

Gólya János

FAKITERMELÉSI MUNKARENDSZEREK
GYÉRÍTÉSEKBE

Doktori (Ph.D.) értekezés

Témavezető:
Dr. habil. Rumpf János
tanszékvezető egyetemi tanár

Nyugat-Magyarországi Egyetem

2003

FAKITERMELÉSI MUNKARENDSZEREK GYÉRÍTÉSEKBEN

Értekezés doktori (Ph.D.) fokozat elnyerése érdekében
a Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdészeti tudományok Doktori Iskolája
Erdészeti tudomány programja
E4 Erdészeti műszaki ismeretek alprogramjához tartozóan.

Írta:
Gólya János

A jelölt a doktori szigorlaton %-ot ért el,

Sopron

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen/nem)

Első bíráló (Dr.) igen/nem

.....
(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen/nem

.....
(aláírás)

A jelölt az értekezés nyilvános vitáján %-ot ért el,

Sopron

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (Ph.D.) oklevél minősítése

Sopron

.....
az EDT elnöke

1 A téma jelentősége és a kutatás előzményei

1.1 A téma jelentősége

Az erdei ökoszisztémán belüli biocönotikus konnexusoknak a természet törvényei szerinti működése és az ember által való befolyásolása révén jön létre az erdők sokoldalú haszna, amely az egész élővilág, mindenekelőtt az emberiség léte és fennmaradása szempontjából nélkülözhetetlen. *Solymos (2002)*.

Az erdőnek tehát akkor sokoldalú a haszna, ha – a természet törvényei mellett – az ember is befolyásolja a működését. A befolyásolás a szakszerű, lelkiismeretes végrehajtott vágásokon, vagyis fakitermelési beavatkozásokon keresztül valósul meg. Ezek a tisztítások, a törzskiválasztó gyérítések, a növedékfokozó (növekedésfokozó) gyérítések, a bontóvágások és a végvágások. Ebben a munkában a törzskiválasztó és növedékfokozó gyérítések fakitermelési beavatkozásainak végrehajtási oldalával foglalkozom.

A többcélú erdőgazdálkodás a tartamosság célháromszögében dolgozik, amelyet az ökológia, ökonómia és a szociális biztonság egyenjogú sarokpontjai jellemeznek. *Dummel (2001)*.

Az ökológia képezi a fakitermelések keretfeltételeit, amelyek meghatározzák az alkalmazható technikát és az alkalmazás idejét, gyakoriságát valamint a kitermelhető faanyag mennyiségét.

Az ökonómia egyrészt a termék (választékok és választékárok) oldaláról hat meghatározó módon az erdőgazdálkodásra (ezen belül a fakitermelésre), másrészt a munka végrehajtását befolyásolja a lehetséges ráfordítások (költségek) elviselhető szinten tartására ösztönözve.

A szociális biztonság elvének mindenütt érvényesülnie kell, ahol embereket foglalkoztatnak, így az erdőgazdálkodás is felelősséggel tartozik a belőle és vele élőkért.

Fentiek kiegészítendőik még – az újabban egyre erősebben megjelenő – társadalmi igényekkel, amelyekre türelmes figyelemmel kell lennie az erdő használatával foglalkozóknak is.

A fakitermelésben sokan erdőirtást látnak, és vélt környezetvédő törekvéseik közepette elfelejtkeznek arról, hogy a gazdasági életnek az egyik leginkább környezetbarát, természetes nyersanyaga az erdőben megtermelt fa. Ezen túlmenően az erdőgazdálkodásnak a jövedelmi forrása. *Solymos (2002)*.

Az egyik kereskedelmi televízió hírműsorában a következő főcím jelent meg a Magyar Fakitermelő Válogatott edzését bemutató, pár perces riportfilm előtt: ERDŐIRTÓK.

A fa termelési folyamatában – a laikus közvélemény szemében – minden szereplő kedves, sőt romantikusan bájos figura, aki az ültetéssel, ápolással foglalkozik, és mindenki környezetbarát, aki a fát mint természetes anyagot használati és egyéb tárgyakká feldolgozza, egyedül a fát kitermelő „favágó” a rossz ember.

Szakmai körökben sem körvonalazódik mindig egyértelműen, hogy milyen jövedelmi forrást is jelent a megtermelt – és helyesen kitermelt – faanyag. Az erdőgazdálkodás termelési értéke évi 70-80 milliárd Ft között mozog. Ebből az erdőhasználat árbevétele kb. 40-50 milliárd forintot tesz ki. *Rumpf (2001)*.

Jól tudjuk, hogy az erdőhasználatnál kimutatott árbevétel nem egyedül az erdőhasználat, hanem az egész erdőgazdálkodás érdeme, de erről – gazdasági erőkben – lemondani, több mint vétek.

A fakitermelés és fahasznosítás a jelen gazdasági viszonyok mellett erdeink fenntartásának és fejlesztésének egyik előfeltétele. *Solymos (2002)*.

1.2 Fogalmak egységes meghatározása

A következőkben, a fakitermelési munkarendszerek elemzése kapcsán felmerülő fontosabb fogalmak meghatározását adom meg, az egységes értelmezés érdekében, *Herpay – Rumpf – Kékesi – Mihály (1977)*, *Rumpf (1983)* és *Rumpf (1986)* nyomán.

Erdőhasználat: Az erdő fájának és egyéb produktumainak a hasznosítása.

Fahasználat: Az erdőben megtermelt fának, a döntéstől az erdei választékként történő értékesítésig terjedő tevékenységek elnevezése.

Fakitermelés: A fahasználatnak az értékesítés, és az ezt szolgáló szállítás nélküli része.

Rendszer: Összefüggő elemek összehangolt, egy kitűzött célnak megfelelő, szabályozott működése.

Termelési folyamat: A munkafolyamatok és természeti folyamatok összessége. Pl. fatermelés.

Munkafolyamat: A termék előállítása során végzett munkaműveletek összessége. Pl. fakitermelés.

Munkaművelet: Műveletelemek együttese, a munkafolyamat alapvető egysége. Pl. döntés.

Részművelet: Műveletelemből álló, jól elkülöníthető egység. Pl. a hajkolás.

Műveletelem: Mozzanatokból tevődik össze, és önmagában befejezett munkavégzést jelent. Pl. a hajkalap elkészítése.

Mozzanat: A munkát végző ember, gép vagy eszköz helyzetváltoztatása. Pl. a fűrész felemelése a hajkalap síkjához.

Ulreich (1976) szerint: „A rendszer működése abban nyilvánul meg, hogy a rendszer elemei a bemeneti értékeit kimeneti értékké alakítják át. A rendszer leírását, céljának egyértelmű és szabatos megfogalmazásával kell kezdeni. Egy rendszer környezetéhez soroljuk mindazon elemeket, amelyek nem közvetlenül szolgálják a rendszer célját. A környezet állapotában végbemenő mindazon változás, amely a rendszer működését befolyásolja, a rendszer bemenetét alkotja. Azt a hatást viszont, amely révén a rendszer környezetét befolyásolja, a rendszer kimenetének nevezzük.”

Ugyancsak *Ulreich (1976)* fejt ki, a rendszer értelmezésével kapcsolatban alkalmazandó rugalmasság okán: „A rendszerek hierarchikus csoportosításánál mindig a vizsgálat szintjének megfelelő elemcsoportot tekintjük rendszernek”.

A termék-előállítást tartalmi és formai oldalakra bontva, *Szász (1967)* a következő fogalmak alkalmazását javasolja:

Tartalmi oldal (munka)	Formai oldal (végrehajtás, szervezeti forma)
Termelési folyamat	Termelési rendszer (szervezet)
Munkafolyamat	Munkarendszer (hasonló munkaszervezetek összessége)
Munkafolyamat szakasz	Munkarendszer szakasz
Munkaművelet	Technológia
Részművelet (műveletszakasz)	Technológiai szakasz
Műveletelem	Technológiai elem
Mozzanat	Mozdulat

1. táblázat A termék-előállítás tartalmi és formai oldalai

Hiller – Pankotai (1973) „A fahasználat korszerű fogalmai” c. kiadványában a munkarendszer fogalma a következő:

„Fakitermelési műveletek és az anyagmozgatás sorrendjét, helyét ill. kapcsolódását meghatározó fogalom, tehát az egész fahasználatot átfogó keret, melyet az adottságok szerint kell megválasztani, de amely egyúttal megszabja a munkaerő, technikai felszerelés minőségét és mennyiségét is. A munkarendszerekre legmeghatározóbb, hogy a fatörzs felkészítését, ill. a felkészítés egyes műveleteit hol végezzük el, mivel ez eldönti azt is, hogy a fa az anyagmozgatás egyes fázisaiban milyen állapotba kerül, így meghatározó az anyagmozgatással szemben támasztott igényekre. A technológiai műveletek (gallyazás, kérgezés, darabolás, hasítás) helyének megválasztása az ott koncentrálható anyag mennyiségére van kihatással, ami döntő a technológiai műveletek végzésére gazdaságosan alkalmazható gépek kiválasztására.”

A fakitermelési technológiáról a következőket írják: „Az élő fatörzsek kereskedelmi választékokká való átalakításához szükséges eszközök és módszerek ismertetését, azok alkalmazásának előírásait magába foglaló tudomány.”

Herpay és Rumpf (1978) rámutatnak arra, hogy „helytelen a „hosszúfás technológia” kifejezés, hiszen egy teljes termelési- vagy munkafolyamatnak nem lehet technológiája.”

Grammel (1988) a következőket írja a fahasználati munkarendszerekkel kapcsolatban: A rendszerek önmagukban zártak és egymáshoz rendelt elemekből állnak. Megkülönböztetnek természetes és mesterséges rendszereket, stabil és instabil, műszaki és szociális rendszereket. A szociális-műszaki rendszereket, ahogyan azokat a fakitermelésnél is alkalmazzák a teljesítmény előállítására, a gépi és az emberi munka egymással való összekapcsoltsága jellemzi.

Warkotsch (1975) szerint az ilyen rendszereket módszernek (eljárásnak) nevezzük, ezért a mi esetünkben fakitermelési módszerről beszélünk.

A fakitermelési rendszereket a munkafolyamat-szakaszok jellemzik. Ezeket pedig többnyire az egyes gépek határozzák meg. A rendszerek szerkezete a folyamatszakaszok sorrendjéből ismerhető fel, amelyek a fakitermelésben vagy tulajdonságváltoztatóak, vagy helyváltóak lehetnek. A rendszerezés szükségessége akkor válik világossá, ha a meglévő fakitermelési módszerek katalógusát kívánjuk összeállítani.

1.3 Gyérítések jellemzői (erdő- és állomány szerkezeti viszonyok)

Az Erdészeti Tudományos Intézet Technológiafejlesztési Csoportja (melynek jelen tanulmány szerzője is tagja volt) 1986-ban kidolgozta a technológiafejlesztési kutatások programját.

Ebben – az ERTI más kutatói által kidolgozott erdőnevelési modellek felhasználásával – meghatározta a magyarországi főbb fafajokra vonatkozóan, azt a sémát, amely mentén következetesen végig kívánt haladni kutatásaival, a törzskiválasztó gyérítésektől a véghasználatokig.

Mivel a fakitermelési beavatkozások jellemzően a mellmagassági átmérőhöz köthetők, a séma is átmérőfokozatokra épült.

Fafajok	Gyérítések						Véghasználat	
	Jellemző mellmagassági átmérők (cm)						Kora (év)	
	12	15	20	25	30	35		
	Mellmagassági átmérőtartományok (cm)							
Akác	<=12	14-15	/20/				13-26	25-40
Alföldi fenyő	<=13	15-16	18-20	/25/			21-33	50-80
Bükk	<=13	14-17	19-22		29-30	35-36	25-43	100-120
Cser	<=13	15-17	18-24		28-32		22-33	80-90
Egyéb kemény lomb	<=13	15-17	18-24		28-32		22-43	80-140
Egyéb lágy lomb	<=12	14-15	18-22	/24/			21-34	25-40
Fenyő	<=13	14-17	18-22		29-32		21-37	70-100
Kocsányos tölgy	<=12	15-16	19-20	25		35	24-50	80-100
Kocsánytalan tölgy	<=13	15-17	18-24		28-32		22-43	80-140
Nemes nyár	<=12	16	20				17-32	15-33
Jellemző fatérfogatok	0,04-0,10	0,12-0,25	0,25-0,40	0,50-0,70	0,90-1,20	1,40-1,70	0,30-3,40	

2. táblázat Fakitermelési beavatkozások jellemzői

Az egyes fakitermelési beavatkozások országosan jellemző adatait *Rumpf (1981)* a következőkben adta meg:

Beavatkozás	D _{1,3}	H	V	Q	N
	cm	m	m ³	m ³ /ha	db/ha
TKGY	16	16	0,18	200	1 100
NFGY	24	19	0,50	300	600
FFV	30	22	0,90	400	450
VV TRV	36	25	1,50	500	330

3. táblázat Beavatkozások átlagos jellemzői

1.4 Fejlődéstörténeti áttekintés

Frederick Winslow Taylor 1889-ben kezdett el foglalkozni a tudományos üzemvezetés (menedzselés) módszereivel. 1911-ben jelent meg a „The Principles of Scientific Management” című műve. *Taylor* tekinthető a munkatudomány atyjának, aki a munkateljesítmény fokozása céljából az első időtanulmányokat végezte. A munkások teljesítményét a munka részletekre bontásával, és e részletek időfelhasználásának mérésével határozta meg. Ez a módszer máig használatos. Rögzíti a „Tény állapotot” (jelenlegi állapot), s egy normatív „Kell állapothoz” képest meglévő eltérések elemzése révén mutatja meg az utat a „Kell állapot” irányába. *Taylor* ügyelt ugyan a megfelelő munkaerők kiválasztására, a célszerű és jó minőségű munkaeszközök alkalmazására, és a munka ésszerű megszervezésére is, de a teljesítmény 3-4 szerezre növelését mégis nagyrészt a nagyobb energiáfordítással – a munkások egyre nagyobb megerőltetésével – érte el.

Gilbreth a filmezés felhasználásával fejlesztette tovább *Taylor* elméletét, és kísérleteiben kimutatta, hogy minden tevékenységre kialakítható egy optimális cselekvéssor. Ez a „Legjobb munkamódszer” elve, ami a szakemberek széleskörű elismerését érdemelte ki.

Németországban az I. világháború után kezdett kifejlődni a munka tudománya, amely – a gazdaságosság növelése mellett – már szociális szempontokra is tekintettel volt, és az erdészetben is hamar népszerű lett. 1924-ben megalakították a **REFA** (Reichsausschuss für Arbeitszeitermittlung = Munkaidőkutató Birodalmi Bizottság) társaságot, amelynek jogutódja REFA-Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V. néven a mai napig működik, és amelynek neve fogalommá vált a munkatudománnyal foglalkozók körében.

1927-ben H. H. *Hilf* professzor és kollégái megalapították az „Erdészeti munka tudományának társaságát” (GEFFA). Eberswalde-ban a főiskola Erdőhasználati tanszéke mellett létrehozták az Erdészeti Munkatudományi Intézetet (Iffa), amelyben az első komoly munkatudományi vizsgálatok folytak. *Erler (2001)*.

Magyarországon *Török Béla*, a M. Kir. Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola oktatója elsőként jelentetett meg ilyen témában beszámolót az Erdészeti Kísérletekben „Az erdőhasználati munka racionalizálása” címmel, Németországban tett tanulmányútja tapasztalatai alapján. Ez tekinthető a magyar erdészeti munkatudomány kezdetének. *Török Béla* leírása alapján, a következőkben foglalható össze az erdészeti munkatudomány lényege, az akkori állás szerint:

„A kutatások célja leszögezni azokat az irányelveket, amelyeket a fatermelés munkaszámainak, eszközeinek illetőleg gépeinek megválasztásánál, a munka menetének organizálásánál, a munkabéreknek úgy az erdőbirtokos érdekeinek, mint a munkások jogos igényeinek megfelelően való megállapításánál követnünk kell, hogy a fatermelési munkálatok teljesítményét fokozzuk, s így az erdőgazdaság jövedelmét növeljük.” *Török (1929)*.

A munka megfigyeléséből, a teljesítmény méréséből és az adatok statisztikai feldolgozásából álló vizsgálatok terepi munkái az időtanulmányok, amelyekben nemcsak a munka elvégzéséhez szükséges időket és a veszteségidőket mérték, hanem – a munkások túlterhelésének elkerülése érdekében – meghatározták az emberi energiafelhasználást is. Ez utóbbit a nyugalmi helyzetben és a munkavégzés közben kilélegzett CO₂ mennyiségének különbségéből számították ki. Fontos gyakorlati szempont volt, hogy az idő- és teljesítményadatokat a termelt erdei választékokra elkülönítetten számítsák ki.

