bar{o}_i}}$$

ahol α és β = a megfelelő kitevők;

és $L_{\bar{o}_i}$; $I_{\bar{o}_i}$ = a vizsgált változatok megfelelő értékei.

Az így végzett számítás eredménye egy adott munkarendszer-változat korszerűbb változattal történő helyettesítésekor adódó élőmunka-kiváltási költségek átlagos értékét adja.

Jobb összehasonlítást tesz lehetővé, ha állománycsoportonként vizsgáljuk meg egy átlagos technikai szinten álló géprendszerben történő élőmunka-helyettesítés költségeit.

Legyen pl. a műszaki felszereltség értéke

$$E_0 = 250 \text{ ezer Ft/fő} \quad / \text{tehát } L_0 = 1 \text{ fő} \quad \text{és} \quad I_0 = 250 \text{ ezer Ft/!}$$

Ekkor

$$\text{I. áll.csop.: } S = \frac{0,6712 \cdot 250 \ 000}{0,4200 \cdot 1} = 400 \text{ ezer Ft/fő}$$

$$\text{II. áll.csop.: } S = \frac{0,8379 \cdot 250 \ 000}{0,3674 \cdot 1} = 570 \text{ ezer Ft/fő}$$

$$\text{III. áll.csop.: } S = \frac{0,8523 \cdot 250 \ 000}{0,2871 \cdot 1} = 742 \text{ ezer Ft/fő}$$

$$\text{IV. áll.csop.: } S = \frac{0,9317 \cdot 250 \ 000}{0,1928 \cdot 1} = 1.208 \text{ ezer Ft/fő}$$

Az állomány faegyedei méreteinek növekedésével az élőmunkakiváltás költsége háromszorosára emelkedik. Ennek okai-
val a következőkben részletesen foglalkozunk.

5.1.1.1. A gépesítés célszerű területei és megoldásai

Az előző fejezetben állománycsoportonként meghatározott termelési függvények kitevőit vizsgálva, a létszámhoz tartozó kitevő degresszív növekedése, és az eszközökhöz tartozó kitevő lineáris csökkenése figyelhető meg. /Az együttható ugyanakkor progresszíve növekszik./

Mint ismeretes, az egyes kitevők /a határelaszticitások/ azt mutatják meg, hogy a hozzájuk tartozó alap $/L_0; I_0/$ 1 %-os növelése hatására /a másik erőforrás változatlan értéke mellett/ a termelés volumene hány %-kal nő. Így tehát a kitevők az erőforrások átlagos hatékonyságára utalnak.

Ebben a szemléletben vizsgálva a kitevők szabályos változását a fák méreteinek növelése függvényében, az alábbi szakmai következtetésre juthatunk:

Vékony állományokban a kézi eszközös /és a motormanuális/ termelés kevésbé hatékony, mint méretes állományokban. Ugyanakkor a gépi technika, a magasabb szinten gépesített változa-

tok leghatékonyabban a gyéritésekben üzemeltethetők. Az itt alkalmazott gépek - sajátos megoldásaiknál fogva - inkább vetélytársai a kézi eszközös termelésnek, mint az élőmunka számára is kedvező feltételeket és teljesítményt biztosító méretes véghasználatokban. Pl. a gép kis faméretnek esetén képes egyidejűleg több törzs mozgatására és megmunkálására, a zavaró körülmények /fa fennakadása/ sem okoznak olyan idővesztéseket, mint kézi munkánál stb.

Mindezek ellenére ma még minden állománycsoportban az élőmunka-ráfordítás egységnyi növelése biztosítana nagyobb termelési volumen-növekedést, hiszen mindenhol $\alpha > \beta$.

A fent leírt két ellentétes tendencia magyarázza meg az előző fejezetben tapasztalható élőmunka-kiváltási költség-növekedést, a méretesebb állományok felé haladva. /Az S meghatározására ott bemutatott képletből ez egyértelműen kiolvasható./

A termelési függvények paraméterei / c ; α és β /, $V/m^3/fa$ növekedésének függvényében az alábbiak szerint módosulnak, a regresszió-analízis eredményei szerint:

$$c = 52,07 - 8,907 V + 66,352 V^2 \quad /r \approx 0,999/$$

$$\alpha = 0,885 + 0,1173 \ln V \quad /r = 0,975/$$

$$\beta = 0,451 - 0,174 V \quad /r = 0,999/$$

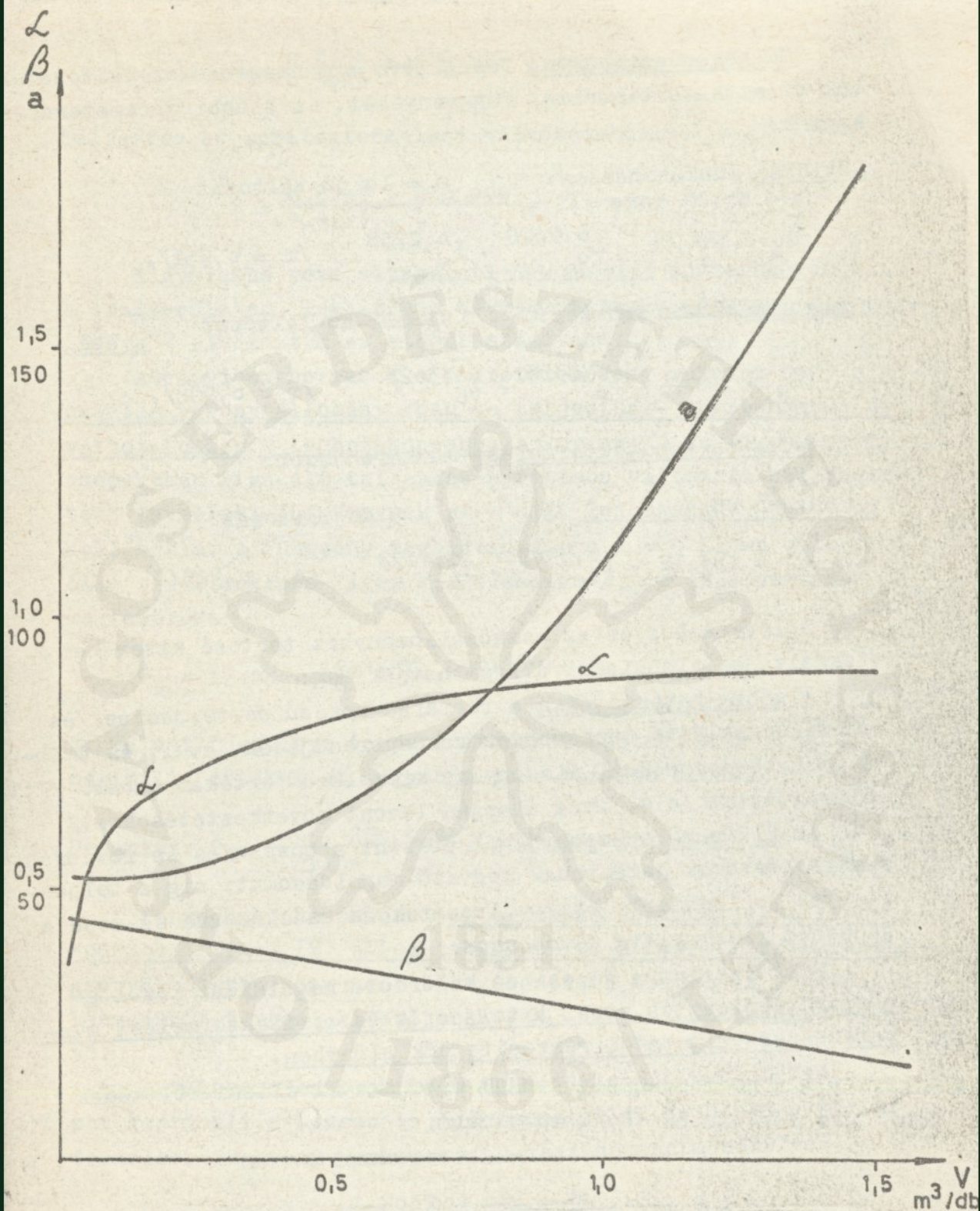
Ezt mutatja be a 19. ábra is.

Fenti paraméter-függvények segítségével felírható a tet-szőleges állománycsoportra érvényes, összevont termelési függvény is:

$$Q_0 = /52,07 - 8,91 V + 66,35 V^2/ \cdot L_0^{0,885 + 0,117 \ln V} \cdot I_0^{0,451 - 0,174 V};$$

mely már együtt mutatja be az összefüggéseket.

Igy tehát a gépesítéssel főleg a gyéritések területén célszerű nagyobb arányban előre lépni.



19. ábra. - A termelési függvények paramétereinek változása az átlagos darabnagyság függvényében

Munkarendszerenként felállítva a munkarendszer-változatokból számítható termelési függvényeket, az alábbi paramétereket kaptuk:

Rövidfás munkarendszer: $n = 10$ db változat

$$Q_0 = 164,80 \cdot L_0^{0,7026} \cdot I_0^{0,2758} \quad /r = 0,951/.$$

Hosszufás munkarendszer: $n = 12$ db változat

$$Q_0 = 90,26 \cdot L_0^{0,8356} \cdot I_0^{0,3023} \quad /r = 0,992/.$$

Teljesfás és aprítéktermelési munkarendszer:

$n = 9$ db változat

$$Q_0 = 153,12 \cdot L_0^{0,3443} \cdot I_0^{0,4073} \quad /r = 0,925/$$

A létszámhoz és az eszközállományhoz tartozó kitevőket. vizsgálva az alábbiakat állapíthatjuk meg:

A gépek hatékonysága a rövidfás-hosszufás-teljesfás /és aprítéktermelési/ munkarendszerek sorrendjében javul, és utóbbi munkarendszereknél viszonylag kiemelkedő értéket ér el. /Itt emlékeztetünk a 4. ábra alapján levont következtetésekre!/
Az élőmunka szempontjából viszont a hosszufás és rövidfás munkarendszerek jelentenek kedvező megoldásokat; míg a teljesfás /és aprítéktermelési/ változatokban az élőmunka szerepe a gépekhez viszonyítva másodlagos.

Ezek szerint a gépesítés különböző megoldásai közül a műszaki fejlesztés során a teljesfás és aprítéktermelési munkarendszer-változatok részesítendőek előnyben.

Ezt indokolják az átlagos élőmunka-kiváltási költségek is $/E_0^1 = 250$ ezer Ft/fő szintről/:

Rövidfás munkarendszer-változatoknál:

$$S = \frac{0,7026 \cdot 250\ 000}{0,2758 \cdot 1} = 637 \text{ ezer Ft/fő}$$

Hosszufás munkarendszer-változatoknál:

$$S = \frac{0,8356 \cdot 250\ 000}{0,3023 \cdot 1} = 691 \text{ ezer Ft/fő}$$

Teljesfás és apritéktermelési változatoknál:

$$S = \frac{0,3443 \cdot 250\ 000}{0,4073 \cdot 1} = 211 \text{ ezer Ft/fő.}$$

Figyelembe véve vizsgálatimódszereink ujszerűségét ezen a szakterületen, legalább a következtetések egyszerű ellenőrzésére - elvégeztük az alábbi számítást:

Amennyiben helyesek a feltételezések, mármint hogy a gépésítés vékony állományokban és teljesfás - apritéktermelési változatokban a leghatékonyabb, akkor az I. és II. állománycsoportban vizsgált teljesfás-apritásos változatokból számított termelési függvénynek az eddigi legmagasabb β kitevőt kell adnia. A függvény meghatározására $n = 4$ ilyen változat állt rendelkezésre /igen kis elemszám!/, de az elvárásnak megfelelően

$$Q_0 = 57,02 \cdot L_0^{0,4267} \cdot I_0^{0,4942} \quad /r = 0,956/$$

termelési függvényt és paramétereket kaptuk, azaz β eddigi maximális értékét. α nagysága is a várható értékű.

$$\text{Ugyanitt: } S = \frac{\alpha \cdot 250\ 000}{\beta \cdot 1} = 216 \text{ ezer Ft/fő.}$$

Fentiekhez hasonlóan, az élőmunka szempontjából leghatékonyabb III. és IV. állománycsoport és a hosszufás munkarendszerváltozatok összevont elemzésénél, a termelési függvény létszámhoz tartozó kitevőjének / α -nak/ az emelkedése várható.

A véghasználati jellegű állománycsoportokban $n = 7$ változat képviseli a hosszufás munkarendszert. Az ezekből számított termelési függvény paraméterei:

$$Q_0 = 459,43 \cdot L_0^{1,2037} \cdot I_0^{-0,0035} \quad /r = 0,995/,$$

tehát az elvárásnak megfelelően α kiugró értékű, míg az eszközök bővítése igen kis hatékonyságú.

A kétféle csoportosításban meghatározott termelési függvények kitevői arra utalnak, hogy állománycsoportonként vegyesen vizsgálva a munkarendszereket, a tömeg-darab törvény kedvező hatása az élőmunka hatékonyságát fokozza; míg munkarendszer-csoportosításban /összevontan kezelve az állományokat/ végezve a számítást, a törvény - az elvárásnak megfelelően - a nagyobb darabokat mozgató-felkészítő hosszufás és teljesfás változatoknál érvényesíti kedvező hatását a gépek hatékonyságának javulásán keresztül.

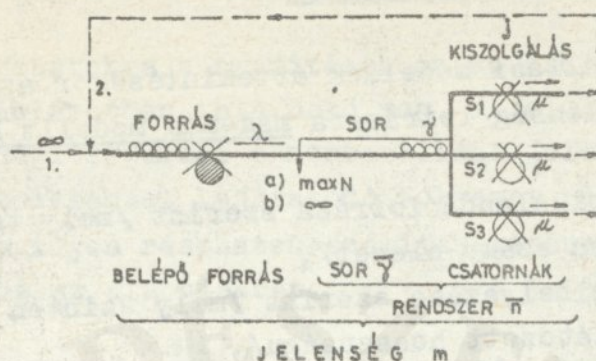
5.2. A sorbanállási modellek erdészeti alkalmazása

A sorbanállási elmélet néven ismert szabályozási modellt a bementi-kimeneti rendszerek /ezen belül a termelési folyamatok/ egyik alapvető matematikai konstrukciójaként tartják számon.

A modell hazai, különösen erdőgazdasági területen való alkalmazásával mégis viszonylag ritkán lehet találkozni. Pedig az előttünk álló fejlesztési feladatok, az ezek megvalósítására fordítható összegek olyan nagyságrendűek, a szervezési feladatok annyira összetettek már, hogy a becslések, az átlagokban való gondolkodás helyett elkerülhetetlen a korszerű szabályozási modellek ezen kiűntetett osztályának segítségével való tudatos optimális rendszeres elvégzése.

5.2.1. A sorbanállási elmélet lényege

Adva van egy vagy több kiszolgáló berendezés, amelyhez véletlenszerűen érkeznek a kiszorgálándók. Egy-egy kiszorgálás is - a véletlentől függően - több-kevesebb ideig tart. Több kiszorgálándó közel egyidejű beérkezésekor, amíg az egyik fél kiszorgálása folyik, a többi várakozik, sorban áll. Általános esetben a 20. ábrával jellemezhető ez a bemeneti-kimeneti rendszer.



20. ábra. - A sorbanállás általános alakja

Az egész jelenség tehát egyrészt a felek érkezése, másrészt ezek kiszolgálása, azaz kétféle véletlen folyamat kialakulásának szabálytalanságával és irányíthatatlanságával magyarázható. Ezért játszik elemzésénél döntő szerepet a valószínűségi elmélet.

Általánosítva a jelenséget: a termelési folyamatot vagy annak kisebb részét tekinthetjük szolgáltatást nyújtó egységnek, míg a szolgáltatást igénybe vevő fél pl. a megmunkálásra érkező munkatárgy, a kiszolgálásra érkező eszköz.

Mivel a szolgáltatás igénybevételének gyakorisága és a kiszolgálás időtartama véletlenszerűen változik, kétféle kedvezőtlen helyzet kialakulása várható nagy valószínűséggel:

- átlagosnál több egység beérkezése esetén torlódás, várakozó sor keletkezik,
- míg ha az átlagosnál ritkábban futnak be a kiszolgálható egységek, a kiszolgáló berendezéseknél lép fel állásidő.

Általában mind a két jelenség káros. Célunk a kiszolgálók és a kiszolgálandók olyan összhangjának biztosítása, melynél az állásidőkből származó veszteségek a minimumra csökkennek. Azaz kompromisszumot keresünk a sorban álló egységek várakozásának és a szolgáltatók várakozásának költségei között.

5.2.2. A sorbanállási modellek

A sorbanállási modellek áttekintésekor azt látjuk, hogy a vizsgált jelenség leírására más-más modellt kell alkalmaznunk:

- a kiszolgálandó forrása szerint /mely tartalmazhat véges és végtelen számú elemet/,
 - a sor elhelyezése szerint /mely szintén lehet végtelen hosszú és korlátozott hosszúságú/,
 - a kiszolgáló berendezés is lehet egy vagy többcsatornás, és utóbbi is lehet párhuzamos vagy soros elrendezésben,
 - a sor fegyelme is eltérő lehet /pl. "először jön - először megy" elve érvényesülhet, figyelembe vehetünk prioritásokat stb./,
 - és végül jelentős változatosságot biztosít a beérkezések és kiszolgálások elosztástípusainak figyelembevétele is.
- Mindezen tényezők körülbelül kétezer sorbanállási változat kialakulását eredményezhetik.

Ekkora számmal természetesen nem tudnánk megbirkózni a gyakorlati szervezésben. Erre azonban nincs is szükség, mert jelentős szelektálásra nyílik lehetőség az általános tapasztalatok és a vizsgált terület sajátosságainak figyelembevételével.

Ezen szempontok szerint elemezve az erdészeti termelési folyamatokat, arra a következtetésre juthatunk, hogy legtöbb esetben elégséges a fenti változatok kombinálásával kialakuló négy fő sorbanállási modellel számolni, vagyis az

- egycsatornás kiszolgálás, korlátlan számú beérkezést,
- az egycsatornás kiszolgálás, korlátozott számú beérkezést,
- a többcsatornás kiszolgálás, korlátlan számú beérkezést,
- és a többcsatornás kiszolgálás, korlátozott számú beérkezést leíró modellekkel. A beérkezések elosztástípusa szinte általánosan a Poisson-eloszlás, míg a kiszolgálások általában exponenciális vagy normális eloszlást követnek.

5.2.3. Egyszerű sorbanállási jelenségek elemzése

Fenti változatokra a számításokhoz szükséges képletgyűjtemény a 18. táblázatban található meg, a jelölések értelmezésével együtt. Segítségükkel a sorbanállási jelenség, azaz a szűk keresztmetszeteknél lejátszódó folyamat részletesen elemezhető. Néhány ilyen részletes számítás lépéseit és eredményét mutatjuk be az alábbiakban.

1. Példa

Egy felsőrakodóról a VOLÁN által kiállított $q_n = 5$ t hasznos teherbírású gépkocsikkal folyamatosan szállítják el a sarangolt választékokat. A felterhelés 1 db önálló rakodógéppel történik, melynek teljesítménye 25 t /óra, azaz 5 db gépkocsi/óra. Óránként átlagosan 4 db tehergépkocsi érkezik be. Mennyi lesz az átlagos várakozási idő? /A beérkezés Poisson eloszlás szerinti, a kiszolgálás exponenciális eloszlás szerint alakul./ Azaz:

$S = 1$ db kiszolgáló berendezés van,

$m = \infty$ számú tehergépkocsi vesz részt elvileg a szállításban,

$\lambda = 4$ db/óra az érkező gépkocsi átlagos száma,

$\mu = 5$ db/óra a kiszolgálható gépkocsik átlagos száma.