A munka–racionalizálás főbb részeinek az alábbiakat tekintették:

- Munkások megfelelő kiválasztása.
A szakmunkás teljesítménye (azonos körülmények között) 20-30%-kal magasabb az alkalmi napszámosénál.
- Szerszámok, eszközök, gépek célszerű megválasztása és alkalmazása.
Nem indokolja semmi azonos munkához más-más szerszám használatát. A sok közül az a legalkalmasabb, amivel a legnagyobb teljesítmény érhető el. Fontos tehát az eszköz- és gépfejlesztés és a szabványosítás.
- Termelés célszerű szervezése.
A munkaszervezés az áttekinthető jelölésnél kezdődik. A megfelelő szerszámok csökkentik az idővesztést. A munkarend betartása, a munkák összehangolása a teljesítmény növekedését eredményezi.
- Igazságos bérezés.
Az egyes választékokra fizetett bérnek arányban kell állnia a ráfordított munkaidővel, és a teljesítménynövekedéssel a munkások keresete is növekedjen.

1932-ben *Török és Plauder* megjelentették az első hazai erdőhasználati időtanulmány eredményeit. A vizsgálatokat Sopron város Dudleszi erdőgondnokságában végezték, tölgy és cser tűzifa tarvágásos termeléséről. A 13 cm-nél vastagabb darabokból hasábfát, a 6-12 cm közöttiekből dorongfát termeltek, a 6 cm alatti részekből és a gallyfából pedig kötegelt rőzsét készítettek.

A termelést előmunkálatokra és főmunkálatokra osztották. Előmunkálatnak tekintették azokat a műveleteket (törzs felkeresése, fakörnyék megtisztítása, döntés, gallyazás stb.), amelyek minden választékot terheltek, főmunkálatoknak pedig azokat (bemérés, elfűrészelés, hasítás, összehordás, sarangolás), amelyeket az egyes választékokra elkülönítetten tudtak mérni. Mivel választékonként külön-külön kívánták meghatározni az időfelhasználást (ill. a

teljesítményt), az előmunkálatok időfelhasználását fatömegarányosan szétosztották azok között.

Méréseiket 2 fős és 3 fős kiválasztott munkáscsapatokkal végezték, a munkások által használt hagyományos eszközökön kívül új, M-fogazású fűrészszel is dolgoztattak, valamint az addigi „halomradöntés” mellett kipróbáltatták a törzsenkénti feldolgozást is. A számításaik eredményeként megállapították az ún. arányos egységárat is, amelyek segítségével meghatározták a munkások keresetét is.

Tehát ügyeltek a munkások kiválasztására, eszközfelújítást végeztek, foglalkoztak a célszerű szervezéssel és az igazságos bérezéssel.

Török és Plauder (1935) tarvágásban, lékvágásban (egy fahossznál kisebb területű tarvágás) és bontóvágásban végzett cseres-tölgyes tűzifa termeléséről készítettek időtanulmányt. Kimutatták, hogy a tarvágásokhoz képest kétszeresére növekszik a törzsek felkeresésének és a döntési irány meghatározásának ideje a bontóvágásokban. Az idővesztés 38 %-kal nagyobb a bontóvágásokban, amit elsősorban a gyakori fennakadás okoz. Tűzifatermelés esetén az összes munkaidő-ráfordítás a következőképpen alakult tarvágás, lékvágás és bontóvágás esetén: 1 : 1,060 : 1,136.

Török Béla halála után *Pallay* folytatta az időtanulmányok készítését hagyásfából történt bükk tűzifatermelésben. Elsősorban a különböző erdei fűrészek teljesítményét és az összehordási távolságnak a teljesítményre való hatását elemezte. Amellett, hogy kimutatta az M-fogazatú fűrészek nagyobb teljesítőképességét a háromszög-fogazatúakhoz képest, először ábrázolta az átvágott fa átmérőjének függvényében a fajlagos vágásteljesítményt (cm^2/min), és kimutatta ezzel a fűrészek alkalmazási optimumát. Az általa vizsgált kézi fűrészek többségénél ez 20 cm-es (bükk) faátmérőnél jelentkezett. *Pallay (1936)*.

Pallay (1937) folytatta a fűrészek összehasonlítását. EF bányafa darabolásánál Magyarországon először vizsgálta – a többféle, megszakított háromszög-fogazású, és egy M-fogazású keresztvágó fűrész mellett – egy motorfűrész vágásteljesítményét. A Rinco típusú motorfűrész háromszög alakú metszőfogakból és takarítófogakból álló láncáron kiképzett vezetőlemezen futott. Kimutatta, hogy a motorfűrész vágásteljesítménye 5-6-szor akkora, mint a kézfűrészé. Sajnos ezeknél a méréseknél nem jelentkezett egyik fűrésznel sem alkalmazási optimum, de ez magyarázható azzal, hogy csak 16-23 cm közötti átmérőtartományban volt alkalma vizsgálandónak, mivel a brennbergi bányatelepen lévő bányafákat darabolták a kísérlet során.

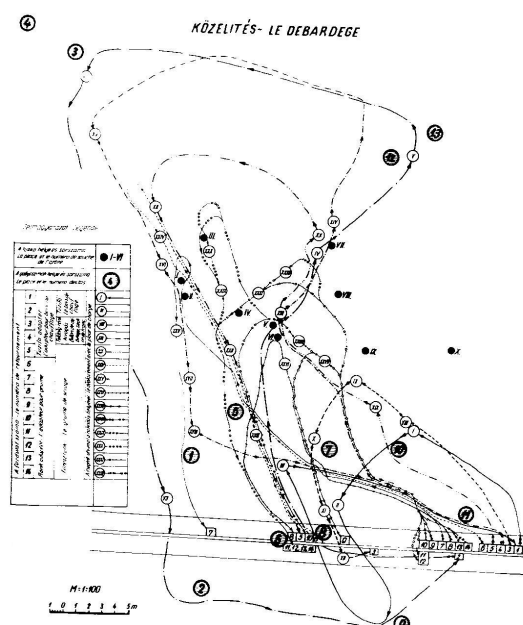
Az 1950-es években a fahasználati kutatás – Szász Tibor nevével fémjelzetten – elsősorban a kéziszerszámok fejlesztésével és az egyes munkaműveletek módszereinek elemzésével foglalkozott. *Szász (1949) és (1959)*.

Emellett azonban újra indultak a munkatudományi vizsgálatok is, melyeknek legnagyobb szabású eredménye a síkvidéki tölgy szálerdőben végzett tarvágásos fakitermelésről készített munkatanulmány. Az ENSZ FAO Bizottsága vizsgálni kívánta „az egyes tagállamokban alkalmazott különböző fakitermelési módszereket”, abból a célból, hogy „meghatározza azokat a termelési módokat, amelyek nemzetközi, szélesebbkörű felhasználásra javasolhatók.” *Dérföldi–Szász–Huszár–Huszárné (1961)*.

Magyarország részéről – egységes FAO metodika alapján - az ERTI egyik munkaközössége végezte a munkát. A következő műveleteket vizsgálták: Döntés (Druzsba motorfűrészszel), gallyazás (fejszéssel), választékolás, darabolás (motorfűrészszel), felkészítés, közelítés (lovassal közelítő kerékpárral) stb. Ismertették a fakitermelés módját, munkaszervezetét, munkanapfelvételeket és időtanulmányt készítettek. Rögzítették a dolgozók fizikai, fiziológiai

és pszichológiai állapotát, az anyagáramlást, megadták a termelési sémát, ábrázolták a munka közben megtett utakat. *Dérföldi–Huszár–Szász (1962)*.

Ez utóbbira álljon itt egy példa, a kerékpáros közelítésre vonatkozóan:



1. ábra A közelítő kerékpár által bejárt útvonalak

A 70-es évek első felében Magyarországon kormányhatározat (1003/1972. /III. 14./) született a vállalati szervezés fellendítésére, amit természetesen követtek az ágazati végrehajtási utasítások is. A kormányhatározat – többek között – a „szervezéstudományi kutatások megfelelően összehangolt fejlesztését”, a „szervező szakemberképzés és továbbképzés összefüggő rendszerét” és „korszerű szervezéstechikai eszközök széles körű elterjesztését” irányozta elő. Ennek eredményeként fejlesztették fel az Erdészeti Tudományos Intézetben (ERTI) a szervezési kutatásokat. A fagazdasági ágazatra is vonatkozó MÉM utasítás címében a „vállalati szervezés fejlesztésének” egyes kérdéseiről szólt, mellékletben kiadott útmutatójában azonban már az „üzem- munkaszervezési tevékenységfejlesztés” szerepelt. Az ERTI-ben megindult kutatások ezért a 70-es évek közepén „vállalat- üzem- és munkaszervezési útmutatók” összeállítására irányultak, majd egyre inkább a munkaszervezés felé fordultak. Az említett MÉM utasítás útmutatója a fahasználatra vonatkozó sajátos feladatokként a következőket jelölte meg: „A fahasználat koncentrációjának feltárása, ... a fakitermelésnél az anyagmozgatás gépesítésének megszervezésével az élőmunka csökkentése”.

Megemlítendő, hogy a 70-es évek közepén – a mezőgazdaságban elterjedt termelési rendszerek mintájára – az erdészetben is írni kezdtek „fatermelési rendszerekről”. *Keresztési (1976), Solymos (1976)*. Ezek elsősorban iparszerű fenyő fatermelési rendszerek voltak, és a teljes fatermelési folyamat összehangolt, egységes megoldására irányultak az ország néhány régiójában.

Káldy (1976) rámutatott, hogy „az erdészetben némileg másképp kell értelmezni a termelési rendszer fogalmát, mint a mezőgazdaságban. Zárt rendszert, a folyamata végén valamilyen produkttal csak akkor lehet kialakítani, hogyha a fatermesztés körét különválasztjuk a kitermelés körétől, mert különben 60-100 éves időszakot kellene átfogni és ez nem ésszerű és nem is szükséges”.

Döntő változást hozott az erdőhasználati munkarendszerek kutatásában Herpay Imre 1972-es svédországi tanulmányútja, illetve az ott szerzett tapasztalatai.

Herpay (1975) szerint azért válik egyre sürgetőbbé a fahasználati munkarendszerek fejlesztése, „mert a termelékenységet közgazdasági okok és a munkaerőhiány miatt jelentősen növelni kell, továbbá a munkakörülményeket javítani kell...” és „nagyobb figyelmet kell fordítani az 1 m³-re eső energiahordozó felhasználásra és más területen (erdőművelés, környezetvédelem) jelentkező előnyökre és hátrányokra”. Ebben a tanulmányban Herpay jórészt lefekteti a – később „Soproni Sorozatelemzési Módszer”-ként ismertté vált – munkarendszer-elemzési és fejlesztési alapelveket.

Külön kiemelendő, hogy – bár még csak elviekben – figyelembe veszi a munkarendszerek összehasonlításánál az erdőművelési és kíméletességi szempontokat is: „Számításba vehetjük továbbá, hogy csörlős vonszolónál a felújítási költségek magasabbak és a közelítési károk nagyobbak, mint a kihordónál”. *Herpay (1975)*.

A fahasználati munkarendszerek kutatása Magyarországon az 1970-es évek második, és az 1980-as évek első felében élte virágkorát, elsősorban az Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőhasználati Tanszékének remek kollektívája révén. *Herpay Imre* mellett, a rendkívüli gazdaságmatematikai vénával rendelkező *Rumpf János* neve fémjelzte ezt a korszakot.

Ebben az időben dolgozták ki a Soproni Sorozatelemzési Módszert, amelynek segítségével gazdasági döntéseket megalapozó számításokat végeztek.

Nagyszabású munkarendszer-elemzéseikhez jó háttérül szolgált a magyar erdőgazdálkodás, és különösen a magyar fahasználat korábban sosem látott mértékű műszaki fejlesztése.

1985-ben az ERTI létrehozta (szerény személyemre alapozva) a Technológiafejlesztési Csoportot, amelynek feladata – a külföldön már meglévő, de elsősorban fenyőre alapozott – fahasználati munkatechnikák, műveleti technológiák és munkarendszerek fejlesztése lett. A koncepció szerint a csoport, a fenyő törzskiválasztó gyérítésekkel kezdve módszeresen kívánt végighaladni a lomb véghasználatokig bezárólag, minden előforduló beavatkozáson. A rendszerváltozás előszele azonban szétfújta a csoport kutatóit.

A magyar erdőgazdálkodás az utóbbi 15 évben egyre kevesebb érdeklődést mutatott az ilyen irányú kutatások és fejlesztések iránt.

Nyugat-Európában azonban továbbra sem mondtak le a fahasználati munkamódszerek, technológiák és munkarendszerek fejlesztéséről. Ennek bizonyítására elég csak – a hazai erdőgazdálkodásban is jól ismert – rendszeresen ismétlődő „KWF Tagung”-okat említeni.

A KWF (Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik) német szervezet erdőgazdálkodási gépek, munkaeszközök és személyi védőfelszerelések minősítésével, technológiák fejlesztésével, erdőgazdálkodási információterjesztéssel és erdőgazdálkodási kiállítások (KWF-Tagungen) szervezésével foglalkozik. Utóbbiak jellegzetessége – az ELMIA (svéd) és az AUSTROFOMA (osztrák) rendezvényekhez hasonlóan –, hogy a gépeket nem csak kiállított állapotban, hanem erdei körülmények között, működés közben is bemutatják.

Az elvek azonban külföldön is változtak, amit egyrészt az utóbbi időkben szinte egyeduralgódóvá vált harvester–forwarder munkarendszer, másrészt az autonóm munkaszervezetek terjedése jellemez.

A modern munkatudományi koncepciók eltávolodnak az extrém Taylorizmustól, és nem ismernek sem hierarchikus szervezeteket, sem legjobb munkamódszert, sem darabbért. *Stampfer–Dürstein (2000)*.

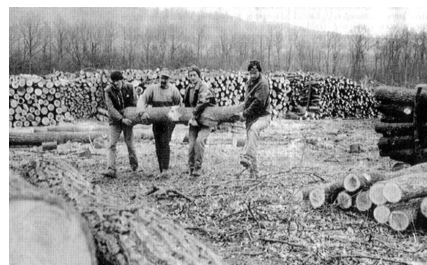
2 A kutatás célkitűzése és módszerei

2.1 A kutatás célja

A fakitermelési munkarendszerekkel kapcsolatos kutatás célja – egy mondatban – így fejezhető ki: Az ember, az eszköz, a munka tárgya és a technológia feladatorientált, optimális összehangolása.

Ha ennél is egyszerűbben kell kifejezni, hogy mi volt a csaknem 30 év óta végzett kutatási tevékenységem célja, azt mondanám:

Ne legyen az, ami a mellékelt képen látható!



Jelen tanulmány keretein belül, célul tűztem ki a következőket:

- Áttekintést adni a gyérítésekben alkalmazható munkarendszerek kutatásának helyzetéről.
- Kiemelni a munkarendszerek építőelemeinek (műveletek) elemzése és fejlesztése során elért eredményeket.
- Rámutatni a humán oldal fontosságára, összehasonlító elemzéseket végezni a dolgozó embert érő (potenciális) veszélyekről.
- A munka tárgyával kapcsolatban megvizsgálni néhány számítási módszerekkel megoldható, vagy abból eredő problémát.
- Módszert (esetleg módszereket) adni a ráfordítási oldalon döntő fontosságú üzemóráköltségnek a valóságot minél jobban közelítő meghatározásához.
- Példákkal igazolni a műveleti elemzés és tervezés lehetőségeit.
- Kísérletet tenni a gyérítésekben alkalmazható fakitermelési munkarendszerek osztályozására.
- Kialakítani egy olyan munkarendszer-leírási módszert, melynek segítségével katalogizálhatók, bizonyos mértékig pedig tipizálhatók is a fakitermelési munkarendszerek.
- Rámutatni a munkarendszerek ábrázolásának sokszínűségére.
- Összefoglalni a Magyarországon előforduló fakitermelési munkarendszereket, alkalmazási körülményeikre jellemző költségadatokkal illusztrálva azokat.
- Bemutatni a munkarendszerek elemzésénél használható költségszámítási módszert.
- Képet alkotni a fakitermelési munkarendszerek alkalmazási arányairól.
- Példákon illusztrálni a munkarendszerek elemzési eredményeinek felhasználhatóságát gazdasági döntések megalapozásához.
- Vázlatos betekintést adni a fakitermelési munkarendszerek környezeti elviselhetőségének lehetséges vizsgálati módszereibe.

2.2 A kutatás módszerei

A kutatás során alkalmazott módszereket a következő fejezet-részekben írom le. Előfordult azonban az is, amikor magának a módszernek a kialakítása képezte – egészében vagy legalább részben – a kutatás eredményét.

Ilyen volt például a finn kutatókkal közösen végzett baleseti okok kutatása. Ebben az esetben – nem lévén előzmény – ki kellett alakítani a videotechnika alkalmazásának módját (sorszámozott, futó idővel készített felvételek), ki kellett dolgozni a vizsgálati szempontokat

(veszélyek okainak és típusainak, sérülés jellegének és megakadályozásának kategorizálása stb.) és a kiértékelés (érékelő táblázatok) módszerét.

Ugyancsak módszertani fejlesztésnek tekinthetők a választékok darabnagyságának meghatározását, a munkarendszerek környezeti elviselhetőségének számszerűsítését, vagy a választékonkénti költségek és a választékok nyereségességének kimunkálását célzó kutatások.