A levezetett értékek pedig, az 1. sz. modell képleteivel:
A forgalom intenzitása:

$$\Psi = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{4}{5} = 0,80.$$

Annak valószínűsége, hogy a rakodón nem tartózkodik gépkocsi:

$$p_0 = 1 - \Psi = 1 - 0,80 = 0,20 = \bar{\Psi}.$$

A gépkocsik átlagos száma a rakodón /a felterhelés alatt állót is beleértve/:

$$\bar{n} = \frac{\Psi}{1 - \Psi} = \frac{0,80}{1 - 0,80} = 4 \text{ db.}$$

A sorbanálló gépkocsik átlagos száma:

$$\bar{v} = \frac{\Psi^2}{1 - \Psi} = \frac{0,80^2}{1 - 0,80} = 3,2 \text{ db.}$$

18. táblázat. - Sorbanállási elmélet képletei

A jelölések értelmezése

m	= az egységek száma a jelenség egészében / ∞ vagy adott/
n	= az egységek száma a rendszerben /sorbanállók és azok, akiket kiszolgálnak/
ν	= az egységek száma a sorban, a várakozók száma
j	= a kiszolgálás alatt állók száma
ρ	= az üresen álló kiszolgáló helyek
s	= a kiszolgáló helyek száma
$\bar{n}; \bar{\gamma}; \bar{S}$ stb.	= a megfelelő adatok várható értékei
λ	= érkezési ráta /pl. db/óra; db/nap/
μ	= kiszolgálási ráta /pl. db/óra; db/nap/
$1/\mu$	= egy kiszolgálás átlagos ideje /pl. óra; nap/
$1/\lambda$	= átlagos érkezési időköz /pl. óra; nap/
$\Psi = \lambda/\mu$	= a forgalom intenzitása, vagy kihasználási tényező
$p_0, p_1, p_2 \dots p_n$	= annak valószínűsége, hogy a rendszerben 0, 1, 2, ... n egység tartózkodik
$\bar{T}_f$	= a sorbanállás átlagos időtartama
$\bar{T}_s$	= a rendszerben tartózkodás átlagos időtartama
a_n	= p_n/p_0 , rekurzív forma segédértékei
σ_0	= a kiszolgálási idő szórása
c_1	= a kiszolgálándó egységek állásköltsége /pl. Ft/óra/
c_2	= a kiszolgáló berendezés állásköltsége /pl. Ft/óra/
T	= vizsgált időtartam
Γ_s	= összes állásköltség, ill. állásból származó veszteség,
γ_s	= összes fajlagos állásköltség
$Q_V T$	= termelés volumene T idő alatt /pl. felterhelt m^3 /

18. táblázat folytatása.

KÉPLETEK

Modell száma Keresett érték	S=1 m=∞ 1.	S=1 m≠∞ 2.	S>1 m=∞ 3.
ψ	$\psi = \frac{\lambda}{\mu}$	$\psi = \frac{\lambda}{\mu}$	$\psi = \frac{\lambda}{\mu}$
p_0	$p_0 = 1 - \psi$	$p_0 = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^m \frac{m! \psi^n}{m-n!}}$	$p_0 = \frac{1}{\frac{\psi^S}{S! / 1 - \psi / S} + 1 + \frac{\psi}{1!} + \frac{\psi^2}{2!} + \dots + \frac{\psi^{S-1}}{(S-1)!}}$
p_n	$p_n = \psi^n / (1 - \psi)$	$p_n = \psi^{m-n+1} / \psi p_{n-1}$	$p_n = p_0 \frac{\psi^n}{n!}$ ha $1 \leq n < S$ $p_n = p_0 \frac{\psi^n}{S! S^{n-S}}$ ha $n \geq S$
$\bar{n}$	$\bar{n} = \frac{\psi}{1 - \psi}$	$\bar{n} = \bar{\gamma} + 1 - p_0$	$\bar{n} = \bar{\gamma} + \psi$
$\bar{\gamma}$	$\bar{\gamma} = \frac{\psi^2}{1 - \psi}$	$\bar{\gamma} = m - \frac{1 + \psi}{\psi} / (1 - p_0)$	$\bar{\gamma} = \frac{\psi^{S+1}}{S \cdot S! / (1 - \psi / S)^2} p_0$
$\bar{\rho}$	$\bar{\rho} = p_0$	$\bar{\rho} = p_0$	$\bar{\rho} = S - \psi$
$\bar{t}_f$	$\bar{t}_f = \frac{\bar{\gamma}}{\lambda}$	$\bar{t}_f = \frac{\bar{\gamma}}{m - \bar{n} / \lambda}$	$\bar{t}_f = \frac{\bar{\gamma}}{\lambda}$
$\bar{t}_s$	$\bar{t}_s = \frac{\bar{n}}{\lambda}$	$\bar{t}_s = \frac{\bar{n}}{m - \bar{n} / \lambda}$	$\bar{t}_s = \frac{\bar{n}}{\lambda}$
Adott értékek	m = ∞ S = 1 λ összes gépre μ az adott egy gépre	m ≠ ∞ S = 1 λ egy gépre μ az adott egy gépre	m = ∞ S > 1 λ összes gépre μ egy gépre
Egyéb	-	$\lambda_t = \bar{\gamma} / \bar{t}_f$	-
Elcsúszások	Beérkezés: Poisson		Kiszolgálás: exponenciális

18. táblázat folytatása.

Modell száma Kere- sett érték	$S > 1$ 4.	$m \neq \infty$	$S = 1$ 5.	$m = \infty$
ψ	$\psi = \frac{\lambda}{\mu}$		$\psi = \frac{\lambda}{\mu}$	
p_0	$p_0 = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^m a_n}$ $\otimes$		$p_0 = 1 - \psi$	
p_n	$p_n = a_n p_0$ $\otimes$		$p_n = \text{---}$	
$\bar{n}$	$\bar{n} = S + \bar{v} - \bar{\rho}$		$\bar{n} = \psi + \frac{\psi^2 + \lambda^2 G^2}{2(1-\psi)}$ $\otimes$	
$\bar{v}$	$\bar{v} = \sum_{n=S+1}^m (n-S) p_n$		$\bar{v} = \bar{n} - 1 + p_0$	
$\bar{\rho}$	$\bar{\rho} = \sum_{n=0}^S (S-n) p_n$		$\bar{\rho} = p_0$	
$\bar{t}_f$	$\bar{t}_f = \frac{\bar{v}}{(m-\bar{n})/\lambda}$		$\bar{t}_f = \frac{\psi}{2\mu(1-\psi)} [1 + (G\mu)^2]$	
$\bar{t}_s$	$\bar{t}_s = \frac{\bar{n}}{(m-\bar{n})/\lambda}$		$\bar{t}_s = \frac{\bar{n}}{\lambda}$	
Adott értékek	$m \neq \infty$ $S > 1$ λ egy gépre μ egy gépre		$m = \infty$ $S = 1$ λ összes gépre μ az adott egy gépre	
Eloszlások	Beérkezés: Poisson Kiszolgálás: expo- nenciális		Beérkezés: Poisson Kiszolgálás: tetszőleges	
Megjegyzés:	Rekurzív formájából a_n értékei: $\otimes$ $a_0 = 1$ $n = 1$ és $n = S-1$ között: $a_n = \frac{m-n+1}{n} \psi a_{n-1}$ $n = S$ és $n = m$ között: $a_n = \frac{m-n+1}{S} \psi a_{n-1}$		---	

18. táblázat folytatása.

Az összes és fajlagos állásköltség meghatározása a

$$\Gamma_s = /c_1 \cdot \bar{n} + c_2 \bar{\rho} / T \quad \text{és}$$

$$\gamma_s = \frac{\Gamma_s}{V_T}$$

képletekkel történik.

V_T számításánál kiindulhatunk pl. a kiszolgáló berendezés/ek/ kihasználási arányából, azaz $1 - p_0$ illetve $S - \bar{\rho}$ értékekből és ezt osztjuk egy kiszolgálás átlagos időszükségletével, $1/\mu$ -vel.

$$V_T = \frac{S - \bar{\rho}}{1/\mu}$$

Vagy esetenként alkalmazhatjuk a

$$\gamma_s = \frac{\Gamma_s}{\lambda_t}$$

összefüggést is.

Megjegyzés: $O! = 1$

1851

1866

A sorbanállás átlagos időtartama:

$$\bar{\tau}_f = \frac{\bar{v}}{\lambda} = \frac{3,2}{4} = 0,8 \text{ óra.}$$

A rakodón tartózkodás átlagos időtartama /a sorbanállás és kiszolgálás időszükséglete/:

$$\bar{\tau}_s = \frac{\bar{n}}{\lambda} = \frac{4}{4} = 1,0 \text{ óra} \quad \bar{\tau}_s = \bar{\tau}_f + \frac{1}{\mu}.$$

Annak valószínűsége, hogy a rakodón 1, 2, 3 ... n tehergépkocsi tartózkodik /rakodás alatt vagy sorban állva/:

$$p_n = \Psi^n / 1 - \Psi /$$

$$p_1 = 0,160$$

$$p_2 = 0,128$$

$$p_3 = 0,102$$

$$p_4 = 0,082$$

$$p_5 = 0,066$$

$$\cdot$$

$$p_{10} = 0,022$$

$$\cdot$$

$$\cdot$$

$$p_{20} = 0,002.$$

$$\text{Ellenőrzés: } \sum p_n = p_0 + p_1 + p_2 + \dots + p_\infty = 1.$$

Fenti esethez keressük meg a legkisebb együttes várakozási költséget /illetve veszteséget/ eredményező megoldást!

Azaz ilyen teljesítményű rakodógépnél hány db tehergépkocsi érkezését kell átlagosan biztosítani óránként, hogy a fajlagos állásidők költsége minimális legyen?

Alapadatok:

A tehergépkocsik állásköltsége a várakozás alatt:

$$c_1 = 30, - \text{ Ft/óra.}$$

A rakodógép állásköltsége:

$$c_2 = 60, - \text{ Ft/óra.}$$

A vizsgált időtartam /egy műszak/:

$$T = 10 \text{ óra.}$$

Az összes állásból származó veszteség:

$$\Gamma_s = /c_1 \cdot \bar{n} + c_2 \cdot \bar{g} / T.$$

Fenti változat esetén, tehát $\lambda = 4$ esetében:

$$\Gamma_s = /30 \cdot 4 + 60 \cdot 0,2 / 10 = 1320, - \text{ Ft.}$$

Az egy elszállított tonnára jutó fajlagos várakozási költség:

$$\gamma_s = \frac{\Gamma_s}{V_T}$$

ahol V_T : a termelés volumene T idő alatt /a felterhelt faanyag tömege 10 óra alatt/.

Esetünkben a rakodógép a 10 órás műszakban csupán 8 órán keresztül dolgozott / $p_0 = 0,20$ miatt/.

Igy:

$$V_T = /1 - p_0 / \cdot T \cdot 4 \cdot q_h = 0,8 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 5 = 200 \text{ t}$$

és

$$\gamma_s = \frac{1320}{200} = 6,60 \text{ Ft/t.}$$

Az óránként beérkező gépkocsik számának változtatásával a fenti számításokat megismételve, a fajlagos várakozási költség az alábbiak szerint alakul:

λ /gk/óra/	γ_s /Pt/t/
0	∞
1	11,10
2	5,60
3	4,60
4	6,60
5	∞

Ezek szerint kb. $\lambda = 3$ db/óra gépkocsi-forgalom biztosításával érhetjük el a költségminimumot. Az átlagos sorbanálási idő ebben az esetben $\bar{T}_f = 0,3$ óra lesz.

Fontos összefüggés, hogy azonos állásköltségű kiszolgáló és várakozó egységek alkalmazása esetén $\bar{\Psi} = 0,50$ értéknél kapjuk a legkisebb fajlagos állásköltséget! Azaz, amikor a kiszolgáló berendezést csak 50 %-osan használjuk ki! Ez, az első ránézésre hihetetlennek tűnő érték mutat rá talán leginkább arra a tényre, hogy az átlagszámok alapján sokszor ma is 100 %-osra betervezett kapacitáskihasználás /azaz $\bar{\Psi} = 1$ biztosítása/ milyen távol esik a tényleges optimumtól! $c_2/c_1 = 15$ értéke mellett is csak $\bar{\Psi} = 0,80$ értékig tolódik el az optimális kihasználási tényező.

Fenti értékek rávilágítanak a műveletgépesítés szintjén történő szervezés eredményességének korlátaira is. Azaz a gépkihhasználási százalék /P %/ kívánatos növelése egy szint után, összetett gépegyüttes munkájának szervezésénél, nehezen áttörhető határba ütközik. Ez a tény is a rollyamatgépesítésben rejülő nagyobb lehetőségekre hívja fel a figyelmet.

2. Példa

Egy üzemben több azonos típusú gép működik, melyek viszonylag gyakran hibásodnak meg. Ezért külön szerelőbrigádot kell fenntartani. Kérdés: hány szerelő alkalmazása adja a gazdasági optimumot, azaz hol a legkevesebb a gépek üzemkép telenségéből, illetve a szerelők munkanélküliségéből adódó összes veszteség, kiadás. Az eloszlások itt is a korábbiaknak megfelelőek. Mivel a gépek száma korlátozott, és többszátornás kiszolgálást is vizsgálunk, a 4. modellt lehet alkalmazni.

Az alapadatokat és a legfontosabb részeredményeket az alábbiakban közöljük:

$$m = 10 \text{ gép}; \quad \lambda = 1 \text{ hiba/hét}; \quad \mu = 10 \text{ javítás/hét};$$

$$\Psi = \frac{1}{10} = 0,1; \quad S = 1 \text{ szerelő}; \quad T = 1 \text{ hét};$$

$$p_0 = \bar{p} = 0,215; \quad \bar{v} = 1,360; \quad \bar{n} = 2,146;$$

$$\bar{t}_f = 0,173; \quad \bar{t}_s = 0,273;$$

$$c_1 = 10\,000 \text{ Ft/hét}; \quad c_2 = 2000 \text{ Ft/hét};$$

$$\Gamma_s = 21\,885 \text{ Ft/hét}; \quad V_T = 10 - \bar{n} = 7,854 \text{ hét}$$

hasznos gépüzemidő

$$\gamma_s = 2786,- \text{ Ft/hét gépüzemidő}$$

$$S = 2 \text{ szerelő beállítása esetén } \gamma_s = 1406,- \text{ Ft/hét}$$

gépüzemidő

$$S = 3 \text{ szerelő alkalmazása esetén } \gamma_s = 1476,- \text{ Ft/hét}$$

gépüzemidő

lesz a fajlagos állásköltség.

Jelen esetben tehát 2 szerelő alkalmazása biztosítja az optimális megoldást.

3. Példa

Hány db LKT-80 típusú csörlős vonszoló egy körzetben történő üzemeltetése esetén lesz már gazdaságosabb 1 db, a központban elhelyezett tartalékgép beállításával, és csak hiba esetén való üzemeltetésével biztosítani a vágástéri és felkészítési munkák zavartalanságát? Ismerjük a tartalékban kihasználatlanul várakozó LKT-80 típusú gép állásköltségét/ példánkban $c_2 = 184,- \text{ Ft/óra/}$, és meghatározhatjuk azt a veszteséget, mely a munkaterületen keletkezik a meghibásodott gép átmeneti kiesése következtében előálló átszervezések, átállások, elmaradó haszon, várakozás stb. következtében /példánk-

ban ez $c_1 = 500,-$ Ft/óra nagyságu/. $S = 1$ db a hibák idején beindítható tartalékgép száma, és $m = 3-4$ db üzemelő gépnél vizsgáljuk a költségnövekedés és a többletbevétel alakulását. Költségnövekedést okoz a tartalékgép állásidejének költsége; míg a tartalékgép működési ideje alatt óránként kiküszöbölt $500,-$ Ft veszteség jelenti a többletbevételt. Fenti példához a 2. sz. modell első lépéseit alkalmazhatjuk, értelemszerűen számolva a költségeket.

Legyen: $\lambda = 0,0333$ db/nap; azaz a gépek 30 naponként egyszer romlanak el, és $\mu = 0,333$ db/nap; azaz a gépet a szerelők 3 nap alatt javítják ki. Eloszlásoknak ismét a Poisson és az exponenciális eloszlást vettük.

$$c_1 = 4000,- \text{ Ft/nap}; \quad c_2 = 1472,- \text{ Ft/nap}; \quad T = 30 \text{ nap.}$$

A számítás menete és a végeredmény $m = 3$ és $m = 4$ esetére az alábbiak szerint alakul:

$$S = 1 \text{ db tartalék gép}; \quad \lambda = 0,0333 \text{ hiba/nap};$$

$$\mu = 0,333 \text{ javítás/nap}; \quad m = 3 \text{ db üzemelő gép};$$

$$\Psi = \frac{0,0333}{0,333} = 0,1; \quad p_0 = \bar{g} = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^m \frac{m! \Psi^n}{m-n!}} = 0,732;$$

$$\text{Veszteség} = 0,732 \cdot 30 \cdot 1472 = 32\,325,- \text{ Ft/hó.}$$

$$\text{Megtakarítás} = /1 - 0,732/ \cdot 30 \cdot 4000 = 32\,160,- \text{ Ft/hó.}$$

$m = 4$ db üzemelő gép esetén:

$$p_0 = \bar{g} = 0,647.$$

$$\text{Veszteség} = 0,647 \cdot 30 \cdot 1472 = 28\,572,- \text{ Ft/hó.}$$

$$\text{Megtakarítás: } /1 - 0,647/ \cdot 30 \cdot 4000 = 42\,360,- \text{ Ft/hó.}$$

Látható, hogy a felvett értékek esetén már 3 db géphez majdnem gazdaságos egy tartalékgép beállítása.

$c_1 = 250,-$ Ft/óra, azaz 2000,- Ft/nap veszteség esetén pedig 5 traktor mellett gazdaságos egy tartalékgép beállítása.

4. Példa

Egy másik részletes számítás eredményét láthatjuk a 21. ábrán, egycsatornás kiszolgálás, korlátozott számú beérkezés esetében. Itt a jelenlegben résztvevő kiszorgálók számának függvényében kialakuló fő paraméterek változása figyelhető meg.

Példaképpen bemutatjuk az ábra megszerkesztésénél végzett számítás menetét arra az esetre, ha az $S = 1$ csatornás kiszorgálás mellett /pl. 1 db rakodógép dolgozik/ $m = 5$ db kiszorgálók /pl. 5 db tehergépkocsi/ alkotja a jelenséget. Ismert továbbá, hogy a rakodógép átlagosan 7 db gépkocsi felterhelését képes óránként elvégezni, azaz $\mu = 7$ db/óra, és hogy egy-egy gépkocsi fordulóideje - várakozás nélkül - átlagosan 1 óra, vagyis óránként egyszer érkezik a kiszorgáló berendezéshez, azaz $\lambda = 1$ db/óra.

Fenti adatokból számolva és a 2. sz. modell megfelelő képleteit alkalmazva, kapjuk az alábbi értékeket:

- Egy kiszorgálás átlagos ideje:

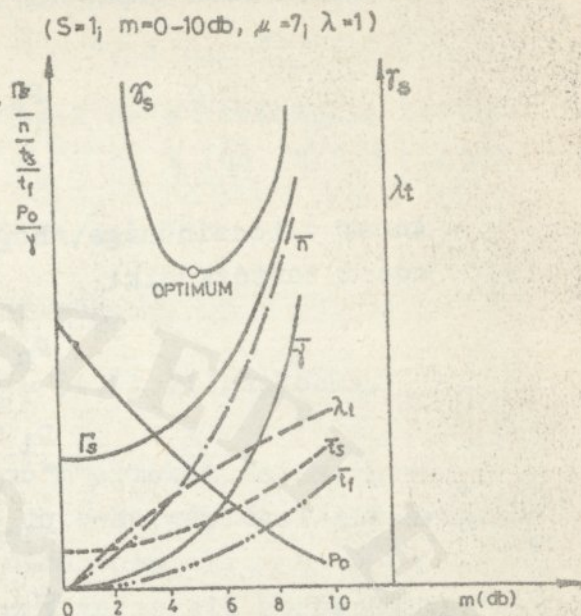
$$1/\mu = 0,1429 \text{ óra/gépkocsi.}$$

- Átlagos érkezési időköz:

$$1/\lambda = 1 \text{ óra/gépkocsi}$$

- A forgalom intenzitása:

$$\Psi = \frac{\lambda}{\mu} = 0,1429.$$



21. ábra. - A sorbanállás fő paramétereinek változása a kiszorgálók számának függvényében

- A rakodógép állásának valószínűsége /amikor nem tartózkodik a rendszerben gépkocsi/:

$$p_0 = \frac{1}{1 + \sum_{n=1}^m \frac{m! \Psi^n}{/m-n/!}} = 0,4247.$$

- Annak valószínűsége, hogy a rendszerben 1, 2 ... n db gépkocsi tartózkodik:

$$p_n = /m - n + 1/ \Psi p_{n-1}, \quad \text{azaz}$$

$$p_1 = 0,3034; \quad p_2 = 0,1734; \quad p_3 = 0,0743,$$

$$p_4 = 0,0212; \quad p_5 = 0,0030$$

$$\sum p_i = 1.$$

- A sorbanálló gépkocsi átlagos száma:

$$\bar{v} = m - \frac{1 + \Psi}{\Psi} /1 - p_0/ = 0,3977 \text{ db.}$$

- A sorbanálló és kiszolgálás alatt lévő gépkocsik átlagos száma:

$$\bar{n} = \bar{v} + 1 - p_0 = 0,9730 \text{ db.}$$

- A sorbanállás átlagos időtartama:

$$\bar{t}_f = \frac{\bar{v}}{\lambda /m - \bar{n}/} = 0,0988 \text{ óra.}$$

- A rendszerben tartózkodás átlagos időtartama /a sorbanállás és kiszolgálás időszükséglete/:

$$\bar{t}_s = \frac{\bar{n}}{\lambda /m - \bar{n}/} = 0,2416 \text{ óra.}$$

- Az óránként megrakott gépkocsik száma:

$$\lambda_t = \frac{\bar{v}}{\bar{t}_f} = 4,0271 \text{ db.}$$

- A várakozásból származó összes költség óránként:

$$\Gamma_s = /c_1 \cdot \bar{n} + c_2 \cdot p_0/ \text{ Ft}$$

ahol c_1 és c_2 a kiszolgáló egységek és a kiszolgáló berendezés állásköltsége /Ft/óra/. Pl. $c_1 = c_2 = 100$ Ft/óra esetén:

$$\Gamma_s = 139,77 \text{ Ft/óra.}$$

- A várakozásból adódó fajlagos költség:

$$\gamma_s = \frac{\Gamma_s}{\lambda_t} = 34,71 \text{ Ft/gépkocsi.}$$

Ezen érték minimumát biztosító "m" értéket célszerű választani, azaz példánk esetében $m = 5$ db tehergépkocsi alkalmazása lesz a leggazdaságosabb az adott rakodógépnél.