2.2.1 Műveleti technológia- és eszközfejlesztések módszerei

A műveleti technológiák fejlesztésénél illetve új technológiák kialakításánál a következő módszerek fordultak elő:

- Külföldi technológiák adaptálása magyar viszonyokra. A kézi ollóval végzett előközelítés külföldön elterjedt, nálunk ismeretlen volt. Először meg kellett tanulni a kézi közelítő olló használatát, megtalálni az optimális alkalmazási körülményeit (ld. Emberi teherbíró-képesség c. fejezet), majd adaptálni használatát a lombos fafajok specialitásaira (térgörbeség), és elvégezni a munkások betanítását.
- Új technológia kialakítása. Néhány szakirodalmi információ, egy meglévő eszköz, és az ergonómiai szempontok figyelembevétele új technológia kialakulásához vezetett: BEYA módszer (ld. ott).
- Korábban Magyarországon is használt műveletek újra felfedezése. Jó példa erre a capinnal végezhető előközelítés. Régen nálunk is ismerték, majd elfelejtették. A Technológiafejlesztési Csoport általi felkarolása és népszerűsítése változást indukált alkalmazásában.
- A gyakorlatban „élő” módszerek továbbfejlesztése és ergonómiailag, munkatechnikai szempontból történő „rendezetté tétele”. A ledarabolás a tipikus példa erre a fejlesztési változatra. A fennakadt fák levételének ismert módszere volt a magyar fakitermelők között, amit azonban a korábbi biztonsági szabályzat tiltott. A ledarabolt törzsrész méretpontosságát szolgáló motorfűrész-hosszabbítóval lehetővé vált a megfelelő méret (1 m) biztosítása, és a tudatosá tett, colstok-szerű összecuklatással egy halomba került a faanyag. Egyik leglátványosabb szakmai sikerünk, hogy az Erdészeti Biztonsági Szabályzat (aminek kimunkálásában jelen tanulmány szerzője is közreműködött), vékony állományokban – ahol szükség van rá – engedélyezte a ledarabolást.
- Eszközhöz technológia kidolgozása. A bukókeretes szánkó első magyarországi darabját egy Finnországban kapott fénykép alapján készítettem el. Fényképről azonban általában nem derül ki a művelet technológiája. Az eszköz megfelelő használatát, a művelet helyes végrehajtását, terepi kísérletek során dolgoztam ki, illetve fejlesztettem tovább.
- Kényszer szülte megoldások kialakítása. Amikor már készen állt a BEYA módszer, és működött a bukókeretes szánkós közelítés, a faanyag hossz méretére a 4 m látszott a célszerűnek. A törzskiválasztó gyérítésekben kikerülő fát azonban csak 1 m-es hosszban fogadták a fafeldolgozó üzemek. Ez a kényszer vezetett a 4 m-es hosszúfák felső felkészítő helyen végzett tömeges darabolásának kialakításához.

Itt jegyzem meg, hogy – a jelen munkában több helyen is emlegetett – Technológiafejlesztési Csoport valódi team-ként működött. Gyérítésekben folytatott kísérleteinknél egymást túllícitálva ontottuk az ötleteket. Ezekből természetesen sok elvérzett a megvalósításnál, de jellemző volt a csoport munkájára, hogy a munka befejezésekor elvégzett összegzésnél sokszor nem tudtuk beazonosítani, hogy melyik ötlet kitől származott.

Az eszközfejlesztések ugyancsak változatos módon történtek. A külföldön már alkalmazott eszközök hazai adaptációjának egyik példaként a műanyag közelítőpapucs alkalmazását

lehet említeni. Ezt az eszközt magyar gyártónál „utángyártattuk”, majd csörlős vonszolásnál és lovas közelítésnél is kipróbáltuk. Sikerrel. A másik példa a Finnországból származó bukókeretes szánkó, aminek fénykép után készítettem el a magyarországi gyártáshoz szükséges dokumentációját.

Magyar munkások ötletét ötvöztük a külföldi eszközzel a kézi horgok fejlesztésében. Megjegyzem, hogy a magyar rész volt a domináns (hosszú nyél), aminek további ötletekkel való javításában (vágóél a nyélen, macheta-szerű kivitel) *Ormos* Balázs és *Keresztes* György kollégáimé az érdem. Ugyancsak *Keresztes* György nevéhez fűződik az osztrák eredetű motorfűrész oldalpálca egyszerűsített, mégis praktikus továbbfejlesztése. Az eredeti osztrák ötlet szerint ugyanis a motorfűrész egyik töcsavarjára csavarozható oldalpálca hajlékony autóantennából készült. Ezt egyszerűsítette kollégám egy csavaros hüvely, és az erdőben mindenütt megtalálható vessződarab kombinációjára.

Végül két példát említek a teljesen új ötletek megvalósítására. *Ormos* Balázs foglalkozott a kombinált szánkó fejlesztésével, amiből később az önfelterhelő rövidfás szánkó teljesen újszerű megoldása született. Jelen sorok írója pedig megszerkesztette – lovat helyettesítő eszközként – a kistraktorra szerelt markolót.

Meg kell említenem, hogy az általunk fejlesztett eszközök nagy részét a Mecseki Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság Műszaki Erdészeti gyártották le.

2.2.2 Felmérések módszerei

A munkaidő-kihasználási vizsgálatok során az alábbi módszereket alkalmaztam:

- Munkaügyi statisztikák elemzése. Az összes állami erdőgazdaság 3 évre vonatkozó adatainak feldolgozása.
- Interjúszerű felvételek. Két erdőgazdasági központban és öt erdészeti végzett adatgyűjtés.
- Kérdőíves felmérés. 13 erdőgazdaság 97 munkairányítójától (vágásvezetők, erdészek, műszaki vezetők) begyűjtött felmérőlapok.
- Munkanapfelvételek. Az ERTI kutatói által elvégzett 151 db teljes munkanapfelvétel.
- Közelítő gépek elszámolásai. 6 db közelítő gép 3 évre vonatkozó elszámolásának feldolgozása.

Az ERTI országos felméréseinél a gyakorlatban (elsősorban az erdészetiknél) dolgozó kollégáinkat kértük közreműködésre. Az adatok szolgáltatásáért fizettünk, ezért az intézet anyagi helyzete szabta meg, hogy milyen mélységű és milyen terjedelmű adatgyűjtésre volt lehetőségünk. Az 1. mellékletben látható egy erdőrészlet mélységű adatgyűjtés lapja. A részletet jellemző leíró adatokon kívül, a választékszerkezetre, az alkalmazott munkarendszerre és a felmerült költségekre vonatkozóan kértünk információkat.

1989-ben és 1991-ben erdészeti szintű országos adatgyűjtést végeztünk. Az alkalmazott adatlapok főbb fejezetei az alábbiak voltak:

- Általános adatok
- Fahasználatban foglalkoztatottak létszámadatai
- Választékmegoszlás
- Gépesítettség mutatói
- Alkalmazott technológiák
- Gépek, eszközök
- Lovak

Az adat-felvételező lapokat kiküldtük az erdőgazdaságok központjaiba, kérve, hogy juttassák el azokat az erdészetekhez. Ily módon az adatszolgáltatási egységünk az erdészet lett. A kitöltésnél csak részben kértünk precíz, számszakilag ellenőrzött adatokat, legtöbb esetben megelégedtünk a termelésirányító műszaki vezetők által adott becsléssel. Ennek oka – mint ahogy korábbi adatgyűjtéseink során bebizonyosodott –, hogy a gyakorlatban dolgozó kollégák nem szeretik a statisztikai kigyűjtéseket, azokat inkább adminisztrátorokra bízzák. Ezért úgy gondoltuk, hogy többre megyünk a tömelletti kollégák hosszú szakmai tapasztalatokon alapuló becsléseivel, amelyekben nem fordulnak elő szakmailag helytelen adatok.

A fahasználati költség–hozamelemzésekhez kapcsolódó adatgyűjtés módszerei hasonlóak voltak, mint a fentiek, itt azonban jellemzően egy-egy erdőgazdaságtól kaptuk az alapadatokat. Az alkalmazott adatgyűjtő lapok három oldala a 2. 3. 4. mellékletben található.

2.2.3 Munkatanulmány módszerei

A munkatanulmány módszereit a *REFA (1976)* módszertani útmutatójának felhasználásával ismertetem. A munka tanulmányozása során mindenekelőtt tisztázni kell, hogy milyen célból készül a tanulmány. Az eredmények felhasználhatók:

- Tervezési,
- irányítási,
- ellenőrzési,
- bérezési és
- egyéb célokra.

A célok ismerete döntően meghatározhatja a munkatanulmányban alkalmazott módszereket. A céloktól függ az időmérési módszer megválasztása, a munkafolyamat-tagolás finomsága.

A munkafolyamatok tagolásánál el kell különíteni a folyamatszakaszokat (folyamat részei), meg kell határozni a tagolás finomságát, rögzíteni kell a mérési pontokat (műveletek vagy műveletelemek kezdő és záró eseményei).

A munkavégzés során előforduló tevékenységek (gépeknél működések) féleségei a következők:

- Főtevékenység (feladat végrehajtásra).
- Melléktevékenység (a feladat végrehajtását közvetve szolgálja).
- Járulékos tevékenység (előre nem meghatározható tevékenységek).
- Folyamattól függő megszakítás (pl. gépre várakozás).
- Zavar miatti megszakítás (pl. műszaki hiba).
- Pihenés miatti megszakítás (fáradtság miatt).
- Személyi szükséglet miatti megszakítás.
- Fegyelmetlenség.
- Nem kiértékelhető tevékenység.

A munkafeladat végrehajtásánál az egyes munkatárgyak „megmunkálása” – fák döntése, rakományok közelítése stb. – zárt láncolatban történik. Ez a ciklus, ami addig ismétlődik, amíg van megmunkálendő munkatárgy (döntendő fa, közelítendő rakomány). A munkatanulmányban használatos adatokat ciklusonként kell rögzíteni.

Az adatféleségek a következők:

- Időadatok
- Vonatkozási alapok
- Befolyásoló tényezők

2.2.3.1 Időmérési módszerek

Az időmérés a következő alapvető módszerekkel történhet:

- Haladó időmérés
- Egyenkénti (null–stop) időmérés
- Multimoment módszer

A haladó időmérésnél folyamatosan haladó stopperóráról, minden mérési pontnál leolvassuk az aktuális időadatot. A leolvasást megkönnyíti a vonszolt mutatós stopperóra használata, amelynél a vonszolt mutatót, a leolvasás idejére megállítjuk, majd „utána küldjük” a továbbhaladó mutatónak. A haladó időmérésnél az egyes folyamatszakaszok abszolút ideje, a különbségek számítása révén nyerhető. A műveletek (műveletszakaszok) jelét és a mért időadatokat folyamatosan vezetjük a felvételi lapon.

Az egyenkénti időmérésnél, minden mérési pontnál történt leolvasás után nullára állítjuk az órát, majd újból kezdjük az időmérést. Mivel a megállítást, leolvasást, újraindítást időt vesz igénybe, célszerűen használhatók az ún. négyes stopperok. Ezeknél – az időmérés megkezdésekor elindított, és csak az időmérés befejezésekor megállított – kontrollidő-mérő óra a felvétel összes idejének megmérése, ezáltal a mért részidők összegének ellenőrzésére szolgál. A másik három óra, a mérés kezdetekor más–más fázisban található. Az egyik nullán áll, a másik halad, a harmadik egy mért értéken áll. Ezeket az órákat egy közös nyomókaral működtetjük, amelynek minden megnyomásakor egy másik fázisba állnak át. Ezáltal egy folyamatszakasz befejezésekor, a mérőmezőben álló óra mutatja a befejeződött folyamatszakasz idejét, a korábban a mezőben állt óra nullára ugrik, az eddig nullán állt óra pedig elindul, a következő folyamatszakasz mérésére.

Az egyenkénti időmérés történhet kontírozással vagy anélkül. Előbbi esetben, a felvételi lapon minden folyamatszakaszhoz külön oszlopot készítünk elő, utóbbi esetben a feljegyzés a haladó időméréshez hasonlóan történik.

A munkaidő-tanulmányok készítése közben mindig a kontírozás nélküli egyenkénti időmérést használtam (és használtuk, kollégáimmal együtt), négyes stopper alkalmazásával.

2.2.3.2 Befolyásoló tényezők és vonatkozási alapok

Befolyásoló tényezőknek nevezzük azokat a meghatározható mennyiségeket, amelyek az időfelhasználásra hatással vannak.

A befolyásoló tényezők az alábbiaktól függenek:

- A munkát végző embertől (kor, nem, munkaintenzitás)
- Az alkalmazott eszköztől (géptípus, műszaki adatok)
- A munkahelyi körülményektől (lejtés, aljnövényzet, feltártság)
- Az időjárástól (hőmérséklet, csapadék, szél)
- A munkamódszertől (egy- vagy kétszemélyes munka, kézi vagy gépi munka)
- A munka tárgyától ($D_{1,3}$, ágasság, darabnagyság, kéregvastagság)
- A megtett úttól (közelítési távolság)

A vonatkozási alapok a ciklus munkájának eredményei, amikre az időadatokat vonatkoztatjuk. Ilyenek például a ledöntött törzs térfogata vagy a rakománynagyság. A vonatkozási alapok meghatározása többnyire az időméréstől elkülönítetten történik.

Döntés esetén pl. előre beszámozhatjuk a törzseket, és az időmérést követően mérjük meg a tőátmérőt, mellmagassági átmérőt és famagasságot, majd ezekből számítjuk a fatérfogatot.

2.2.3.3 Időegyenletek és normaadatok számítása

Az analitikus és szintetikus időegyenletek fölállítása is regresszió-analízis alkalmazásával történt. Az egyenletekbe bekerülő független változók kiválasztásánál fontos kiemelni a szakmai szempontok érvényesülését. A matematikai statisztikai mutatók szerint korrekt független változók közül, minden esetben elsőbbséget élveztek a szakmailag súlyosabbak.

Az időegyenletek segítségével idő- és teljesítménynorma táblázatok készültek, amelyekre az alábbiakban mutatok be egy példát, a motorfűrész döntésre vonatkozóan.

Művelet	Döntés motorfűrészsel		Eszköz/gép	Stihl 064	
Fafaj(ok)	LF		Üzemóráköltség bérrel	1 088	Ft/üző
Létszám	1	fő	Kihasználtság	60	%

Időegyenlet

$$t' = 2177,4016 * D^{1.3} * H^{-1,0170}$$

$t_n = (100/P) * t'$ **Időnorma** 0,01 üzemperc/m³

H (m)	D1.3 (cm)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
10	55,22	39,91	31,70	26,51	22,91						
12	45,87	33,16	26,33	22,03	19,03	16,82					
14	39,22	28,35	22,51	18,83	16,27	14,38	12,92				
16	34,24	24,75	19,65	16,44	14,21	12,56	11,28	10,27	9,44		
18	30,37	21,95	17,44	14,58	12,60	11,14	10,01	9,11	8,37	7,76	7,23
20	27,29	19,72	15,66	13,10	11,32	10,01	8,99	8,18	7,52	6,97	6,50
22		17,90	14,22	11,89	10,28	9,08	8,16	7,43	6,83	6,32	5,90
24		16,38	13,01	10,88	9,41	8,31	7,47	6,80	6,25	5,79	5,40
26		15,10	12,00	10,03	8,67	7,66	6,89	6,27	5,76	5,34	4,98
28		14,01	11,12	9,30	8,04	7,11	6,39	5,81	5,34	4,95	4,62
30			10,37	8,67	7,50	6,63	5,95	5,42	4,98	4,61	4,30

$T = 60/t_n$ **Teljesítmény** 0,01 m³/üző

H (m)	D1.3 (cm)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
10	1,09	1,50	1,89	2,26	2,62						
12	1,31	1,81	2,28	2,72	3,15	3,57					
14	1,53	2,12	2,67	3,19	3,69	4,17	4,64				
16	1,75	2,42	3,05	3,65	4,22	4,78	5,32	5,84	6,36		
18	1,98	2,73	3,44	4,11	4,76	5,39	5,99	6,59	7,17	7,74	8,29
20	2,20	3,04	3,83	4,58	5,30	6,00	6,67	7,33	7,98	8,61	9,23
22		3,35	4,22	5,05	5,84	6,61	7,35	8,08	8,79	9,49	10,17
24		3,66	4,61	5,51	6,38	7,22	8,03	8,83	9,60	10,36	11,11
26		3,97	5,00	5,98	6,92	7,83	8,71	9,57	10,42	11,24	12,05
28		4,28	5,39	6,45	7,46	8,44	9,39	10,32	11,23	12,12	13,00
30			5,79	6,92	8,00	9,06	10,08	11,07	12,05	13,00	13,94

4. táblázat Normaadatok számítása időegyenlet alapján

2.2.4 A darab-tömeg törvény

A fahasználatban végzett munkatanulmányoknál és az adatok feldolgozásánál (időegyenletek, normaadatok számítása) alapvető fontosságú a darab-tömeg törvényként ismert összefüggés. Szükségesnek tartom ezért ennek rövid ismertetését, különös tekintettel a kialakulásának körülményeire.