A kiemelt modellekre vissza nem vezethető sorbanállási jelenségek elemzése legtöbbször már csak bonyolultabb számítások segítségével oldható meg, ezért ezeknél előtérbe került a szimulációs módszerek alkalmazása /pl. a Monte Carlo módszer/. Ez a módszer gyakran már számítógép alkalmazását igényli.

5.2.4. Az optimális megoldás kiválasztása

A sorbanállási modellek, mint a szabályozási modellek egyik osztálya, közvetlenül nem nyújtanak lehetőséget optimalásra. Velük azonban különböző számításokat lehet végezni, melyek segítségével feltárható a berendezések egy adott elrendezés melletti viselkedése. Viszont a különböző megoldások összehasonlítása és költségkihatás szerint való értékelése - sorozatszámítás útján - elvezet egy gazdasági optimumhoz, melyet legáltalánosabban a kiszolgáló berendezés állásából származó kiadások, veszteségek és a sorbanálló berendezés várakozási költségei és az ebből eredő veszteségek együttes összegének minimuma fejez ki.

Az állásköltség önmagában nem vehető számítási alapul, hanem a rendszerelmélet elveinek megfelelően az állásból szár-

mazó elmaradó hasznát, s egyéb áttételes kihatásokat is be kell vonni az elemzésbe.

Nem mindegy azonban, hogy Γ_s milyen termelési volumen mellett alakul ki. Tehát vizsgálni kell, hogy az egységnyi szolgáltatásra jutó állásköltség hogyan alakul, és végül választásunknál ez lesz a döntő érték! Képletben kifejezve:

$$\gamma_s = \frac{\Gamma_s}{V_T} \text{ minimumát keressük.}$$

Az így nyert adatok segítségével a szükséges szervezési intézkedések már megtehetőek, esetleg egyéb kiegészítő intézkedésekkel a veszteségidők még tovább csökkenthetők. Ehhez azonban a jelenség részletes ismerete és a termelési folyamat rendszer szemléletű kezelése szükséges.

Ez a néhány, talán túlzottan leegyszerűsített példa is bizonyítja a sorbanállási elmélet sokoldalú alkalmazhatóságát. További alkalmazási lehetőségei vannak a folyamat- és rendszergépesítés területén, az egyenkapacitás biztosítására már a tervezés folyamán. A módszer a szűk keresztmetszetek feltárásához is nélkülözhetetlen támogatást ad. A karbantartás és az anyagellátás megszervezésének, a gépcserék tervezésének is fontos módszere lehet. Alkalmas a munkás és adminisztratív létszám-arány optimumának számítására is, és a modell, valamint az ágazati problémák átfogóbb ismerete alapján lehetne a felsorolást tovább folytatni.

5.3. A hálótervezési módszer alkalmazása

A hálótervezés módszerét - különösen alapvető változatait /CPM, PERT/ - mind a hazai, mind a külföldi szakirodalom nagyszámu kiadványban tárgyalja. Jegyzetünkben ezért csak egy újszerű alkalmazására mutatunk be példát, a munkaszervezés területéről.

Ma már az erdőgazdasági szervezés gyakorlatában is alapvető követelmény az összefüggések kellő mértékű feltárása, annak könnyen követhető, áttekinthető ábrázolása, és az alap-

adatok pontosságán belül megkövetelhető objektív számítás, értékelés. A hálótervezés egyik nagy előnye éppen a fenti követelmények kielégítése.

A hálótervezést, s főleg a logikai hálót azért célszerű használni az erdőgazdasági munkafolyamatok tervezésénél, mivel nemcsak matematikailag ad egy egzaktabb megközelítést, hanem vizuálisan is áttekintést ad a munkafolyamatok rendszeréről.

A hálótervezés módszerét alapvetően összetett munkafolyamatok, építkezések átfutási időtartamának meghatározására /kritikus ut/, koordinációra, feladatmeghatározásra és az erőforrások átcsoportosítására használják, ma már igen elterjedten.

A hálótervezés valamennyi módszere abból indul ki, hogy a tervékenységeket irányított gráfként fogja fel.

Itt hívjuk fel a figyelmet arra, hogy a termelési folyamatot felépítő műveleteket, azok sorrendjét és helyét ábrázoló kétdimenziós séma, vagy "háló" is alapul szolgálhat a leggazdaságosabb, legtermékenyebb stb. megoldást biztosító géprendszerek gyors meghatározásához /4. ábra/.

Ismerve az egyes műveletek idő- és költségadatait, a háló egyszerűen megszerkeszthető, a megfelelő értékekkel is kiegészítve. A hálótervezési módszer szabályai alapján meghatározva a "kritikus utat", az adódó poligont felépítő eszközök összessége adja azt a géprendszert, mely a vizsgálat szempontja szerint a legkedvezőbb feltételek mellett biztosítja a feladat végrehajtását.

A számítások lényege röviden a következő: A kezdő eseménytől /bal felső kör/ a záró eseményig /jobb alsó kör/ haladva, a körök fölé írjuk azt a legkisebb értéket, amelyet az adott kör előtti műveletek /tevékenységek, nyilak/ alá írt költségek összege ad. A záró esemény feletti érték lesz a legkisebb önköltség, mellyel a feladat végrehajtható. Ezt az értéket a záró esemény köre alá írjuk, és most visszafelé haladva, az egyes körök alá mindig azt a legnagyobb értéket írjuk, amely az adott kör és a záró esemény közötti műveleti költségek összegének és a minimális összköltségnek a különb-

sége. A kritikus utat azoknak a köröknek az összekötésével kapjuk, amelyek fölé és alá irt számok azonosak.

Külön hálón lehet megkeresni a legkisebb önköltséget biztosító változatot, a legtermelékenyebb változatot stb., ezért csak lokális optimumként vehetjük alapul az egyes változatokat.

A kritikus ut által adódó legkedvezőbb változat mellett a második, harmadik stb. helyen lévő változatot úgy kapjuk meg, hogy kikeressük azt az eseményt /körrel jelölve/, amely-nél a kör alá és fölé irt számok között a legkisebb az eltérés, majd a vele párhuzamosan futó, kritikus uton lévő műveletet töröljük a hálóból. Ujraszámolva a feladatot, az új kritikus ut megadja a második legkedvezőbb változatot és így tovább.

Amennyiben látszattervékenységen keresztül halad a kritikus ut, akkor a közös eseménybe összefutó hasonló tevékenységek alá irt értékeket is össze kell hasonlítani /keresve az optimális megoldástól való eltérés nagyságát/, és ha az itt kapott különbség kisebb, mint a köröknél megállapított minimális eltérés, akkor itt kell kikapcsolni a kritikus ut szomszédos tevékenységét, hogy a szuboptimumot meghatározhassuk.

Számítógépes feldolgozás esetén a fenti szuboptimumkeresés nagyban leegyszerűsödik, mivel az események és tevékenységek "tartalékidejének" nagyságát a géppel kiirathatjuk, és a legkisebb tártalékidővel rendelkező helyeken vezetjük át a második, harmadik stb. szubkritikus ut-változatokat. /A számítógépes program az Egyetemen már rendelkezésre áll./

Az így kapott gép-összeállításokat természetesen szervezési szempontból még "finomítani" kell, az egyenkapacitás biztosítására; illetve, ha ez nehézségekbe ütközik, áthidaló megoldásként itt is a munkafolyamat szakaszolása jöhet szóba.

Manuális uton végrehajtott hálós optimálásra mutatjuk be az alábbi példákat.

1. Példa

Aprítéktermelés legkisebb önköltségű változatának keresése gyéritésekben, az alábbi feltételek mellett.

Átlagfa térfogata	$V = 0,1 \text{ m}^3/\text{db}$
Átlagos közelitési távolság	$s_2 = 250 \text{ m}$
Átlagos kiszállítási távolság	$s_3 = 5 \text{ km}$
Aprító gép típusa:	Bruks 850 M
Évi átállások száma:	$n = 60 \text{ db}$
Szállítási távolság:	$s_4 = 100 \text{ km}$
Gyéritési erély	$b = 20 \%$

A rendelkezésre álló eszközök és fajlagos költségük, műveletenként:

1. Döntés motorfűrészszel	114,- Ft/m ³
2. Kézi előközéltés	83,- "
3. Fogatos előközéltés	92,- "
4. Döntés-rakásolás Bobcattal	157,- "
5. Közéltés Holder traktorral	123,- "
6. Közéltés 37 kW teljesítményű mg-i traktorral /50 LE/	153,- "
7. Közéltés LKT-75 traktorral	174,- "
8. Közéltés markoló vonszolóval	44,- "
9. Darabolás 6 m-re	15,- "
10. Darabolás hosszufára	8,- "
11. Kiszállítás forwarderrel	235,- "
12. Kiszállítás DHP szerelvényel	150,- "
13. Kiszállítás LKT-75-tel	584,- "
14. Aprítás Bruks 850 M aprító géppel	76,- "
14' Teljesfa aprítása elődarabolás nélk.	65,- "
15. Szállítás ZIL-130 tégk-val	214,- "

A hálót a 22. ábra szerint szerkesztettük meg és láttuk el a megfelelő értékekkel. Az optimális változat keresésénél előre haladva az egyes eseményeket jelző körök fölé mindig a lehetséges legkisebb összeget irtuk, míg visszafelé haladva alulra lehető legnagyobb maradék értéket. Az azonos értéket

adó körök közötti utvonai jelöli ki a legolcsóbb változatot, és a befejező tevékenység $655,- \text{ Ft/m}^3$ értéke adja a minimális önköltséget.

Tehát az optimális géprendszer önköltség szempontjából az alábbi:

Döntés-rakásolás Bobcattal,
közelítés markolós vonszolóval,
darabolás motorfűrészszel hosszufára,
kiszállítás DHP szerelvénnnyel,
hosszufa aprítása Bruks 850 M aprítógéppel,
szállítás ZIL-130 típusu pótkocsis tehergépkocsival.

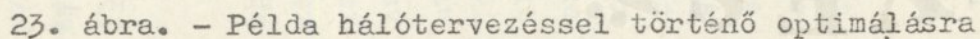
Az ábrák szerkesztésénél - az általános szabályok betartásán túlmenően - ügyelni kell arra, hogy az egymáshoz szorosabban kapcsolódó műveleteket a többi művelet által adódó csomópontokon kívül vezessük, hogy érvényesíteni tudjuk a köztük lévő szorosabb kapcsolat hatásának végigfutását a teljes rendszeren.

Például a 22. ábrán a 13. tevékenység /teljesfa kiszállítása/ lehetővé teszi a teljesfa aprítását is /14'. tevékenység/, mely nyilván kisebb aprítási költséggel jár, mint az elődarabolt fa aprítása /14. tevékenység/. Ezért ezt a mellékágot külön kellett futtatni. Amennyiben pl. a teljesfa aprítása jóval nagyobb teljesítményű lenne, ez a gépkocsik várakozási idejét is jelentősen lerövidítené, azaz csökkenne a szállítási költség is ennél a megoldásnál. Ebben az esetben a szállítást is egy új tevékenységgel kellene az eddigi 13. és 14'. tevékenységsorhoz kapcsolni, 15'. tevékenységként, a "441-441" csomóponttól leválasztva, egy új esemény beiktatásával. A két szállítási változatot ezután a közös záróeseménynél kellene összekapcsolni. Így biztosítható, hogy egy-egy művelet kedvező vagy kedvezőtlen hatása az egész rendszerben érvényesüljön.

2. Példa

Összetettebb, de jól értelmezhető hálót mutatunk be a 23. ábrán /Kása Erika szerkesztésében/. A növedékfokozó gyéritésekben alkalmazható munkarendszerek legkisebb önköltségű változatának keresése volt a cél.

1450



Az egyes tevékenységeknél alkalmazott eszközök és a rájuk jellemző fajlagos műveleti költség /Ft/m³/ a hálóról is leolvasható, ezért itt nem részletezzük. A legkisebb összes költséget eredményező változatot, a kritikus utat vastag hullámvonal jelöli.

6. AZ ERDŐGAZDASÁGI MUNKASZERVEZÉS HELYZETE ÉS SAJÁTOSSÁGAI

A jegyzet elején már rávilágítottunk, hogy a termelési folyamatok bonyolultabbá válásával, a korszerű technika alkalmazásánál mind nagyobb jelentőségű a munka- és üzemszervezés. Ez a megállapítás ágazatunkra is érvényes.

A magasabb szintű gépesítés és a magasán kiképzett szakmunkásgárda fokozatos kifejlődése következtében lehetővé, sőt egyben szükségessé is válik az erdőgazdasági termelőmunka jobb megszervezése.

Hazánkban is kialakultak az erdőgazdaságok munkaszervezésének ezen feltételei, mégis csak az utóbbi években jelentkezett a gyakorlatban sürgetően ez a feladat. Ennek oka elsősorban a megnövekedett termelési feladatokban és a rendelkezésre álló mind kisebb munkáslétszámban keresendő.

Várható, hogy a jövőben még tovább fog csökkenni a rendelkezésre álló munkaerő, és a termelési feladatok sem csökkennek. Utóbbi teljesítésére - a mind magasabb technikai színvonal mellett - ezért a munkaszervezés egyre nagyobb szerepet fog kapni. A bel- és külföldi példák azt mutatják, hogy a munka jobb megszervezése, ennek gyakorlati irányítása, végrehajtása állandóan fejlődő, a tökéletesebb és összetettebb megoldások felé vezető folyamat. Mindezek alapján a gyakorlati szakemberek jövőbeni feladata elsősorban az, hogy a már kidolgozott, kipróbált és bevált munkaszervezési megoldásokat átvegyék, a tudományos kutatás alapján elért eredményeket a gyakorlatban alkalmazzák, és megfelelő begyakorlás, tapasztalatszerzés után továbbfejlesszék. Csak az egyszerűbb megoldá-

sok sikeres alkalmazása, megfelelő szervezői gyakorlat megszerzése után sikerülhet az összetettebb, részleteiben is pontosan kidolgozott munkaszervezési megoldások alkalmazása.

Köztudott, hogy hazánkban a termelés számottevő növelésének extenzív /új munkaerő beállításával biztosított/ útja már nem járható. Így az erdőgazdálkodásban is az intenzív fejlesztésre kell törekedni, a belső erő tartalékok feltárásával, fokozott gépesítéssel, korszerű biológiai, erdőnevelési eljárások bevezetésével stb. Figyelembe véve a termelőerők elért mennyiségi szintjét /munkáslétszám, gépmennyiség stb./, már megközelítettük azt a fokot, amikor nem is annyira az eszközök hiánya, mint inkább a felhasználás rossz szervezettsége a döntő akadálya a nagyobb termelékenység elérésének.

6.1. Az erdőgazdasági munkák jellemzése

Tekintsük át az erdőgazdasági munkavégzés általános jellemzőit és ezek kedvezőtlen következményeit:

a/ A szabadban, nagy területen és gyakra nehéz terepen dolgozunk, és az időjárás /hideg, szél, csapadék, erősen tűző nap stb./ ugyyszólván minden erdőgazdasági tevékenységre hatással van. Egyes munkafolyamatokat csak az év meghatározott szakaszában lehet végrehajtani, természeti, biológiai, műszaki, faanyagvédelmi stb. szempontok miatt /idényjelleg/.

b/ A munka tárgya maga az erdő, illetve az elszórtan álló, inhomogén faegyedek, s ebből eredően a biológiai és műszaki követelmények nehezen egyeztethetők össze. A fatermesztés természetéhez kötött folyamat, mennyiségi eredménye a termőhelyi tényezőktől függ.

c/ A munkaszervezetek vándorjellege. A fatermesztés és fakitermelés munkáit mindig változó helyszínen kell végrehajtani. A munkaerő és az eszközök mindig újabb, sohasem teljesen azonos körülmények között működnek.

d/ A munkák 83 %-a a nehéz munkakörülményi fokozatba tartozik. Pl. a fakitermelésben a munka nehézségi foka közel áll a bányászatéhoz.

e/ A munkavégzéshez szükséges anyagokon kívül a termelő-eszközök másik részét, sőt a munkaerőt is szállítani kell. Hatalmas anyagmozgatási feladatot jelent a kitermelt faanyag összegyűjtése és feldolgozóhelyre való juttatása.

Az adottságok negatív hatásai:

- ad.a. Kedvezőtlen munkakörülményeket teremt a munkásoknak, mely miatt anyagi hátrányok is érhetik. Lelassítja, vagy lehetetlenné teszi a munkát. A munkaműveletekre gyakorolt egyenlőtlen hatása következményeként rendkívül nehezíti a munkaszervezést. Gyakran rontja a minőséget és kedvezőtlenül befolyásolja a termelés mennyiségi oldalát is. Növeli a baleseti veszélyforrást és a foglalkozási ártalmak gyakoriságát.
- ad.b. Nehezíti a gépesítést. Határt szab a termelőeszközök koncentrálásának. A munkaszervezeten kívüli tényezők is jelentősen befolyásolják a teljesítményt /lásd: tömeg-darab törvény súlyos hatását!/
.
- ad.c. A vándorló munkahelyen kedvezőtlen a szociális ellátás. Ez költségnövelő tényező is, illetve határok közé szorítja a gépesítés lehetőségeit /nagy teljesítményű, drága gépcsoportok gyakori munkahely-változtatása elfogadhatatlanul megnöveli a költségeket./
- ad.d. A fiatalok nem vállalják ezt a munkát, romlik a munkások korösszetétele.
- ad.e. Az erdei termékek szállításával együtt - fentiek miatt - a termelés önköltségének kb. 60-80 %-át teszi ki az anyagmozgatás költsége.

A világ erdőgazdálkodásában tapasztalható tendenciák szerint két alapvető megoldással próbálják a kedvezőtlen hatásokat csökkenteni.

- Felkészítő telepek kialakításával a fakitermelési műveletek kisebb-nagyobb hányadát iparszerű körülmények között hajtják végre, az erdőn kívül.
- Korszerű, hidraulikus manipulátorokkal felszerelt gépek /légkondicionált, fűtött vezetőfülkék stb./ alkalmazásával az erdőben végzett munka körülményeit javítják, a terepi munka szociális ellátottságának egyidejű emelésével. Ahogy

a szlogen megfogalmazza: "Keine Hand mehr an das Holz, keinen Fuss mehr auf den Waldboden!", vagyis "Semmit a kézzel, semmit a földön!"

A fejlődés mindkét útja erősen beruházás-igényes, ezért hazai viszonyok között ma legsürgetőbb feladatnak a szociális ellátás színvonalának emelése tekinthető, hogy a még nagyobb arányú munkaerő-elvándorlást megakadályozzuk.

Az erdőgazdasági munkák néhány további jellemzője:

Kedvezőtlen az erdőgazdálkodásban foglalkoztatottak korösszetétele. Az előregedés tendenciái jelentkeznek.

A szakmastruktúra is kívánnivalót hagy maga után. Az erdőművelésben foglalkoztatottak szakmastruktúrájának javítása a következő évek kiemelt oktatási feladata.

A kereseti viszonyok kedvezőtlenek. A feszültségek feloldására határozottabb vállalati bérpolitika és központi támogatás kívánatos.

A fokozatos koncentrálás ellenére 7-8 ezerre tehető a változó, szabadtéri munkahelyek száma. A további koncentráció technikai, közgazdasági és szociális tényezők alapján is elkerülhetetlen.