A normatív időfelhasználások (egységnyi mennyiségre vetített fajlagos idők) a tömeg (fatérfogat) illetve a darabszám törvényszerű összefüggésére először *Hilf (1950)* mutatott rá, és ezt az összefüggést darab–tömeg törvénynek (Stückmassegesetz) nevezte el.

A darab–tömeg törvény matematikai alapjait *Speidel (1952)* dolgozta ki. A fakitermelő bérek egységtarifáit (EHT) vette alapul. Ezek a döntés, gallyazás, választékolás és darabolás műveleteire adtak összevontan normaidőket. Megállapításai, nagyon leegyszerűsítve és összefoglalva, a következők voltak:

Az állomány átlagtörzsének térfogata (V_b) függvényében ábrázolt, darabra (törzsre) vetített normaidő (t_n) egy elsőfokú polinommal (vagyis lineáris egyenlettel) írható le.

$$t_n = a \cdot V_b + b$$

Az 1 m³ kitermelésére jutó normaidő úgy határozható meg, hogy megszorozzuk az egy darabra jutó fajlagos időt az egy m³-t kiadó darabszámmal:

$$t_v = t_n \cdot n_v$$

Mivel $n_v = \frac{1}{V_b}$, n_v és t_n képleteit a fenti egyenletbe behelyettesítve a $t_v = \frac{t_n}{V_b} = \frac{a \cdot V_b + b}{V_b}$

képletbe jutunk, amiből a következő egyenletet (hiperbola) kapjuk:

$$t_v = a + \frac{b}{V_b}$$

A darab–tömeg törvény tehát – egyszerűsítve – a következőt mondja ki: Minél nagyobb az átlagos darab tömege, annál kisebb az egységnyi tömegré jutó időfelhasználás.

A disszertációban alkalmazott jelek és rövidítések feloldása a 8. fejezetben található.

2.2.5 Üzemóráköltségek számítási módszerei

2.2.5.1 FAO–ECE séma

Az ENSZ Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Szervezete (FAO) és az ENSZ Európai Gazdasági Bizottsága (ECE) által 1956-ban kidolgozott séma képletben kifejezve a következő:

$$k_0 = \frac{A_0}{H} (1+r) + \frac{A_0 \cdot p}{200 \cdot J} + \frac{A \cdot 0,02}{n \cdot J} + \frac{S}{J} + \frac{A_1}{n_1 \cdot J} + \dots + \frac{A_n}{n_n \cdot J} + \ddot{u} \cdot A_{\ddot{u}} \left(1 + \frac{o}{100} \right)$$

A képlet első tagja a lineáris, maradványérték nélküli leírást (amortizációt) és a – a leírásnak a javítási hányaddal kifejezett százalékában – a javítás, karbantartás költségét adja meg. Ez arra az esetre érvényes, ha az éves tényleges üzemórák száma (J) eléri, vagy meghaladja a kihasználási küszöböt (S_w). Ha J értéke S_w értéke alatt marad, akkor az első tag a következő összetett tagra módosul:

$$\frac{A_0}{J \cdot n} + \frac{A_0}{H} \cdot \frac{J \cdot n}{H} \cdot r$$

A második tag a leírási idő közepére vetített beszerzési értékből (beszerzési érték fele) történő egyszerű, egyenletes kamatozású kamatköltség kiszámítására szolgál.

A harmadik tag a tárolási költséget (az amortizáció 2 %-a) fejezi ki.

Figyelembe veendő, hogy a leírás, a javítás, karbantartás és a kamatköltség meghatározásánál, a gép élettartamánál rövidebb élettartamú részek (abroncsok, csörlőkötél stb.) nélküli beszerzési ár szerepel, a tárolási költségnél azonban az ezeket is tartalmazó ár a számítás alapja.

A negyedik tag az éves kötelező biztosítás költségének egy üzemórára eső része.

A következő tagok (1-től n-ig) a fontosabb, az egész gépnél hamarabb elhasználódó részek (pl. abroncsok, csörlőkötél stb.) leírását tartalmazzák. Azért szerepel az első két tagban ezek nélkül a beszerzési ár, mert ezeket (rövidebb amortizációs idővel) itt írják le.

A képlet utolsó tagja az üzemeltetés (üzemanyag és kenőanyag) költségének meghatározására szolgál, a kenőanyag költséget az üzemanyag-költség százalékában kifejezve. A kenőanyagköltség aránya a különböző szakirodalmi forrásokban eltérő lehet, leggyakrabban azonban 5 %, motorfűrészekenél 45 %.

Megjegyzem, hogy a sémát általában nem képletben szokták megadni, hanem táblázatos számítási formanyomtatványként.

2.2.5.2 KWF séma

A KWF kutatói, gépvizsgálataik során a Zürich-i ETH Erdészeti Mérnöki Tudományok Intézete által módosított FAO–ECE gépóráköltség meghatározási sémát alkalmazzák:

$$k_0 = \frac{A}{n \cdot J} + \frac{A \cdot r}{H} + \frac{A \cdot (n+1) \cdot p}{200 \cdot n \cdot J} + \frac{A \cdot (n+1) \cdot e}{2 \cdot n \cdot J} + 0,01 \cdot A + \ddot{u} \cdot A_{\ddot{u}} \left(1 + \frac{o}{100} \right)$$

A képlet első tagja a lineáris, maradványérték nélküli leírást (amortizációt) tartalmazza.

A második tagban a javítás, karbantartás költsége látható (a javítási hányaddal kifejezve).

A harmadik tag a beszerzési érték feléből történő egyszerű, egyenletes kamatozású kamatköltség kiszámítására szolgál. Az $(n+1)/n$ szorzó alkalmazására nem találtam ismertetést.

A negyedik tagban a biztosítások, illetékek, adók stb. költségét fejezi ki, az előbbihez hasonlóan, csak itt nem százalékos, hanem tizedes szorzót használ. Az e értéke pl. 0,03-0,05 lehet.

A ötödik tag a tárolási költséget (a beszerzési ár 1 %-a) fejezi ki.

A képlet utolsó tagja az üzemeltetés (üzemanyag és kenőanyag) költségének meghatározására szolgál, a már ismertetett módon.

2.2.5.3 Az osztrák Erdészeti Kutatóintézet sémája

Az osztrák Erdészeti Kutatóintézet (korábban Forstliche Bundesversuchsanstalt, jelenleg Bundesamt und Forschungszentrum für Wald) a 1975 óta ad ki ún. eszközkatalógusokat, amelyekben a gépek, eszközök műszaki adatai mellett gépóráköltségeket is közöl. 2000-ben a katalógust elektronikus formában is megjelentették. Ez a „*Forstmaschinen CD*”. A számítási séma itt is táblázatos formában szerepel.

Az osztrák séma nagyjából hasonlít a FAO–ECE sémára, van azonban egy specialitása. Maximális használati időtartamot és redukált használati időtartamot használ. A maximális használati időtartam a gép lehetséges összes üzemórája az élettartama alatt, maximális kihasználás esetén. Így pl. az osztrákok szerint az LKT 81 T csörlős vonszoló évi 1600 üzemóránál maximálisan 10 000 üzemórán (6,25 év) keresztül használható. A redukált használati időtartam azt az összes üzemórát jelenti, amit akkor lehet elérni a géppel, ha azt nem használják ki teljesen. Gondoljunk az Ausztriában nagyon jellemző parasztagazdaságokra. Ha az LKT-t csak évi 400 órában használják, az élettartama 11 év (összesen 4 400 gépóra). Ennek – szerintük – az a magyarázata, hogy a gép technikailag elavul, korrodálódik stb. Nem üzemeltethető tehát a gép 400 üzemórás évi terhelés mellett 10 000 üzemórán (25 éven) keresztül, mert 11 év után tönkremegy.

Az egyes gépcsoportokra az osztrák erdészeti kutatóintézetben „Használati időtartam diagram”-okat dolgoztak ki, melyekre az 5. mellékletben közlök egy példát.

A redukált használati időtartam természetesen a két szélső érték között bárhol elhelyezkedhet, ezért az osztrák kollégák a gépóra-költségeket változó éves kihasználásra adják meg. A gépóráköltség számításának, az osztrák Erdészeti Kutatóintézetben használt képlete a következő:

$$k_0 = \frac{A}{n_r \cdot J} + \frac{A}{H} \cdot \frac{H_r}{H} \cdot r + \frac{A \cdot p \cdot n_r}{200 \cdot H_r} + \frac{k_H \cdot T_H}{J} + \frac{S}{J} + \frac{A_1}{n_1 \cdot J} + \dots + \frac{A_n}{n_n \cdot J} + \ddot{u} \cdot A_{\ddot{u}} \left(1 + \frac{o}{100} \right)$$

A képlet első tagja a leírást adja meg a redukált élettartamra, a teljes beszerzési árból lineárisan számítva.

A javítás, karbantartás költségének számításánál – a javítási hányadon kívül – a redukált használati időtartamnak a maximális használati időtartamhoz viszonyított arányával is megszorozzák a beszerzési árnak, a maximális használati időtartam egy üzemórájára jutó részét.

A kamatköltséget a redukált éves üzemórákra számítják.

A negyedik tag a tárolás költségének kiszámítására szolgál a tárolás léghőméterben kifejezett helyigénye és a léghőméterenkénti éves tárolási díj függvényében.

A további költség összetevők kiszámítása a FAO–ECE sémához hasonlóan történik.

A Forstmaschinen CD szerinti számítás alapadatai, néhány gépre vonatkozóan, a 6. mellékletben található.

2.2.5.4 A magyar séma

Magyar sémának tekintem azt a számítási módszert, aminek alapja a FAO–ECE séma és amit Magyarországon először *Pankotai (1971)* írt le. A sémát *Rumpf János* többször továbbfejlesztette. Az így kialakított képlet a következő:

$$k_b = \frac{A \cdot a}{J \cdot 100} \cdot (1 + r) + \frac{A \cdot p}{200 \cdot J} + \frac{E}{J} + \frac{U}{J} + F \cdot \frac{P}{100} + B_f \cdot b_j$$

Az első tagban a maradványérték nélküli, lineáris leírást (amortizációt) és a javítás, karbantartás költségét számítja, ez utóbbit a leírás, javítási hányaddal megadott arányában. Az amortizáció számításánál tartalmilag nem, csak formailag tér el a FAO–ECE képlettől. A leírási időt (n) ugyanis az amortizációs kulccsal (a) fejezi ki:

$$n = \frac{100}{a}$$

A második tagban a kamatköltséget számítja ki, egyenletes kamatozással, a leírási idő közepére vetített beszerzési értékből.

A harmadik tagban az egyéb költségek szerepelnek összevontan: tárolás, adó, kötelező biztosítás stb. Ezt általában tapasztalati adatokból állapítja meg.

A negyedik tagban külön figyelembe veszi ez a módszer az átállások, áttelepülések, fel- és levonulás költségeit is. Gondoljunk olyan stacioner gépekre, eszközökre, amelyek áttelepítéséhez trélerre van szükség.

Az ötödik tagban történik meg az üzemeltetés (üzemanyag és kenőanyag) költségének meghatározása. Alapjául tapasztalati üzemeltetési költségadatokat szolgálnak.

A magyar sémában a bérköltség is szerepel, amelyet a kifizetett munkabér és a bérjárulék-szorzó (járulékokkal és bér-mellékköltségekkel növelt bér aránya a kifizetett bérhez) segítségével határoz meg.

2.2.5.5 Egyszerűsített számítási sémák

Sundberg (1982) három nagy svéd erdészeti vállalat gépüzemeltetési adataiból és különböző irodalmi források alapján kimutatta, hogy a gépek (munkabér nélküli) üzemeltetési

költsége és azok üzemanyag-fogyasztása között szoros összefüggés van. Ebből arra a következtetésre jutott, hogy „az üzemanyag-fogyasztást fel lehet használni egy gép költségének a meghatározásához a svéd erdészetben általánosan használatban lévő géptípusok esetében.” Az egyes gépcsoportokra kiszámította az ún. G_{15} időre jutó átlagos költséget, és az ugyanerre az időre vonatkozó átlagos üzemanyag-fogyasztást. A G_{15} idő a 15 percnél rövidebb kiesőidőket is tartalmazó produktív idő. Gépcsoportonként költségszorozókat (SBG) határozott meg az átlagos költség és az átlagos üzemanyag-fogyasztás hányadosaként. Számítási eredményeit a következő táblázat tartalmazza:

Géptípus	Költség	Fogyasztás	SBG
	\$/ G_{15} idő	liter/ G_{15} idő	\$/liter
Döntő-rakásoló	58,00	18,4	3,15
Döntő-vonszoló	49,45	18,4	2,69
Logma	65,50	19,5	3,36
Nagy processzor	66,05	18,4	3,59
Harveszter	78,90	22,4	3,52
Kis forwarder	24,15	10,2	2,37
Közepes forwarder	28,35	11,4	2,49
Nagy forwarder	31,60	13,2	2,39

5. táblázat Sundberg költségszorzó

Az \ddot{u} (liter/óra) üzemanyag-fogyasztás és az SBG (\$/liter) költségszorzó függvényében kifejezett k_0 (\$/gépóra) gépóráköltség:

$$k_0 = SBG \cdot \ddot{u}$$

Az üzemanyag-fogyasztás mértékére vonatkozóan végzett vizsgálatainak eredményeit az Üzemanyag-fogyasztás c. fejezetben közlöm.

Samset (1985) az ezer dollárban kifejezett beszerzési ár függvényében határozza meg viszonylag egyszerű módon a gép egy műszakra eső költségét.

$$k_m = 2 \cdot A + 5$$

Az egyenletet – 8 órás műszakot feltételezve – átszámítottam 1 üzemórára, valamint 225 Ft/\$ árfolyamon Ft-ra, így a következő képlethez jutottam:

$$k_0 = \frac{A}{4000} + 1125$$

Rumpf (szóbeli közlés) ugyancsak a beszerzési ár (Ft) függvényében javasol egy egyszerű tapasztalati képletet az óráköltség meghatározására:

$$k_0 = \frac{2 \cdot A}{10000}$$

2.2.5.6 A munkabéreköltség meghatározása

Az üzemóránkénti béreköltségek meghatározására a következő kalkulációt alkalmaztam:

Havi 50 ezer Ft-ban vettem fel a betanított munkás, havi 65 ezer Ft-ban a gépkezelő, és havi 80 ezer Ft-ban a kiemelt gépkezelő havi bruttó keresetét. Havonta 4 héttel, hetente 5 műszakkal, és műszakonként 8 órával számolva, meghatároztam ezekből az egy műszakórára (üzemórára) jutó kifizetett munkabért. Erre rátettem a 29 %-os társadalombiztosítási járulékot. Figyelembe vettem olyan felmerülő költségeket, mint a munkaadói járulék, az esetleges magánnyugdíj-pénztári hozzájárulás, étkezési hozzájárulás, átlagos betegszabadság, védőruha, tisztálkodószer és illetményfa.

A felsoroltak alapján kalkulációkat végezve, az említett munkáscsoportok kifizetett munkabérére 57%, 53% ill. 49%-ot tettem rá. Tehát az általam alkalmazott bérjárulék-szorzók: 1.57, 1.53 és 1.49.

2.2.6 Technológiaelemzés, technológiafejlesztés módszertana

A technológiaelemzés és technológiafejlesztés során végzendő munkálatok általában két nagy csoportba sorolhatók:

- Analízis. A meglévő állapot vizsgálata, elemzése.
- Szintézis. A kívánatos állapot létrehozása.

A munka végzése során ezek a fázisok egymást váltogathatják, ezért többször is előfordulhatnak.

A technológiafejlesztési kutatás végrehajtása során, az ERTI Technológiafejlesztési Csoportjának kutatóival, *Keresztes György* és *Ormos Balázs* kollégáimmal közösen kialakítottunk egy vizsgálati módszert. A tipikus vizsgálat a következő részekre tagolódik:

1. Előzetes technológiaelemzés és fejlesztés

- Állapotfelmérés, hagyományos technológiák felmérése stb.
- Szakirodalmi tájékozódás
- Lehetséges új technológiák ill. változatok kialakítása

2. Kísérlet előkészítése

- Területbejárás és kijelölés
- Személyi és tárgyi feltételek biztosítása (munkások, eszközök stb.)
- Feladatmegosztás
- Állományjellemzők felvétele (átmérők, magasságok, körlap, távolságok stb.)
- Üzemtervi, mintaterületi adatok gyűjtése
- Jelölések (térbeli rend, közelítőnyomok stb.)
- Új technológiák betanítása

3. Adatfelvételek és a kísérlet végrehajtása

- Időtanulmányok készítése (ún. rövid időfelvételek)
- Befolyásoló tényezők mérése (távolság, faanyag stb.)
- Ergonómiai mérések (pulzusmérés)
- Biológiai–ökológiai mérések (állományban okozott károk stb.)
- Videofelvételek készítése és elemzése
- Állományjellemzők beavatkozás utáni felvétele
- Folyamatos munkamódszer- és technológiafejlesztés

4. Adatelőkészítés

- Számítógépes feldolgozáshoz szükséges előkészítő számítások és adatrendezések (fatérfogatszámítás, átszámító táblázatok, üzemóráköltségek stb.)
- Pótlólagos adatfelvételek

5. Adatfeldolgozás számítógéppel

- Adatrögzítés, kiírás és javítás
- Számítás, regresszióanalízis (időegyenletek)
- Teljesítmény és költségtáblázatok számítása
- Technológiaelemzés a „Soproni Sorozatelemzési Módszer”-rel
- Technológiák összehasonlítása

6. Kiértékelés és elemzések

- A számítások eredményeinek értelmezése
- Technológiai leírások összeállítása, jelentés megszerkesztése

Az alábbiakban bemutatom az ERTI, három kutatómérnökből és két technikusból állott Technológiafejlesztési Csoportjának „Technológiai vizsgálati títustervét”, amely – fentiek alapján – a csoport tagjaira lebontva tartalmazza a munkák elosztását és ütemezését. A títusterv alapján végeztük fejlesztési munkánkat.

Technológiai vizsgálat títusterve					
M.nap	1. kutató	2. kutató	3. kutató	1. technikus	2. technikus
1.	Előkészítés, területkijelölés				
2.					
3.	Állományfelvétel				
4.	Hagyományos				
5.					
6.	Eszközök		technológia		
7.			időmérése		
8.	biztosítása				
9.	Betanítás		Kárfelvétel		
10.		Jelölés, térbeli rend			
11.	Új technológia				
12.					
13.	időmérése				
14.					
15.	Videofelvétel	Állomány- szerkezeti vizsgálatok	Ergonómiai mérések		
16.					
17.			Kárfelvétel		
18.					
19.					
20.	Adatfeldolgozás, számítások				
21.					
22.					
23.	Időegyenletek		Ergonómiai és	Időegyenletek	
24.	Teljesítmény- és költség-szám.		kárszámítások	Teljesítmény- és	
25.	Pótfelvételek				költség- számítás
26.					
27.	Újraszámítás		Ergonómiai	Újraszámítás	
28.	Gazdasági értékelés		és		
29.			kárszámítások		
30.	Jelentés írás				
31.					
32.	Jelentés összeállítása				

6. táblázat Technológiai vizsgálat títusterve

2.2.7 Munkarendszerek elemzésénél alkalmazott módszerek

2.2.7.1 A Soproni Sorozatelemzési Módszer (SSM)

Az Erdészeti és Faipari Egyetem Erdőhasználati Tanszékén, *Herpay Imre* és munkatársai – elsősorban *Rumpf János* – által kidolgozott munkarendszer-elemzési módszer fontosabb részmunkái az alábbiak:

- Munkarendszerek ill. munkarendszer-változatok felépítése műveletekből,
- műveletek idő- és költségegyenleteinek meghatározása,
- munkarendszer műveleteinek vizsgálata (teljesítmény, költség, energiafelhasználás),
- munkarendszer részeinek összehangolása,
- munkarendszerek értékelése, összehasonlítása.

A munkarendszerek felépítésénél, a döntéstől az értékesítésig, megadják az egyes műveletek végrehajtási lehetőségeit. A döntés elvégezhető motorfűrészszel, de végrehajtható döntőfejjel is. A motorfűrész darabolás történhet 6-12 m-es hosszra vagy 4-6 m-es hosszra. A közelítést végezheti csörlős univerzális traktor, csörlős vonszoló vagy különböző kategóriájú kihordó vontatók. A lehetőségekből felépített különböző műveletsorok adják az egyes munkarendszereket (munkarendszer-változatokat).

Az időegyenleteket általában a szintetikus módszerrel (fekete doboz módszer) végzett időelemzésből számítják, többnyire többváltozós, hatványkitevős képlet formájában kifejezve azokat. Az üzemóra/m³ dimenzióban kifejezett időegyenletekből, az üzemóraköltséggel való összeszorítás révén jutnak a költségegyenlethez.

A munkarendszerek műveleteinek elemzésénél összehasonlításokat végeznek (pl. teljesítmény, költség, üzemanyag-felhasználás szempontjából) ugyanazon művelet különböző gépekkel való végrehajtásáról, változó befolyásoló tényezők mellett. Ennek alapján már megválaszthatók az adott viszonyok között legkedvezőbb alkalmazható gépek.

A munkarendszerek részeinek összehangolása egyszerűbb esetben úgy történik, hogy a rendszer vezérgépének teljesítményéhez igazítva választják meg a többi művelet végrehajtásához szükséges kapacitást. Bonyolultabb esetben a rendszert szakaszokra bontják, és ezt az összehangolást szakaszonként végzik el.

A munkarendszerek értékeléséhez különböző műszaki-gazdasági mutatókat (fajlagos költség, élőmunka-ráfordítás, eszközigeny, energiaigeny stb.) számítanak, majd ezekből kiszámítják a rendszer hasonló mutatóit. A munkarendszereket aztán különböző állományviszonyok és egyéb, változó paraméterek mellett összevetik egymással, ami alapján kiválaszthatók a meghatározott körülmények között optimális rendszerek. *Herpay (1975)* nyomán.

2.2.7.2 Munkarendszerek elemzése az SSM egyszerűsített változatával

Az egyes fahasználati műveletek időnorma adataihoz kész normatáblázatokból, illetve időegyenletekből lehet hozzájutni. A normatáblázatok és az időegyenletek azonban olyan befolyásoló tényezőkre (független változókra) hivatkoznak, amelyek mérése ill. előre történő felvétele üzemi, vállalati, különösen pedig országos normatív elemzéseknél szinte lehetetlen. Gondoljunk például a döntési normaidőt befolyásoló terpeszességre, tereplejtésre, aljnövényzettel való borítottságra, vagy a kihordó vontatóval végzett közelítés időegyenletében az átlagos darabhosszúságra, átlagos darabnagyságra stb.

A műveleti időnormákat ill. időegyenleteket ezért leegyszerűsítettem, és visszavezettem kizárólag a $D_{1,3}$ -tól való függésre. Ezzel ún. „egysoros” normákat kaptam.

Ehhez a befolyásoló tényezők alábbiakban megfogalmazott kezeléseire volt szükség:

- Azokat a befolyásoló tényezőket, amelyek felméréseink alapján adott fafajnál meghatározott értékeket vettek fel, a fafajra jellemzőnek tekintettem, és a nekik

megfelelő normaértékeket alkalmaztam. Ilyen pl. a lejtés. A bükkösök jellemző lejtőkategóriája országosan 16-25°, a kocsányos tölgyeseké pedig 0-10°. *Rumpf-Gólya (1990)*. Hasonlóképpen felméréseink bizonyították, hogy a speciális csörlős vonszolóval (LKT) történő közelítés jellemző közelítési távolsága 400 m. Megjegyzendő, hogy ez utóbbi az 1980-as években még 300 m volt, 1991-re azonban 400 m-re emelkedett. *Gólya (1991)*.

- A normaidő-felhasználásra csekély hatással bíró befolyásoló tényezőket átlagértékeikkel szerepeltettem. Ilyen pl., hogy döntésnél milyen az aljnövényzet, ill. hogy a kötélkihúzás – csörlős vonszolós közelítésnél – sáros vagy száraz talajon történik-e. Ezek miatt a normaidők veszítettek a pontosságukból, de a munkarendszerek összehasonlítása szempontjából ez elhanyagolható. Ugyancsak, annál inkább kisebb jelentőségű ez az átlagolás, minél magasabb (üzemi, vállalati, országos) szinten történik az elemzés.
- A jelentős, változó nagyságú befolyásoló tényezőket meghagytam, és a normaidőket ezek jellemző kategóriái szerint külön-külön alkalmaztam. Ilyenek pl. a fafajcsoportonként eltérő darabolási, gépnagyság szerint választható kérgezési vagy felterhelési normaidők. Természetesen a mozgatási távolságoknál is módosítható az „egysoros” norma, a távolság megváltozása esetén. Erre már volt is példa.

Egyes műveleteken – a Soproni Sorozatelemzési Módszer eredeti változatánál is így volt – nem áramlik át a teljes famennyiség. Ilyen „részfamennyiségű” műveletek a göcsözés, hasítás, kérgezés, sarangolás, máglyázás stb. Ezeket vagy az állományméret függvényében, külön elkészített táblázatokból vagy a választékszerkezet alapján lehet beépíteni a számításba.

A továbbiakban az elemzés az eredeti elveknek megfelelően történik. A rendszermutatók közül azonban – az elemzések eredményeit felhasználók igényeinek megfelelően – mindössze a fajlagos költséget és az élőmunka-ráfordítást számoljuk.

2.2.7.3 Munkarendszerek költség számítása

A műveletekre meghatározott normaidő, az alaplétszám és az esetleges „részfamennyiség” arányszámok összeszorozásával kapjuk meg a műveletenkénti élőmunka-igényt.

A műveletekre megadott üzemóráköltség a műveletet végrehajtó gépek, eszközök, emberek üzemóráköltségeinek összegzésével számítható.

A normaidő és a műveleti üzemóráköltség szorzata adja a művelet fajlagos költségét (Ft/m³), a műveletek fajlagos költségeinek összege pedig a munkarendszer fajlagos költségét.

A munkarendszerek elemzésénél ún. normatív költség számítást használtam. Normatív egyrészt azért, mert a műveleti időfelhasználások normaidők, másrészt azért, mert az üzemóráköltségeket – normál beszerzési árakat, normál használati időtartamot stb. felvéve – képlettel számoltam.

Az országban sok helyen végzett fahasználati költség-hozam elemzéseink során elvételre jutottunk hozzá tényleges gépköltségekhez. Különösen igaz ez a mai „vállalkozói világban”, ahol szinte senkit nem érdekel, mennyibe kerülnek a vállalkozók, hiszen a vállalkozói szerződések megkötése a kereslet-kínálat alapján, „piaci alapon” történik.

Ezért a költség-hozam elemzések és a jelen tanulmány keretében sem az így kialakult – sokszor nyomott áras – vállalkozói díjak, hanem a normatív kalkulációk képezték a

költségszámítás alapját. A költségszámításra, példaként a vaslovas rövidfás munkarendszer számítási sémáját közlöm.

KÖLTSEGTABLÁZAT

Technológia: VASLO (Vaslo rövidfás technológia)
Fafaj: KTT Atmero: 15 cm Min.o.: 2

Technológia Muv.-Gep/Hely	Letszam Fo	Normaido Uzo/m3	Elomunka Ora/m3	Uzoktsg Ft/uzo	Koltseg Ft/m3
DO-MF/VT	1	0.195	0.195	1088.00	212.16
GA-MF/VT	1	0.238	0.238	1088.00	258.94
VALT-KEZ/VT	1	0.160	0.160	492.00	78.72
DAT-MF/VT	1	0.280	0.280	1088.00	304.64
KOZ-VASLO/VT_100m	2	0.871	1.742	1859.00	1619.19
GO-FSZE/FR 43%	1	0.285	0.123	492.00	60.29
HA-FSZE/FR 1%	2	0.470	0.009	492.00	2.31
KER-KR/FR .2%	3	0.347	0.002	4241.00	2.94
SA-KEZ/FR 85.1%	1	0.354	0.301	492.00	148.22
MA-KEZ/FR 14.9%	2	0.177	0.053	492.00	12.98
FEL-KCR/FR	2	0.087	0.174	3338.00	290.41
SZALL-TGK/UT_20km	1	0.292	0.292	5114.00	1493.29
LET-KCR/AR	2	0.090	0.180	3338.00	300.42
Osszesen:			3.749 ora/m3		4784.51 Ft/nm3 3645.80 Ft/brm3

7. táblázat Vaslovas rövidfás munkarendszer költségszámítási táblázata

Megjegyzés:

Az 1992-ben készült „Költség–hozam elemzési programcsomag” (amelyet jelen tanulmányban több helyen felhasználok, és amelyből ez a példa is származik) a technológia kifejezést használja a munkarendszer helyett. Ezen – szoftverkulcs hiányában – nincs módomban változtatni. Ugyanez a helyzet a minőségi osztállyal. A program 2. min. o. jelölése alatt a III. minőségi osztályú (átlagos) állományok értendők!

3 A kutatás során elért eredmények ismertetése

3.1 Fakitermelési munkarendszerek műveleteinek vizsgálata

Jelen tanulmány keretein belül nem foglalkozom külön témaként a finomfeltárással. Meg kell említenem azonban, hogy az általam fejlesztett, illetve az ERTI volt Technológiafejlesztési Csoportja (amire többször is hivatkozom) által kialakított új munkarendszerek alapvető jellegzetessége a kijelölt közelítőnyom. A közelítőeszközök általában csak ezeken a nyomokon mozognak, az állományba nem lépnek be.

3.1.1 Gyérítésjelölés szalaggal

A gyérítések során kivágandó fák (mellékállomány) megjelölésének legelterjedtebb módszere Magyarországon a kacorral végzett jelölés. Ennek több hátránya van: A jelölés módosítása csak az ún. visszajelöléssel, tehát a kacorjel áthúzásával lehetséges. A jelölés közben viszonylag nehéz az állomány „áttekintése”, mivel távolabbról a jelek nehezen láthatók. A (jellemzően) a következő évben sorra kerülő fakitermelési beavatkozás során, a döntést végző munkás különösen nehezen veszi észre a jelölést, mert az időközben elszíneződik, esetleg gyantával tömítődik.

Az említett hátrányok kiküszöbölésére alkalmasak a színes, papír jelölőszalagok. A 2 cm (esetleg 3 ill. 4 cm) széles, 75 m-es tekercsekben kapható papírszalagokból, a fa kerületénél kb. 8-10 cm-rel hosszabb darabot kell letépni, és a szalagdarabot, mellmagasságban a fa törzsére kötni. A színes szalag minden oldalról, és távolról is jól látható, így már jelölés közben is összképet kap a jelölő ember az állományról. Ha ennek alapján módosítani kíván a korábbi elképzelésén, a szalagot egyszerűen leveheti a korábban kijelölt fáról, és másikra kötheti fel. A fadöntést végző ember munkájában pedig azért óriási előny az állomány áttekinthetősége, mert így jól meg tudja tervezni a döntési sorrendet. Ennek nagyon fontos szerepe van a fennakadások csökkentésében.



A felsorolt előnyök bizonyítására elvégeztünk egy egyszerű kísérletet. Egy fenyő törzskiválasztó gyérítésben, a kitermelést megelőző évben megtörtént a kacoros jelölés. A viszonylag homogén állományban, a gyérítés megkezdése előtt kitűztünk két 20x25 m-es parcellát. Az egyikben meghagytuk az eredeti kacorjelölést, a másikban azonban minden megkacorozott törzsre, színes papírszalagot kötöttünk. Ezután mindkét parcellában mértük a döntés törzsenkénti időfelhasználását valamint a törzsméreteket. Fajlagosan 23,4 %-kal alacsonyabb lett a döntés időfelhasználása a szalagos parcellában, mint a kacorozottban. Ez 30 %-os teljesítménynövekedésnek felel meg. *Gólya–Keresztes–Ormos (1987)*.

A döntést végzők munkáját semmilyen módon nem befolyásoltuk, mindkét parcellában ugyanaz a két ember dolgozott, ugyanolyan módon. A mért különbség tehát egyértelműen a jelölésbeli különbségnek tudható be.

A szalagos jelölés nem jelent többletmunkát, a jelölőszalag egy évig időjárásálló, később viszont (lévén papír) lebomlik. Egyik előnye válhat hátrányává, ti. az, hogy könnyen eltávolítható a fákról. Ez Európában nem jelent gondot, de nálunk előfordult már, hogy a „természetben járkáló vandálok” leszaggatták a törzsekről a szalagokat.

Elvégeztem egy számításorozatot arra vonatkozóan, hogy milyen költségtöbblettel jár a szalagos jelölés alkalmazása. III. fatermési osztályú erdei fenyvesre három modellt állítottam fel: 12, 17 és 28 cm-es mellmagassági átmérőjű állományokra kiszámítottam az állomány jellemző adatait. A mellékállomány átlagfájára vonatkozóan kalkuláltam a szükséges szalagmennyiséget és a szalagozás fajlagos költségeit. Számoltam a döntési többletteljesítménnyel, és meghatároztam a fahasználati közvetlen költségeket és árbevételeket. Végül kiszámoltam, milyen arányt tesz ki a szalag többletköltsége az árbevétel – közvetlen költség különbözetéhez (a jövedelemhez) képest.