A szociális származás vizsgálatánál kitűnt, hogy a fizikai dolgozók 18-20 %-ánál van csak tradíciója az erdei-munkás hivatásnak /dr.Csötönyi József adatai/.

Tennivalóink a változó munkahelyek szociális ellátásával kapcsolatban:

- a munkásszállítás megoldása,
- időjárási viszonyok ellen védelmet nyújtó berendezések telepítése,
- meleg ebéd biztosítása,
- védő- és munkaruha biztosítása.

Az erdészeti munkák műszaki fejlesztése, színvonalas szervezése és a munkásokkal való fokozottabb törődés biztosítja csak az előttünk álló feladatok sikeres megoldását. Szervező tevékenységünk során mindig tekintettel kell lennünk termelési sajátosságainkra is, hogy a megismert korszerű módszereket eredményesen alkalmazhassuk.

6.2. Az erdészetek munkaszervezési színvonala

Az erdészeti munkák szervezésének alapja a munkavégzés idején lehetséges viszonyokat figyelembevevő, több változatú szervezési terv. A tervek készítésével és a végrehajtás munkahelyenkénti értékelésével az előző fejezetek már foglalkoztak. Az egyes munkahelyeken való fel- és levonulási, előkészületi és befejezési tevékenységek, az egyes munkahelyek ütemezése, az erőforrások munkahelyek közötti megosztása, a munkásszállítás, az üzemanyagellátás, a javítószolgálat és a szállítás jó megszervezése mind a termelés eredményességét segíti elő. Ez utóbbiakat az éves tervek negyedéves bontása, a kéthavi tervek készítése és a heti feladatprogramozás során kell megtervezni.

A szervező feladata az, hogy a munkák tervszerű végrehajtásáról gondoskodjon, illetve a tervekben nem rögzíthető rendkívüli helyzetekben - a gazdaságosság szem előtt tartásával - a munkákat a tervcélok megvalósítása irányába terelje. Az előforduló rendkívüli helyzetek nagy változatossága, és viszonylag kis jelentősége miatt, megoldásukra általános irányelvek nem adhatók. Ezeket a szakismeretek folyamatos elmélyítésével, gyakorlati tapasztalatok szerzésével és a célkitűzések állandó, tudatos figyelembevételével kell megvalósítani.

Az erdészetek szervezői készségének állandó javítása és a szervezői tevékenység objektív megítélése szükségessé teszi a szervezési színvonal meghatározását. Erre mutatunk be egy lehetséges eljárást, dr. Szász Tibor és Jablonkay Zoltán javaslata alapján. /A módszert eredetileg a fakitermelések szervezettségi színvonalának mérésére dolgozták ki./

Az objektív alapon történő összehasonlításhoz első feladatként a munkavégzést befolyásoló tényezőkből származó különbségeket kell kiiktatni. Ez csak úgy lehetséges, hogy az egyes gazdálkodási egységek által az egyes folyamatokban elért eredményeket a saját viszonyaik között elérhető optimumokhoz hasonlítjuk. Az erdészetek vállalaton belüli össze-

hasonlításához vállalati műszaki normaalapokból kell az optimumokat számítani. Ha ezekhez viszonyítjuk az adott termelési folyamat egyes műveleteiben elért teljesítményi adatokat, megállapíthatók a műveletenkénti normateljesítési szintek. Az kétségtelen, hogy már ezek az adatok is utalnak a szervezetség színvonalára, és hogy többé-kevésbé kiiktatják az eltérő viszonyokból származó hatásokat. Arra azonban ezek a mutatók sem alkalmasak, hogy az egyes gazdálkodási egységek olyan komplex szervezettségi színvonalát reprezentálják, amely a teljesítményeken kívül a közvetlen költségeket is figyelembe veszi.

A következőkben levezetésre kerülő szervezettségi színvonal számításának alapfeltétele az, hogy a termelésre fordított munkabér és energia költségeket, a teljesített köbmétereket, területeket stb., valamint a felhasznált munkaidőket a megadott bontásban tartsák nyilván. Szükséges továbbá az, hogy az egyes munkaterületekre elkészüljenek a megfelelően kidolgozott szervezési tervek.

Ha a szervezési tervekbe a rendelkezésre álló munkaerő összetétel és géppark alapján kialakítható optimális technológiai sorok kerülnek, a gazdálkodási egységben meglévő optimum-lehetőségekhez történik a viszonyítás. Ha a beszerezhető technikai optimum alapján kialakítottához, akkor a fejlesztési hiányosságokból származó következmények is kimutathatók.

A szervezettségi szint bírálatához külön mutató szolgál az élőmunkára $/Sz_e/$, a holtmunkára $/Sz_h/$, valamint az ezekből képzett komplex szervezettségi mutató $/Sz_k/$, az összevont élő- és holtmunkára.

A három szervezettségi mutató számításához szükséges információk a munkahelyi terv- és tényszámok kigyűjtésével biztosíthatók.

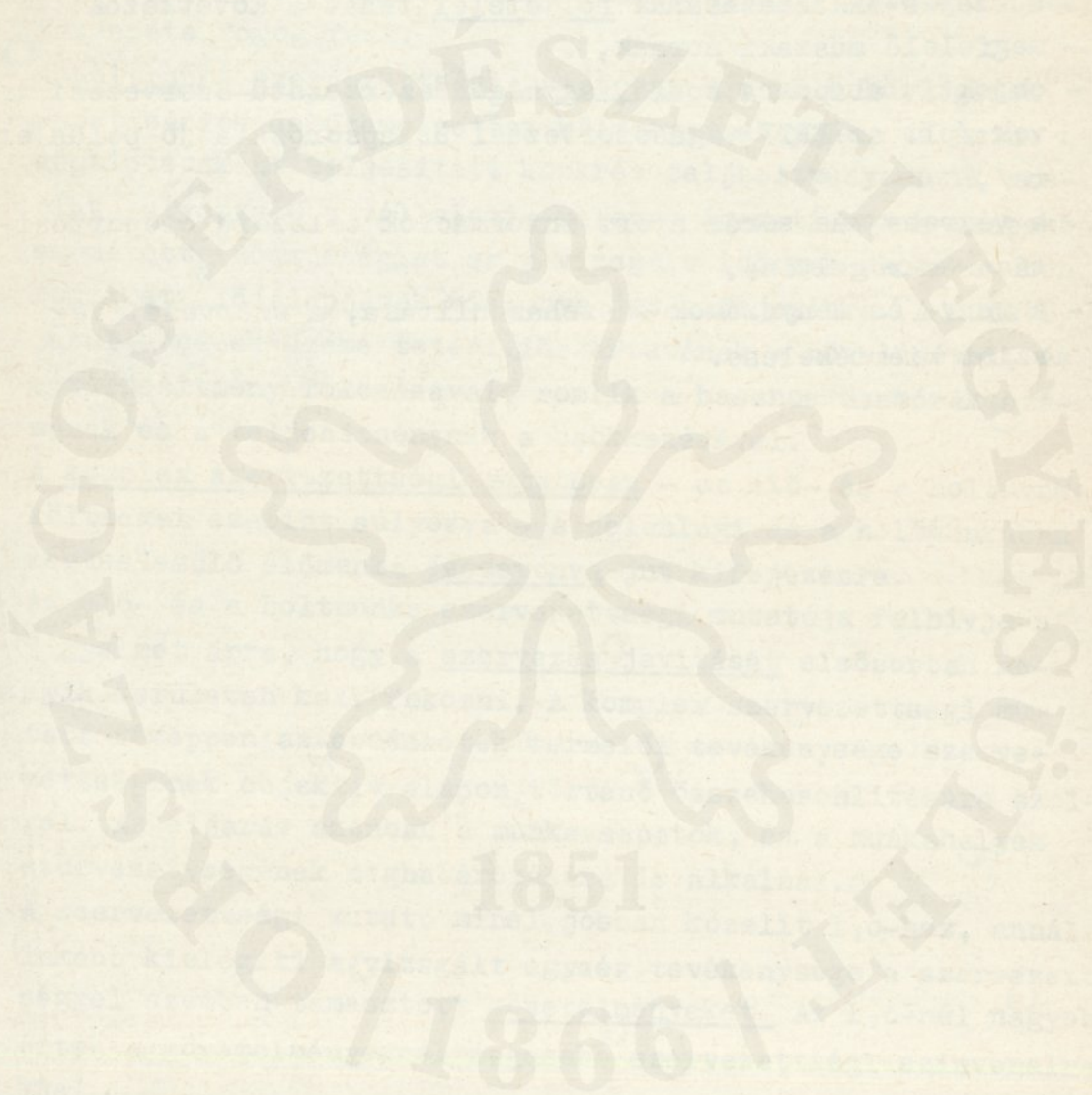
mitott időszükséglet és a vizsgált időszak munkarendben rögzített időalapjának a viszonya jut kifejezésre. A mutató a normák 7,5 %-os túlteljesítéséig javul, a túlteljesítést arányosan tükrözi. 7,5-15,0 %-ig terjedő túlteljesítés esetében a mutató 1,0-ig csökken, 15,0 %-os túlteljesítés fölött 1,0 alá esik, jelezve azt, hogy vagy nem megfelelőek a normák, vagy a munkások munkabírását aláásó túlzott intenzitás esete forog fenn.

- A holtmunka szervezettségi mutatóban - a különböző gépek amortizációs és üzemeltetési költségei alapján, valamint a géptípusonként teljesített konkrét teljesítményadatok szerint súlyozva - a vállalati, illetve ágazati norma-alapokból számított időszükséglet és a vizsgált időszak munkarendben rögzített időalapjának viszonya jut kifejezésre. A mutató javul a gépek üzemeltetési időtartamának a növelésével, és a teljesítmény fokozásával, romlik a hasznos üzemórák számának és a teljesítménynek a csökkenésével.
- A komplex szervezettségi mutatóban - az élő- és a holtmunka költségei szerint súlyozva - a jelenlegi és a holtmunkában megtestesülő élőmunka összevonva jut kifejezésre.
- Az élő- és a holtmunka szervezettségi mutatója felhívja a figyelmet arra, hogy a szervezés javítását elsősorban melyik területen kell fokozni. A komplex szervezettségi mutató főképpen az erdészetek termelői tevékenysége szervezettségének objektív alapon történő összehasonlítására szolgál. Az eljárás azonban a munkacapatok, és a munkahelyek szervezettségének meghatározására is alkalmas.
- A szervezettségi mutató minél jobban közelít 1,0-hez, annál inkább kielégíti a vizsgált egység tevékenysége a szervezettséggel szemben támasztott követelményeket. Az 1,0-nél nagyobb érték a követelményeknél magasabb szervezettségi színvonalra utal.
- A holtmunka szervezési mutatójának géptípusonkénti számításával a különböző rendeltetésű gépekkel végzett munka szervezettsége objektív alapon összehasonlítható.