A kalkulációt a következő sémán mutatom be:

Szalagos jelölés kalkuláció

Erdei fenyő III. fto. (ERTI Erdőnevelési modellekből):

Főállomány, átlagos D1.3	cm	12	17	28
Mellékállomány fatömege	m ³ /ha	25	40	40
Mellékállomány, átlagos D1.3	cm	10	15	25
Mellékállomány, átlagos H	m	9	13	21
Mellékállomány, átlagfa V	m ³ /db	0,054	0,142	0,525
Mellékállomány törzseinek száma	db/ha	463	282	76
Átlagfa kerülete	cm	31	47	79

Fajelölő papírszalag ára (ÁFÁ-val)	Ft/tekercs	450	450	450
Tekercs hossza	m	75	75	75
Fajlagos ár	Ft/m	6	6	6
Szalag csomózási túlmérete	cm	10	10	10
Átlagfára szükséges szalaghossz	cm	41	57	89
Hektáronként szükséges szalaghossz	m/ha	192	161	67
Szalagköltség hektáronként	Ft/ha	1 150	965	405
Szalagköltség m³-enként	Ft/brm³	46	24	10

Döntés teljesítménynövekedése	%	30	30	30
Döntés költségaránya az összesből	%	4	5	6
Döntés költsége	Ft/brm ³	76	65	67
Költségmegtakarítás a döntésnél	Ft/brm³	18	15	16

Erdei fenyő költségek és bevételek (alföldi típus)

Árbevétel	Ft/brm ³	2 000	2 640	2 800
Közvetlen fahasználati költség	Ft/brm ³	1 900	1 440	1 120
Közvetlen fahasználati költség megtakarítással	Ft/brm ³	1 882	1 425	1 104
Jövedelem	Ft/brm ³	118	1 215	1 696
Szalag többletköltség a jövedelem %-ában	%	39,15	1,99	0,60
Árbevétel	Ft/ha	50 000	105 600	112 000
Közvetlen költség	Ft/ha	47 062	57 002	44 180
Jövedelem	Ft/ha	2 938	48 598	67 820
Szalag többletköltség a jövedelem %-ában	%	39,15	1,99	0,60

8. táblázat Szalagos gyérítésjelölés költségkalkulációja

Látható, hogy már az első törzskiválasztó gyérítésekben is megéri szalagos jelölést alkalmazni, bár itt még a jövedelem 39 %-át elviszi a szalagokra fordított kiadás. 17 cm átlagos mellmagassági átmérőjű állományokban (15 cm-es mellékállomány-átmérő) azonban a szalagos jelölés mindössze az árbevétel – közvetlen költség különbözet 2 %-át teszi ki.

3.1.2 Motorfűrész munkák

Szepesi (1983) szerint a világ motorfűrészének 16 %-a dolgozik a fakitermelésben, 17 %-a a mezőgazdaságban, a többit hobby célokra használják.

A professzionális (erdei munkában használatos) motorfűrészeket különböző kategóriákba szokás sorolni, a motorteljesítményük, a tömegük, és az előbbiekkal összefüggésben lévő lökettérfogat, és a fűrészre felszerelhető vezetőlemez hossza szerint.

Motorfűrész osztyályozása				
Kategória	Tömeg	Motor- telj.	Löket- térfogat	Lemez- hossz
	kg	kW	cm ³	cm
H. Jacke szóbeli közlése (2002)				
Könnyű	- 5,0	- 3,0	- 50	- 40
Közepes	5,0 - 6,5	3,0 - 4,0	50-75	- 50
Nehéz	6,5 - 10,0	4,0 - 6,5	80 -	50-65
Káldy J. (1986)				
Könnyű	- 6,0	- 2,2	30-40	30
Középnhez	6,1 - 9,0	2,3 - 3,3	51-80	40-50
Nehéz	10,0 -	3,4 - 4,1	81-100	50-60

9. táblázat Motorfűrész osztyályozása

3.1.2.1 Motorfűrész vágásteljesítménye

Mivel hazánkban a fakitermelések legelterjedtebb eszköze a motorfűrész – és várhatóan a jövőben is az marad – érdemesnek tartottam megvizsgálni, hogyan alakul a különböző kategóriájú fűrész vágásteljesítménye.

Vágásteljesítmény-méréseket sok helyen folytattak, ezek azonban jöszserivel kimerültek abban, hogy egy bizonyos átmérőjű törzsrész, illetve téglalap keresztmetszetű gerenda átvágását végezték el. A mérések alapján egyetlen adattal közölték, hogy az adott motorfűrész-típusnak mennyi a vágásteljesítménye cm²/perc vagy cm²/sec dimenzióban.

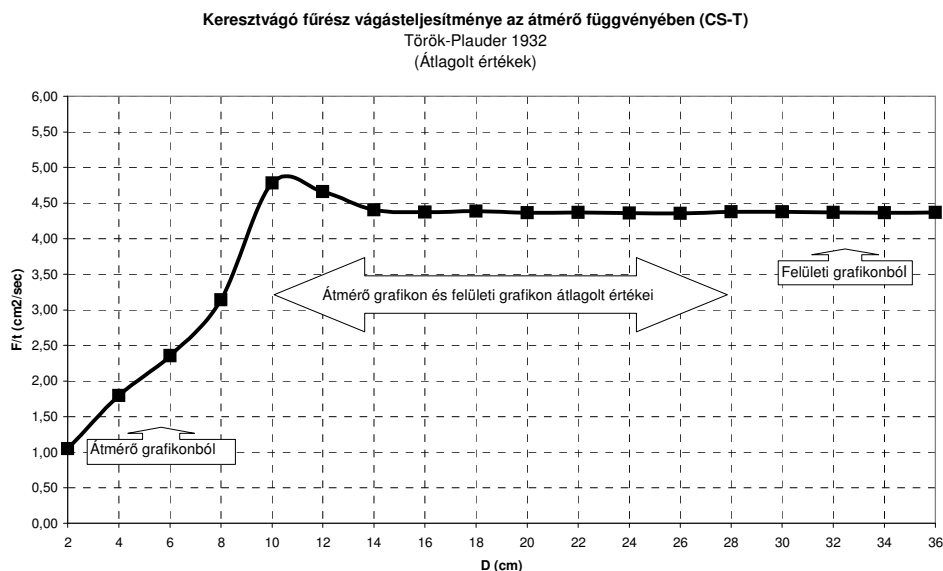
Feltételezésem szerint azonban a különböző fafajú és különböző átmérőjű fák átvágásánál, valószínűleg eltérő vágásteljesítmények adódnak.

Érdekes megvizsgálni ebből a szempontból a Török Béla és Plauder Nándor által közölt, kézfűrészre vonatkozó adatokat. Ők Magyarországon először végeztek méréseket darabolási időfelhasználás meghatározása céljából. Török–Plauder (1932).

Tölgy és cser tűzifa termelésénél mérték a fűrészelési (darabolási) időt a munkások által korábban is használt (megszokott), és az általuk a kísérletekhez biztosított (helyes) kézfűrészrel. Ez utóbbi egy kétszemélyes, 40 cm pengehosszúságú, M-fogazatú keresztvágó fűrész volt, amelynek grafikusán közölt mérési adatait feldolgoztam. A szerzők egyrészt az átmérő függvényében, másrészt az átvágott felület függvényében közöltek átvágási időre vonatkozó grafikonokat.

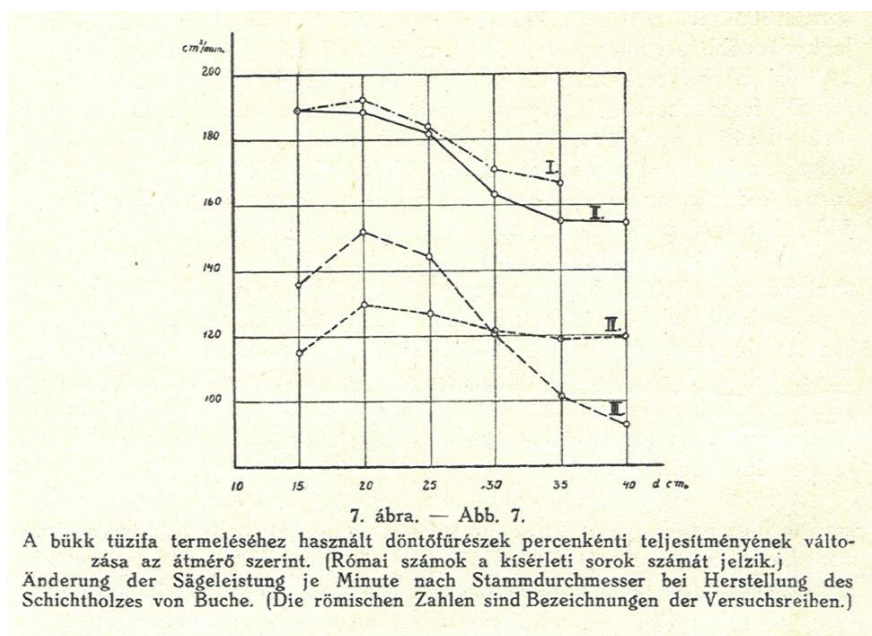
Ahhoz, hogy ezekből a grafikus adatokból fajlagos vágásteljesítmény legyen számítható, a következőket végeztem el: Az átmérőkből vágási felületet, a felületekből pedig átmérőket számítottam, majd mindkét esetben kiszámítottam a vágásteljesítményeket (cm²/sec) és

ezeket az átmérő függvényében ábrázoltam. 10 cm alatti adatokat csak az átmérő függvényében készült, 28 cm feletti adatokat pedig csak a felület függvényében készült eredeti grafikonok tartalmaztak. Ezekben a tartományokban a megfelelő grafikonok adatait használtam, 10-28 cm között pedig átlagokat számítottam. Az így elkészült grafikont mutatja a következő ábra, amelyen 10-12 cm között egy enyhe kiemelkedés látható. Az alkalmazott keresztvágó fűrésznek tehát itt van az alkalmazási optimuma.



2. ábra Keresztvágó fűrész vágásteljesítménye

Pallay (Plauder) Nándor, a hagyásfából végzett bükk tűzifatermelés vizsgálatakor kimutatta, hogy az „alkalmazott döntőfűrészek legkedvezőbb munkaeredményt 20 cm átmérőjű fák fűrészelésénél mutatják.” *Pallay* (1936). Ezt látható a következő ábrán.



3. ábra Döntőfűrészek vágásteljesítménye

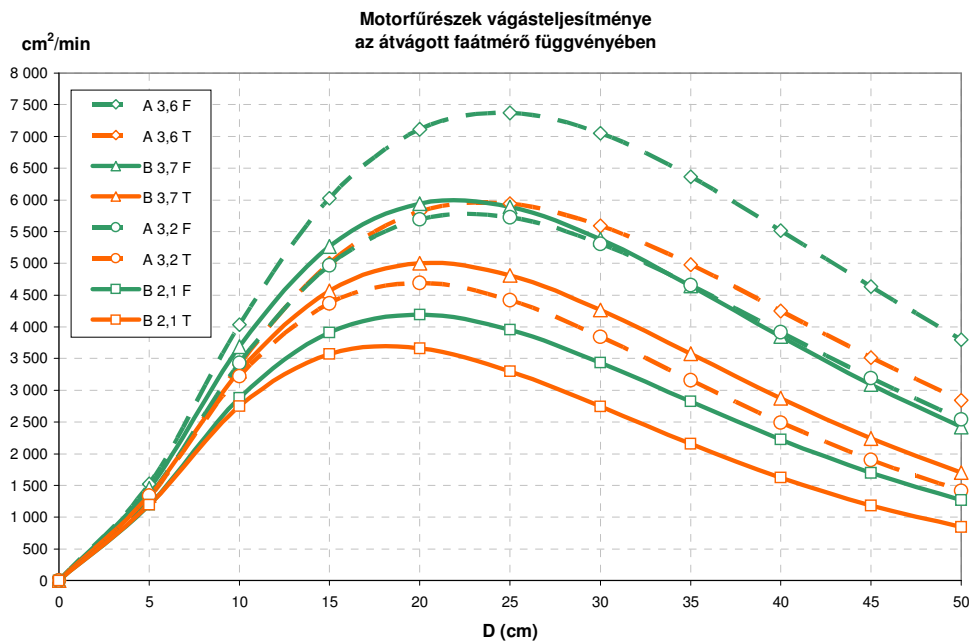
Nagy elődeink eredményei arra ösztönöztek, hogy hasonló vizsgálatokat végezzek a mai „fűrészelő eszközökre”, a motorfűrészekre.

EF és T fafajon egyszerű, párhuzamos vágásokat végeztem – és végeztem – 10, 15, 20 és 30 cm átmérőjű, frissen döntött, kéregben lévő faanyagban. Hogy a vágásokat zavaró tényezők (kő, talaj közelsége stb.) ne befolyásolják, a faanyagot alátámasztva, megemelt helyzetbe hoztuk. A lánc, a vezetőlemez és a csillagkerék különböző mértékű kopottságából, valamint az élezésbeli eltérésekből adódó különbségeket úgy küszöböltem ki, hogy – a vizsgálat idejére – minden fűrészre gyári, új csillagkeréket, vezetőlemezt, és gyári élezésű, új láncot tettem fel. Összesen kb. 2 400 vágást végeztem munkásokkal, illetve végeztem magam. Ez utóbbit azért, hogy kiküszöböljem a különböző egyéni kezelésemből adódó eltéréseket.

A vizsgálatoknál mértük az átvágás idejét (perc), az átvágott faanyag területét (a körlap kiszámításához), a motorfűrész üresjáratú, maximális és vágás közbeni fordulatszámát, a faanyag nedvességtartalmát és keménységét. A mért adatokból, az átvágott (kéregben mért) átmérőre vonatkoztatva, vágásidő-egyenleteket és vágásteljesítmény-egyenleteket számítottam a vizsgált fűrészre.

Végül kb. 400 vágást végeztem annak felderítésére, hogy – ugyanannál a fűrésznél, ugyanolyan átmérőjű fák átvágásánál – milyen hatása van a vágásteljesítmény alakulására a lánc élességének.

A vágásteljesítmény-egyenletekből a következő ábrát készítettem. Hogy a gyártókra való utalást elkerüljem, a fűrész típusokat A-val ill. B-vel jelöltem, megadtam a fűrész teljesítményét (kW) és a vágott fafajt.



4. ábra Motorfűrészek vágásteljesítménye

Méréseim alapján beigazolódottak a következők:

- Az egyes motorfűrész-típusoknak is van egy optimális alkalmazási tartománya.
- A nagyobb teljesítményű fűrészek optimuma nagyobb átmérőnél van, mint a kisebbeké.
- Ugyanannak a fűrésznek nagyobb a vágásteljesítménye fenyőben (puhafa), mint keménylombos fában.

Mindezek józan paraszti ésszel is kikövetkeztethetők, ha azonban a tudomány – kísérleti mérések alapján – ugyanerre az eredményre jut, meggyőzőbb erejű a bizonyíték.

A láncélesség hatásának vizsgálatából megállapítottam, hogy megfelelően élezett láncsal – ugyanolyan körülmények között – kétszer akkora teljesítmény érhető el, mint kopott láncsal.

3.1.2.2 Motorfűrészek kiegészítő eszközei

A fakitermelő munkások között eltöltött hosszú idő alatt azt tapasztaltam, hogy nem szívesen teszik le a motorfűrész, ha már egyszer kézben van. Ha egy útban lévő gallydarabot kell félredobni, a munkás legtöbbször nem kézzel, hanem a motorfűrész vezetőlemezével teszi meg azt. Ez sokszor balesetveszélyt okoz, egy műveletnél pedig – nagyon jó szemmérték híján – méretpontatlansághoz is vezet. Ez a darabolás. Ha nem történik meg a darabolás előtt a választékolás (ami a törzskiválasztó gyérítésekben kikerülő méteres választékoknál gyakran előfordul), a mindennapi gyakorlat szerint a munkások „szemre” végzik el a darabolást. Az osztrák erdészeti gyakorlatból ezért két olyan kiegészítő eszközt adaptáltunk, amelyek megkönnyítik ezt a munkát.

Motorfűrész-hosszabbító mérce

Feladata, hogy a motorfűrész hosszát adott méretre, általában egy méterre egészítse ki. Több változatát is kipróbáltuk. A legmegfelelőbbnek az a megoldás bizonyult, amelynél a motorfűrész hátsó kézvédőjének aljára két meghajlított csavarral egy 35 cm hosszú, 6 mm vastag szigetelt acélkötél darabot szereltünk, amelyen szigetelőszalaggal meg lehet jelölni a főbb választékméreteket. Vezetőlemez cseréje esetén a csavarok fellazításával a hossz újból beállítható. Alkalmazása akkor indokolt, ha nagy az 1 m-es választékok aránya (pl. ledarabolásnál). Ekkor megtakarítható a választékoló munkája. A mérce anyagánál, kialakításánál fogva más motorfűrész munkában sem zavarja a dolgozót, így a munka végén sem kell leszerelni a gépről.



Fekvő fa darabolása motorfűrész-hosszabbító mércével:

A földön fekvő fának, vagy ledőlt farésznek – elsősorban 1 m-es választékokká való – felkészítésénél használható módszer, amely általában gallyazással egy menetben végezhető. Ágmentes, vagy kevés ágú faegyedek esetében a törzsnek (tőtől nézve) a jobb oldalán célszerű előrehaladni, és a motorfűrész a már elhagyott törzsrészre visszafektetve végezni el a motorfűrész-hosszabbító mérce segítségével az 1 m kimérését. Így a daraboló vágás ugyanarról az álláshelyről végezhető, mint a mérés.

Sűrűn ágas faegyedeknél, a nagy gallyazási munka kényelmesebb végzése miatt, célszerűbb a törzs bal oldalán való előrehaladás. Ebben az esetben a fűrész a félig előttünk lévő törzsrészre előrefelé kell ráfektetni a méréshez. A mérés után általában egy lépést megtéve végezhető a vágás.

A jobb oldali haladásnál hátránya a módszernek, hogy a gallyazáshoz kissé vissza kell fordulni a haladási irányból, vagy – amire motorfűrészeseink hajlamosak – láb közé venni a törzset. Ez utóbbi mindenképpen elkerülendő! A bal oldali haladás hátránya, hogy sűrűn ágas törzsnél az előző vágás helyétől legalább 1,2 m-re előre kell gallyazni, majd a méréshez visszalépni és a daraboláshoz ismét előrelépni.

A motorfűrész-hosszabbító mérce 1 m-es választékok termelése esetén egy választékoló ember kiváltását jelenti, illetve lehetővé teszi a méretpontosságot.

Motorfűrész oldalpálca

Vékony faanyag azonos hosszakra (1 m) való egyenkénti vagy tömeges darabolásánál használható.

Kialakítása: a motorfűrész első lemeztartó töcsavarján lévő, dekniányára forrasztott 10 cm hosszú csődarab, amelybe a használat helyén egy fapálcát lehet szorítani. A vágás helyétől való pontos távolságot méretre vágással lehet beállítani. Használata esetén nincs szükség a rakat külön választékolására. A darabolás végeztével a pálcát ki lehet húzni, a fent maradó rész az egyéb munkákat általában nem zavarja. Ha mégis szükség lenne a leszerelésre, – egy eredeti csavaranyával helyettesítve – zsebre vágható, vagy a szerszámövön elhelyezhető.



Tömeges darabolás motorfűrész oldalpálcával

A motorfűrész első dekniányája helyére csavarozható csőhüvely, és az abba illesztett 1 m-es hosszúságú vágott fapálca a tömeges darabolásnál lehetővé teszi a választékolási művelet kiejtését.

A motorfűrész munkás jobbról balra haladva, a pálca segítségével kiméri az 1 m-t, és a pálcát kissé fölemelve a fekvő fáról, rögtön végezheti a tömeges darabolást.

Ez a módszer célszerűen csak felkészítő helyen alkalmazható a tömeges darabolásra ill. vastagabb törzsek egyenkénti darabolására.

3.1.2.3 Döntés

A motorfűrészsel végzett döntés szakszerű munkatechnikái az alábbiak:

Ferdevágásos döntés

A ferdevágásos döntés vékony, sűrű állományokban alkalmazható döntési módszer központos súlyvonalú fák esetén. A munkás a leendő dőlési irányba áll, illetve guggol, és a motorfűrész oldalt fordítva, egyetlen vágással vágja át a törzset, úgy hogy a vezetőlemez a dőlési iránnyal ellentétesen lejt. A vágás közben a vezetőlemez éppen csak átéri a fát, és a munkás a vágást teljes gázzal hajtja végre. Az átvágott törzs, ezáltal a vezetőlemezen lecsúszva, ferdén „beáll” a dőlési irányba. A ferdén állva maradt törzset ezután lenyomja, vagy kézi ollóval lehúzza a munkás.

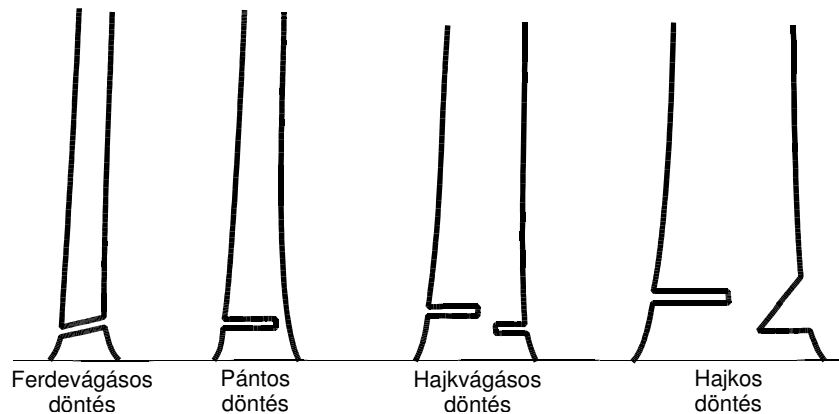
Pántos döntés

A pántos döntés akkor alkalmazható, ha a döntendő fa vékony, és a ledőlése biztosított. A munkás a dőlési iránnyal ellentétes oldalon állva, a törzset szükség esetén vállal megtámasztva, hátéli vágással végzi a döntővágást. A dőlési oldalon egy átvágatlan pántot hagyva juttatja a tervezett helyre a törzset.

Hajkvágásos döntés

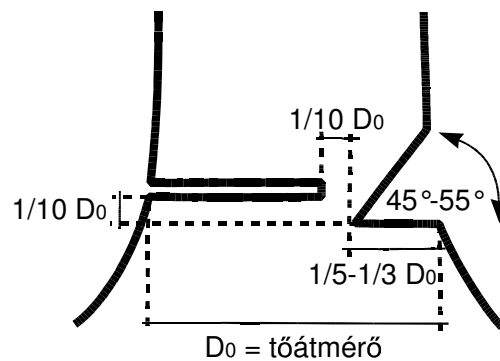
A hajkvágásos döntés az előzőeknél vastagabb törzsek esetében alkalmazható. A munkás a dőlési iránnyal ellentétes oldalon vagy oldalt állva, melléli vágással hajkvágást végez, majd a fűrész a döntővágáshoz hátravéve, hátéli vágással hajtja végre azt. Itt is lehetőség van a döntés vállal történő segítésére.

A ferde vágásos és a pántos döntés 15 cm töátmérőig, a hajkvágásos döntés 20 cm töátmérőig alkalmazható.



5. ábra Vékony fák döntési módszerei

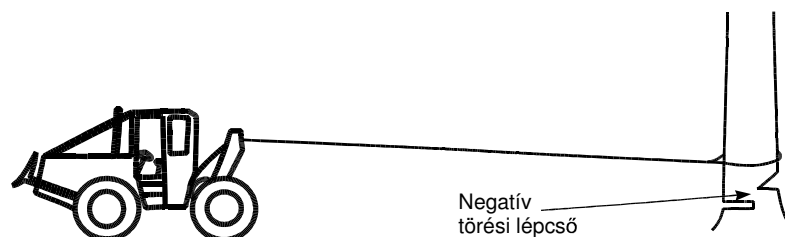
20 cm-nél vastagabb fáknál csak a hajkos döntés a megfelelő munkatechnika. Ebben az esetben a hajkmélység a töátmérőnek kb. 1/5–1/3-a legyen. A hajkszög 45–55° között megfelelő és a hajkető fenékvonalának pontosan találkozni kell a hajkalap fenékvonalával.



6. ábra Hajkos döntés méretei

A hajkfenékvonal a tervezett dőlési irányra merőleges legyen. A törési lépcső magassága a töátmérőnek kb. 1/10-e, a törési lécc a töátmérőnek kb. 1/10-e. Ha a döntési irány eltér a húzási iránytól, a törési léccet a fa kihajlás felőli oldalán csökkenteni, az ellentétes oldalon pedig növelni kell. A törési lécc (a szíjácsvágás és a szívágás kivételével) sehol nem vágható át.

Negatív törési lépcső kizárólag a csörlős döntésnél megengedett.



7. ábra Csörlős döntés

Ha egy fa motorfűrészkes döntése (beleértve a terpeszlevágást is) megkezdődött, akkor azt folyamatos munkában, megszakítás nélkül kell végezni a fa ledőléséig. A dőlés megindulásakor a biztonsági zónába kell távozni, és – a dőlést figyelve – mindaddig ott kell maradni, míg a ledőlt törzs nyugalomba kerül és nem várható több, lehulló ágdarab. Mivel a biztonsági zónák helyét a dőlési irány határozza meg, a tervezettől eltérő irányba dőlő vagy visszaülő fa esetén a megváltozott helyű biztonsági zónába kell menni.

Tökorhadt fa csak a húzási irányba dönthető, vagy húzókötel alkalmazásával ill. magasabb tuskó kialakításával kell elérni, hogy a dőlés biztonsággal irányítható legyen.

Kettes vagy többes ikertörzseket külön-külön a húzásirányba kell dönteni vagy húzókötéllal kell irányítani.

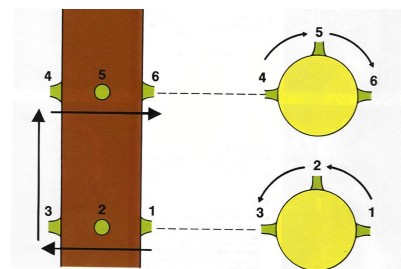
3.1.2.4 Gallyazás

A motorfűrészkes végzett gallyazás megfelelő munkatechnikái – a szabályos ágörvek miatt – elsősorban fenyőben alkalmazhatók.

A legismertebb (amit kísérleteink egy részében mi is átvettünk), az emelő-módszerű gallyazás, más néven hat-pont módszer vagy legyező-módszer. Ennek végrehajtását az osztrák Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier által kiadott „Holzernte in der Durchforstung” füzetsorozat ábrái alapján ismertetem.

A munkás – egy álláshelyből – két ágörv ágait vágja le, a következő módon:

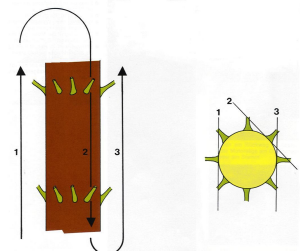
1. A törzs túloldalán lévő ág (1.) levágása hátéli legyezővágással. A támasztott legyezővágást (amiről itt is szó van) emelő módszerű vágásnak is nevezik.
2. A törzs felső részén lévő ág (2.) levágása hasonlóképpen.
3. A törzs, munkás felőli oldalán lévő ág (3.) levágása, melléli legyezővágással.
4. A következő ágörv, munkás felőli oldalon lévő ágának (4.) levágása, hátéli legyezővágással.
5. A felfelé néző ág (5.) levágása hátéli legyezővágással.
6. A túloldali ág (6.) levágása melléli legyezővágással.
7. Előrelépés.



A sorszámokkal jelölt helyeken természetesen több ág is lehet, amelyek vagy egyetlen, vagy több, hasonlóan ismétlődő vágással távolíthatók el.

Sűrű, vékony ágakból egy vágással több örv ágai is eltávolíthatók. Ilyen törzsek gallyazásánál alkalmazható az inga-módszer, aminek elemei a következők:

1. A törzs bal oldalán, egy karlendítésnyíre előrefutó hátéli vágás. Vágás közben a motorfűrészkes ingaszerűen mozdul előre, innen az elnevezés.
2. A törzs jobb felső harmadán visszafutó melléli vágás.
3. A törzs jobb oldalán előrefutó hátéli vágás (mindegyik vágás teljes gázadással történik).
4. Előrelépés.



Az inga módszerű gallyazási technika eredményeként a törzs felső részén arasznyi ágcsomok maradnak, és természetesen gallyazatlan marad a törzs alsó része.

Az 5 cm-es vastagságnál elvégzett csúcslevágást, a csúcs összevágását és a törzsnek, a hossz tengelyéhez képest 90°-os balra forgatását követően, visszafelé jövet végzi el a munkás a maradék-gallyazást, ugyanezzel a módszerrel.

Említést kell még tenni a hosszú, vastag ágak levágásánál alkalmazható tető-módszerről. Ismert fésűs módszer, tetőpont-módszer illetve választék-módszer néven is. Mivel az ágvastagság és ágméret miatt itt már előfordulhat, hogy vágás közben beszorul a fűrész, az ágakat – a húzási irányukkal ellentétes oldalról – a húzott oldalukról kell levágni. Ez pedig, fekvő fánál a törzs felső része, vagyis teteje. Innen tehát jobbra, balra, a hajválasztéknak megfelelően vághatók le az ágak.

Más a helyzet természetesen, ha gallyazás közben egy ág „felfekszik”, vagy a törzs azon támaszkodik. Ilyen esetekben, a húzott-nyomott oldal helyes megválasztásával, darabolás-szerűen távolítandók el az ágak.

Lombos fák gallyazásánál általában a fenyők gallyazási technikájának elemei kombinálódnak, az adott helyzetnek megfelelően. Az inga-módszer vízajtások, az emelőmódszer különböző megoldásai szabadon álló, vékonyabb illetve közepes ágak, a tetőpont módszer a vastag, szabadon álló ágak levágásánál jöhet szóba. Lombos gallyazásnál előfordul, hogy egy álláshelyből több módszert is kell alkalmazni.

A BEYA eljárásnál, az előbbiektől kissé eltérő gallyazási munkatechnika alkalmazható, aminek leírását a következő fejezetben adom meg.

3.1.2.5 BEYA eljárás

Egyik osztrák ösztöndíjas tanulmányutam során foglalkoztam a korai fenyő gyérítésekben alkalmazható munkamódszerekkel. Feldolgoztam a szakirodalomban akkor megjelent néhány meghatározó anyagot. Az ilyen állományokból kikerülő anyag csekély értékű, a gépek alkalmazása pedig drága. Olyan munkamódszert kerestem, amely lehetővé teszi, hogy a közelítő gépet csak akkor vessük be, amikor a faanyag már megfelelő koncentrációban található a gép racionális alkalmazásához.

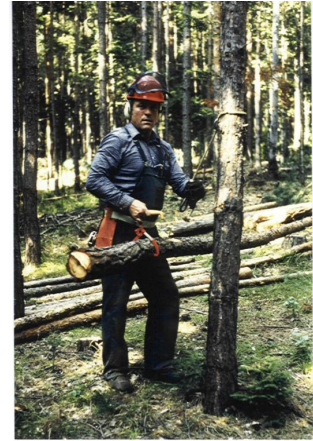
Az alapgondolat az volt, hogy az ilyen vékony állományokban jelentős mennyiségű motorfűrész munkákat – a vibrációártalom miatt – váltogatni kell más munkákkal, a gallyazást kedvezőbb munkahelyzetben kell végezni, és a faanyag koncentrációját célzó előközelítésre kézi közelítő ollót lehet alkalmazni.

A földön fekvő fa gallyazása nagy munkaigényű, kényelmetlen (hajlott) testhelyzetben végzett munka, amelynél a földbe vágás veszélye is fennáll, ezért különféle megoldások jelentek meg a törzs – gallyazás közbeni – megemelésére.

Ismert volt már a „svéd bak módszer”, amelynél egy derékmagasságban levágott, majd legallyazott törzset a saját csonkjára támasztanak fel, így a többi, környékbeli törzs – erre a bakra döntve – megemelt helyzetben gallyazható. *KWF (1985)*.

Vastagabb gyérítésekben, a gallyazandó törzs felemelését úgy érték el, hogy egy álló fára terelőcsigát helyeztek, és – a csörlőkötélnek a terelőcsigán történő átvezetésével – a közelítő traktor csörlőjével hozták a kidöntött fát megemelt helyzetbe. Így működik a „Großaui eljárás”. *Schechtner (1985)*.

A 8-15 cm mellmagassági átmérőjű, kidöntött fák megemelésére megfelelőnek gondoltam a munkás szerszámövében egyébként is ott lévő kézi közelítő ollót. Az volt az alapötletem, hogy ha a kidöntött, földön fekvő fa tövétől jobbra – nem túl messze – „adódik” egy alkalmas álló fa, arra kell felakasztani a kézi közelítő ollóval a kidöntött fa törészét. Ehhez először egy – az álló fára felkapcsolt – másik közelítő ollót alkalmaztam, majd Alfred *Bernhard* ötlete alapján, egy – a két végén karikával ellátott – törzskímélő hevedert használtunk.



A fa törészének ily módon történő megemelésével elértük azt, hogy gallyazás közben a törzs „kényelmes” magasságban (térd- és csípőmagasság között) helyezkedik el, ezért nem kell hajlott testhelyzetben gallyazni, és a törzs alsó része is hozzáférhető a motorfűrész számára. Így alakult ki a – *Bernhard* és a *Gólya* nevekből – *BEYA* eljárásnak nevezett módszer, ami elsősorban sűrűn ágas, vékony, fenyő állományokban használható.