- A szükséges információk birtokában a szervezettségi mutatók az egyes erdészetekre és erdőgazdaságokra negyedéves, fél-éves, éves és ötéves periódusokra is számíthatók. Ezáltal a termelésirányítók ösztönző bérezésének az objektív feltételeit is meg lehet valósítani.

A fent ismertetett értékelő módszer bevezetésének és rendszeres alkalmazásának feltételei tehát a következők:

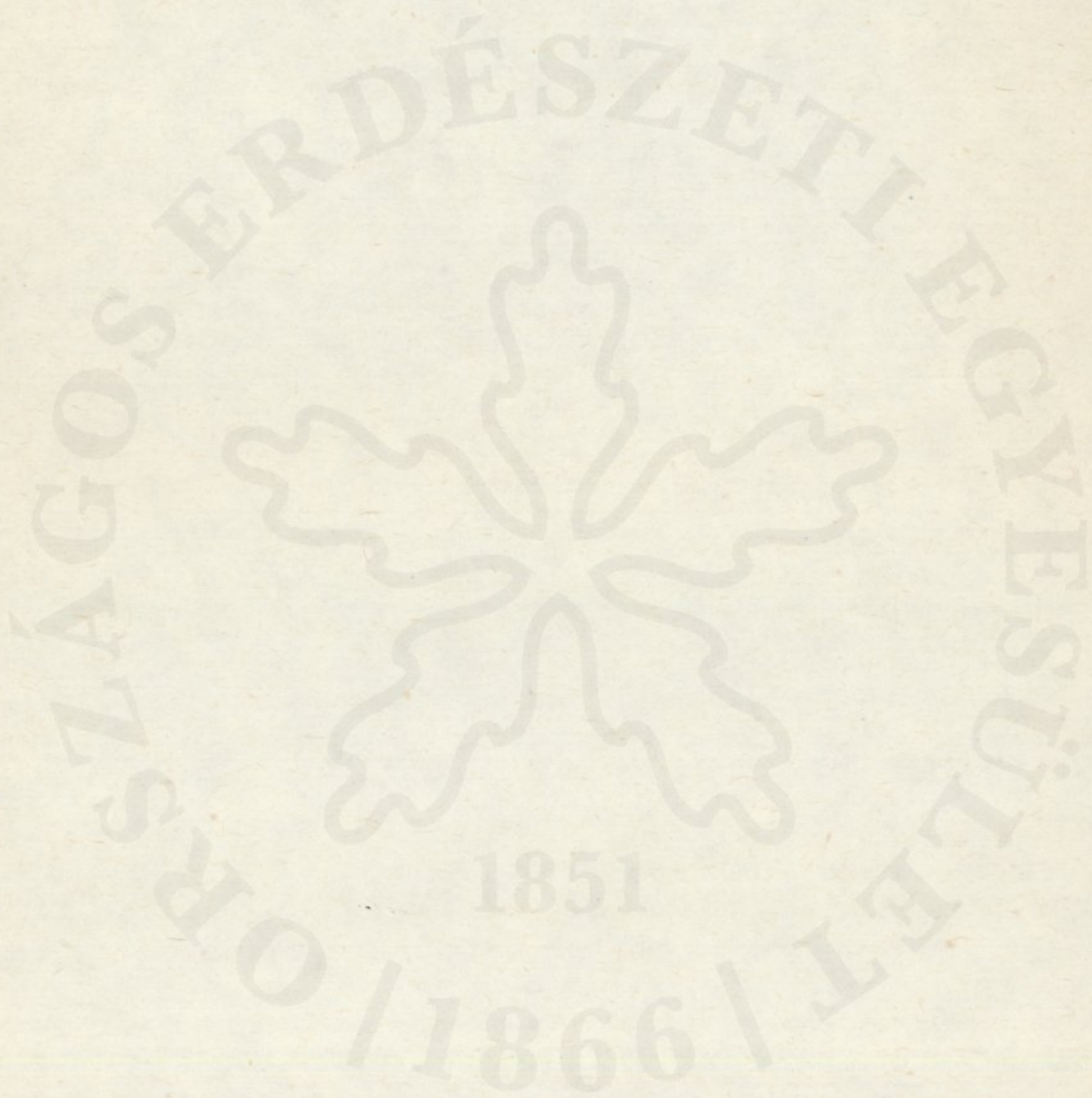
- megfelelő műszaki normák,
- objektív alapokra épülő, egységes szerkezetű szervezési tervek /pl. az ERTI vágásszervezési ürlapsorozata jó példa erre/,
- a végrehajtás során nyert információk célszerű csoportosítása és rögzítése,
- a terv- és tényszámok összehasonlítása, a szervezettségi szint kiértékelése.



Felhasznált irodalom

- Dr.Szász Tibor-Gerzsenyi Katalin: Ergonómia I.; Kézirat, Szakmérnöki jegyzet, Sopron, 1977.
- Dr.Felleg János: Mezőgazdasági munkaszervezés /Általános rész/; Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1979.
- Dr.Veszeli Tibor: Mezőgazdasági munkafolyamatok szervezésének módszertani alapjai; Kézirat, Egyetemi jegyzet, Mosonmagyaróvár 1980.
- Benedek Atilla: Munkaszervezési ismeretek; Kézirat, ERDÉRT, Budapest 1980.
- Dr.Zeitler Vilmos: Kivitelezés-szervezés; Kézirat, Gazdasági mérnöki jegyzet, BME, Budapest 1975.
- Dr.Majer Antal: Erdőtársulások rendszere; Kézirat, Szakmérnöki jegyzet, Sopron 1981.
- Dr.Pintér Ferenc: Vezetési ismeretek; Kézirat, Szakmérnöki jegyzet, Sopron 1981.
- Dr.Herpay I.-Dr.Rumpf J.-Kékesi J.-Mihály S.: Erdőhasználat II. Kézirat, stenciles egyetemi jegyzet, Sopron 1978.
- Benedek Atilla: Erdőhasználat I. - Fakitermeléstan; Kézirat, Egyetemi jegyzet, Sopron 1967.
- Dr.Rumpf János: Erdészeti munkák szervezése és technológiái III. /Fahasználat/; Kézirat, stenciles szakmérnöki jegyzet, Sopron 1982.
- Lenin - A tudományos munkaszervezésről; Kossuth Könyvkiadó, Budapest 1973.
- Dr.Herpay-Dr.Rumpf-Kékesi J.-Mihály S.: Erdőhasználat I.; Kézirat, Egyetemi jegyzet, Sopron 1978.
- Mihály S.-Dr.Rumpf J.: Erdőhasználat I-II. - Gyakorlatok; Kézirat, Egyetemi jegyzet, Sopron 1981.
- Ancsiskin, A.I.: A szocialista gazdaság növekedésének prognosztizálása; Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó - Kossuth Könyvkiadó, Budapest 1977.
- Dr.Udvardi László: Mezőgazdasági munkaszervezés /Részletes rész/; Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1979.
- Dr.Herpay I.-Dr.Rumpf J.-Kékesi J.-Mihály S.: Energiatakarékos erdőművelési és fahasználati technológiák modelljei; Kézirat, Kutatási jelentés, Sopron 1981.
- Dr.Susánszky János: Bevezetés az üzemszervezés módszertanába; Kézirat, Tankönyvkiadó, Budapest 1975.
- Gólya János: Bobcat döntő-rakásoló munkájának szervezése; ERTI Szervezési Információk, Budapest 1979.
- Dr.Sváb János: Biometriai módszerek a mezőgazdasági kutatásban; Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1967.

- Ezekiel, M. - Fox, K.A.: Korreláció- és regresszióanalízis; Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest 1970.
- Benedek Atilla /szerk./: A fakitermelések szervezése; /Szerzőtársak: Dr.Szász Tibor és Tóth Ferenc/, Kézirat, Sopron, 1968.
- Dr.Herpay Imre-Dr.Rumpf János: A fahasználat termelési folyamata I.; Szakmérnöki jegyzet, Sopron 1978.
- Dr.Herpay Imre-Dr.Rumpf János: A fahasználat termelési folyamata II.; Szakmérnöki jegyzet, Sopron 1980.
- Kanyó B.-Vilmon Gy. /szerk./: A mező- és erdőgazdaság munkaegészségügye; /Szerzőtárs: Dr.Szász Tibor/, Medicina könyvkiadó, Budapest 1963.
- Kaufmann, A.: Az optimális programozás; Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1964.
- Dr.Káldy József: Munkavédelem az erdőgazdaságban; Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1978.
- Dr.Kindler J.-Dr.Papp O.: Komplex rendszerek vizsgálata /összemérési módszerek/, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1977.
- Kleinrock, L.: Sorbanállás-kiszolgálás /Bevezetés a tömegkiszolgálási rendszerek elméletébe/, Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1979.
- Papp Ottó: A hálós programozási módszerek gyakorlati alkalmazása; Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest 1969.
- Schreiter,D.-Stempell,D.: A kritikus ut módszere; Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1966.
- Gvisiani,D.: Szervezés és irányítás; Kossuth Könyvkiadó, Budapest 1972.
- Kozma Ferenc: Az emberi tényező szerepe a gazdasági fejlődésben, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest 1981.
- Spitzer-Hettinger: Tafeln für den Kalorienumsatz bei körperlicher Arbeit; REFA, Darmstadt 1969.
- Starr,M.K.: Rendszerszemléletű termelésvezetés, termelésszervezés; Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest 1973.
- Dr.Szász Tibor-Jablonkay Zoltán-Burján Árpád: Szemelvények a fakitermelés tervezéséből és szervezéséből; Kézirat, Szakmérnöki jegyzet, Sopron 1979.
- Tibay Gy.-Dr.Kindler J.: Az NCM mint a vállalat- és üzemszervezés egyik korszerű csoportmódszere; ERTI Szervezési Információk, Budapest 1979.
- Sipos Béla: Termelési függvények - vállalati prognózisok; Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest 1982.
- Kunert,G.: Arbeitszeitstudie und Kennzahlenermittlung der Forstarbeit; VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1975.
- Maynard,H.B.: Handbook of modern manufacturing management; McGraw-Hill, New-York 1970.



Önköltségi ár: 149.-Ft

/Hallgatói ár: 11.-"/