A *BEYA* eljárás folyamatszakaszai a következők:

- Az álló fa felgallyazása fejmagasságig, körbejárásos módszerrel. Döntés ferdevágással, a közelítőnyommal 15-45° szöget bezáró irányban, a már meggyérített állományrész felé. A fa földre juttatása, lenyomással, lefordítással vagy a kézi ollóval történő lehúzással.
- A heveder rögzítése egy – a döntött fától jobbra lévő – álló fára oly módon hogy a heveder lelógó, alsó karikája könyökmagasságban legyen. A fekvő fa törészének megemelése a kézi közelítő ollóval (az olló kifordított helyzetben legyen), és az olló fogantyújának beakasztása a heveder alsó karikájába.
- A rugós mérőszalag beakasztása a megemelt fa bütüjébe, majd a fa gallyazása, előválasztékolása és elődarabolása. A gallyazás hátéli vágásokkal végzett ingamódszerrel történik, négy fázisban: Előrevágás a saját oldalon, egy „karnyi” hosszban, miközben a munkás a fa hosszirányában áll. A „karnyi” olyan hosszban jelent, amelyen egyetlen vágással több ág is levágható, nyújtózás, és a lábak elmozdulása nélkül. A következő vágás, a törzs felső részén visszafelé vezetett vágás, melyhez a jobb lábbal kissé hátra kell lépni, így a munkás a fára „keresztben” áll. Ezt követi a törzs túloldalán végzett előrevágás, ismét hosszirányba állással. Végül – megint hátralépve, és a fa hosszirányához képest keresztbe fordulva – a törzs alsó részén visszafelé vezetett vágás. A négyfázisú gallyazás után a munkás előrelép, és ugyanezt ismétli tovább. Az előválasztékolás helyeit a rugós mérőszalaggal méri ki, a fát azonban nem vágja el, csak felülről és alulról egy jelölővágással jelzi az elődarabolások helyét. Az utolsó választékolási helyhez érve – ahol a törzsvastagság 5 cm körüli – megrántja a rugós mérőszalagot, ami így visszafut a tokjába (a befutás végén kesztyűs kézzel célszerű fékezni a szalagot, nehogy a munkás lábába vagy testébe csapódjon a beakasztó horog), levágja a csúcscrészt, majd néhány hosszanti vágással összeroskasztja azt.
- A törzs túlsó oldalán visszafelé haladva, a munkás levágja az esetleg megmaradt csonkokat, és – alulról, teljes gázzal végzett hátéli vágásokkal – elvágja a törzset az elődarabolási helyeken.
- Visszaérve a törzshez, leteszi a motorfűrész, kiakasztja a kézi közelítő ollót a heveder karikájából, és a közelítőnyomhoz viszi a fa alsó darabját. Ott ászokfára helyezi úgy, hogy az előközelített fa hossz tengelye hegyes szöveget zárjon be a



közelítőnyommal, de a törész ne feküdjön benn a nyomban. Visszamegy a többi darabokért, és azokat is a közelítőnyomhoz viszi.

A leírt munkamódszert az osztrák Erdészeti Kutatóintézet Erdőtechnikai Osztályának segítségével először Ausztriában próbáltuk ki, és a kísérletről munkaidő-tanulmányt és ergonómiai (szívritmus-számlálás) felvételeket készítettünk.

A kísérlet eredményei az alábbiak:

Állomány kora		30 év
Fafajok és elegyarányuk	EF	70 %
	JF	28 %
	Egyéb	2 %
Gyérítés erélye		35 %
Érintett terület		0,14 ha
Lejtés		8-10 %
Kitermelt törzsszám		119 db
Kitermelt törzsek átlagos mellmagassági átmérője		9,4 cm
Kitermelt törzsek átlagos magassága		10,7 m
Kitermelt törzsek átlagos bruttó fatérfogata		0,04 m ³
Átlagos átmérő a csúcslevágás helyén		5,16 cm
Előválasztékolt darabok átlagos hossza		4,35 m
Előválasztékolt darabok átlagos középátmérője		8,38 cm
Egy törzsből termelt átlagos darabszám		1,66 db
Átlagos előközelítési távolság		6,2 m
Átlagos rakatnagyság		0,3 m ³
A kísérletben elért teljesítmény		0,45 m ³ /üzó
A teljesítmény D _{1,3} = 12 cm-re számítva		0,64 m ³ /üzó
Átlagos pulzusemelkedés a tiszta munkaidőben		37
Átlagos pulzusemelkedés az összes munkaidőben		31
Motorfűrész munkák aránya		42 %

A 12 cm-nél kimutatott 0,64 m³/üzó teljesítmény előközelített anyag esetén jobb, mint az EST Standard (német) eljárás, és jobb, mint a svéd bak módszer teljesítménye.

Az átlagos pulzusszám-emelkedés az összes munkaidő alatt 31, ami jóval alatta marad a megengedett 35-ös határnak. Ez azt jelenti, hogy a munka összességében nem túlzottan megterhelő. Külön említést érdemel, hogy a motorfűrész futásidő az összes munkaidőnek csak 42 %-a. A motorfűrész munkaszakaszok vibrációmentes szakaszokkal váltakoznak, így lehetőség van a regenerálódásra.

3.1.2.6 Ledarabolás

Gyérítésekben – különösen törzskiválasztó gyérítésekben – a döntést követően fennakadt fák igen nagy problémát okoznak. Egy kísérletben, amely a kihordó vontatók számára, különböző gépekkel és eszközökkel végezhető előközelítési változatok vizsgálatára irányult, 10-12 cm mellmagassági átmérőjű gyertyános-tölgyes illetve 11-13 cm mellmagassági átmérőjű erdei fenyves állományban a következő megállapításra jutottam: „Méréseink alapján lombban a fák 70 %-a, fenyőben 80 %-a fennakad. A fennakadt fák levétele 2 fő esetén 0.19 perc, 1 fő esetén 0,29 perc egyedenként”. *Gólya (1984)*.

A fennakadt fák esetén különösen érvényes az a fentebb megfogalmazott megfigyelés, miszerint nem szívesen nyúlnak más eszközhöz, ha kezükben van a motorfűrész. Különösen azért nem, mert Magyarországon más eszközt nem is igen visznek magukkal. Ha tehát fennakad egy vékony törzs, amiből úgyméretes választékok lesznek, nem vesződnek a

lehúzással, lefordítással és egyéb – szerintük időrabló – módszerekkel, hanem addig darabolják a fát, amíg magától le nem esik a földre. Mint korábban említettem, ezenkívül a biztonsági szabályok megsértése és a helytelen hossz méret jelent problémát. Kollégáimmal foglalkoztunk ezért a ledarabolás helyes munkatechnikájának kialakításával, majd eredményeinket egyeztetettük osztrák kollégákkal. Ők a csúszdás közelítés kapcsán vizsgálták ugyanezt a témát. A részben közös munka eredményeként kialakult a ledarabolás, és a közben végzett gallyazás munkatechnikája.

A ledarabolás és a közben végzett gallyazás munkatechnikája

A döntés ferde vágással, esetleg hajkvágással vagy hajkos vágással való végrehajtása után, a sűrű állományban állva maradt vékony törzsek ledarabolása, és az eközben végzett gallyazás a következőképpen történik:

Sűrűn ágas törzseknél az első fázis, a fejmagasságig történő felgallyazás. Ehhez a munkás a megdőlt fának a dőlési irányval ellentétes oldalára áll, és egyik oldalon melléli, másik oldalon hátéli vágással, teljes gázzal felgallyazza a törzs jobb és bal oldalát. Ezután a törzstől jobbra elhelyezkedve, a fenti módon felgallyazza a törzs maradék két oldalát is. Fontos, hogy minden esetben a – kissé vagy erősebben megdőlt – törzs dőlési irányától jobbra fejezze be a felgallyazási műveletet a munkás.

Ha az állva maradt törzs közel függőleges helyzetű, a körbejárásos felgallyazással is végezhető ez a művelet.

Ezután, a fűrészre szerelt hosszabbító mérce segítségével kiméri a földön álló bütütől számított 1 m-t úgy, hogy a fűrész vezetőlemezének csúcsát a bütühöz illesztve, és a fűrész testét a fára helyezve, megjegyzi magának a helyet – a motorfűrész hosszabbító végénél – ahol a darabolóvágást el kell végeznie. Ezen a helyen a dőlési irányból, hátoldali vágással átvágja a törzset. Vastagabb törzsek esetén a dőlési irányval ellentétes oldalon melléli bevágást végez, majd ezt követi a dőlési irányból végrehajtott hátéli vágás. Lehetőség van arra is (vékonyabb törzsek esetén) hogy mindkét oldalról egyenlő mélységű bevágást végezve, és középen törési lécezt hagyva, a felső törzsrészt kézzel balra elhúzza, vagy elnyomja a munkás. Ilyenkor a törzs nem jobbra csuklik colstokszerűen, hanem balra. A végrehajtás módját mindig az adott szituáció dönti el. A fa összecuklását úgy kell irányítani, hogy a ledarabolás végén az 1 m-re összevágott faanyag lehetőleg egy kupacban, de legalábbis minél kisebb területen helyezkedjen el.



A felgallyazás és ledarabolás műveletei ciklikusan addig ismétlődnek, amíg az egész törzs kupacba nem kerül. A munka közben magától eldőlt törzs maradék részének feldolgozása a földön történik. A ledarabolásnál ügyelni kell az ún. „szalámivágások” (a törzs hossz tengelyére nem merőleges vágások) elkerülésére.

A ledarabolás előnyei, hogy a munkás kényelmes, álló testhelyzetben dolgozik, és hogy a faanyag egy kupacban termelődik. Hátrányai, hogy sűrűn ágas törzseknél megterhelő a motorfűrész fel-le emelgetése, és hogy az átlagosnál veszélyesebb, ezáltal külön kiképzést igénylő tevékenység. Ezt a kiképzést – közreműködéssel – egy ideig ledarabolási tanfolyamokon lehetett megszerezni, az 1989-es Erdészeti Biztonsági Szabályzat életbe lépése óta azonban része a fakitermelési szakképzésnek.

Tanulságos megemlíteni, hogyan sikerült ezt – a szakma részéről igényként korábban is meglévő – és közreműködésünkkel biztonságossá és szakmailag megalapozottá tett módszert elfogadtatni az illetékes körökkel. Egy országos szakmai tanácskozáshoz kapcsolódó bemutatókon megkértük az osztrák kollégákat, hogy ők mutassák be – a

közösen kialakított – munkamódszert. Ez áttörést jelentett, mivel „ha a fejlett nyugatiaknak jó, akkor nekünk is jó lehet” szempont érvényesült, így vékony, sűrű állományokban engedélyezték a ledarabolást.

3.1.2.7 Tömeges darabolás

A hosszúfában ill. szálfában közelített faanyagot legcélszerűbb lenne a felső rakodóról ilyen hosszúságban a feldolgozó üzembe szállítani. Mivel hazánkban ez sajnos még nem olyan elterjedt mint a fejlett erdőgazdálkodású országokban, a vékony állományokból kikerülő – többnyire csak tűzifát, farostfát, forgácsfát, és papírfát adó – hosszú faanyagot a felső rakodón (nyiladék, erdei út stb.) össze kell darabolni. Erre dolgoztuk ki a tömeges darabolás módszerét. A közelítő eszköz a hosszúfás rakományt egy egyszerű – keresztbe lefektetett ászokfából álló – munkapadra helyezi. A tömeges darabolást végző munkás a rakományt capinnal szétbontja, majd a darabokat összerendezi úgy, hogy a bütük egy síkban legyenek. Ezután balról jobbra haladva tömegesen darabolja az ászokfákon fekvő rakományt. Választékoláshoz, a már ismertetett motorfűrész-oldalpálcát használja. A vágás helyétől 30 cm-re, bal lábbal kitámasztott darabokból egyszerre a vezetőlemez méretének megfelelő mennyiséget vág át és így halad körül a rakományon. A tömeges darabolás után a fűrészletéve, besarangolja az összedarabolt faanyagot, természetesen elkülönítve a választékokat.



A tömeges darabolás a hazai igényeknek megfelelően, általában 1 m-re történik, de vizsgáltuk a 2 m-re történő darabolást is.

A tömeges darabolás munkapadja és eszközei

Az általunk kialakított munkapad olyan „eszköz”, amely minden fakitermelési munkahelyen „helyi” anyagból felépíthető. Kialakítására azért került sor, hogy a vágásterület szélén (felső rakodón) folyó darabolási munkát egyszerűbbé, könnyebbé és kevésbé balesetveszélyessé tegyünk. A munkapad 4-5 db, keresztbe lefektetett ászokfából áll, melyek a rendelkezésre álló helytől függően 3-5 m-esek lehetnek. Az ászokfákat az „elvoncsolás ellen” a sarangkarókhhoz hasonló (de rövidebb) cövekekkel rögzítjük.

Mindazon közelítőeszközök, melyek a hosszú faanyagot megemelt bütüvel közelítik, rá tudják húzni rakományukat erre a munkapadra. A szétterített és összerendezett faanyag darabolása ilyen módon nem sárban történik, és nem kell tartani a fűrészszel való földbevágástól sem.

3.1.3 Előközéltés kézi eszközökkel

Az előközéltés kulcsfontosságú tényező lehet a gyérítésekben, ha nagyobb közéltőgép (pl. kihordó vontató) számára kívánjuk koncentrálni a faanyagot, a gép megfelelő kihasználása érdekében s ugyanakkor – a nagygép közéltőnyomon tartásával – kíméletes megoldásra törekszünk. Az előközéltés átlagos távolsága 10-50 m között mozoghat.

Az előközéltés megoldására elvileg az alábbi módszerek jöhetnek szóba:

- A faanyagot a földön fekvő, egyenként vonszoló eljárások (capin, ló lánccal)
- A faanyagot a földön fekvő, csoportosan vonszoló eljárások (ló csaflinggal, mozgatás közben helyhez kötött csörlők: motorfűrész-motorral működtetett csörlők, ún. talajcsörlők, traktorcsörlők)

- A faanyagot félig megemelten, egyenként vonzó eljárások (kézi közelítő olló)
- A faanyagot félig megemelten, csoportosan vonzó eljárások (bukókeretes szánkó, markolós kistraktor)
- A faanyagot teljesen megemelten hordozó eljárások (ember, kerékpár, kistraktor utánfutóval)

3.1.3.1 Kézi közelítő olló

A kézi előközelítés igen praktikus eszköze vékony, hosszú (3-5 m-es) választékok illetve hosszúfák vonzásához a kézi közelítő olló. Ugyanilyen faanyag kézzel történő közelítéséhez képest úgy érzékeltethető az előnye, ha meggondoljuk, hogy egy fületlen, vagy egy füllel ellátott vödörben könnyebb-e vizet vinnünk.

Az ollóval történő faanyagfelvételkor nem kell akkorát hajolni, tehermenetben nem megfelelő fogás nélkül, karral átszorítva, hanem egy fogantyú kézben tartásával mozgatható a faanyag, lerakásnál pedig egyszerűen ledobható. Ez utóbbit természetesen be kell gyakorolni. A kézi közelítő olló egyetlen hátránya, hogy felemelésnél a görbe faanyag elfordulhat, feszítő hatást gyakorolva így a csuklóra. Ez azonban egy kis „utánfogással” kiküszöbölhető.

3.1.3.2 Kézi horog

A külföldön elterjedten használt, hazánkban pedig alföldi munkások által „kitalált” kézi horog továbbfejlesztett változatai ergonómiailag kedvezőbb eszközforma kialakítását célozva jöttek létre. Rakásolás esetén előnye, hogy kisebb hajolással vehető fel az 1 m-es faanyag; felterhelés és sarangolás közben pedig nem kell olyan messzire nyúlni a fa bütüjéért.

A kézi horgokat többnyire párban használják a fa palástjára történő kétoldali ráfogással. Rövidfa esetén a rakásolást a horgok ellenkező irányú nyitása, és a fa egyidejű eldobása révén végzi a munkás. Hosszúfánál a kétoldali ráfogás után félig megemelt helyzetben történik a fa vonzása.

Hazánkban – egy horog használata esetén – a horgot az 1 m-es faanyag távolabbi bütüjébe akasztja a munkás, és (földről való felvételnél) a bütüt magához emelve, a másik kezével megfogja azt, majd a még földön lévő másik bütüt ismét a horoggal emeli fel. A rakásolást úgy végzi, hogy a horoggal ellendíti magától a fát. Rakatból történő felterhelésnél és sarangolásnál a fa távolabbi bütüjét fogja meg a horoggal, a közelebit pedig a másik kezével, és a horoggal ellendíti magától a közelítő eszközre vagy a sarangra a fát. Vékony fánál a horog bütübe akasztása nehézkes. Ilyenkor a fa távolabbi végénél a palást alá lehet benyúlni a horoggal a felvételhez.



Mindenképpen elkerülendő a horog irányába történő ellendítés, mert ilyenkor a fa magával ránthatja a munkás horgot tartó kezét, illetve visszaugorhat a fa.

A kézi horog újabb változatait az Alföldön és a Mátrában használt rakodó horog továbbfejlesztésével alakították ki *Keresztes György* és *Ormos Balázs* kollégáim. Mintegy 10-féle változatban készítettük el és próbáltuk ki, míg elérték mai (nem végső) alakjukat.

Két változat az, amelyet célszerűnek tartunk használni a rövid választékokkal való munkában:

- Vékony, könnyű, gyakran leveles sűrűn gallyas (GY, LF) faanyag esetén jól használható az anyag felszedésére a földről és a szükséges göcsözések elvégzésére a capin-szerű fanyéllal és ráforrasztott vágóéllal rendelkező változat, illetve ennek macheta-szerű kivitele.
- Nehezebb, vastagabb faanyagnál kedvezőbb a hajlított fogantyúval rendelkező változat alkalmazása, mert ez nagyobb emelőerő kifejtésére alkalmas. Ezen általában nem szükséges a vágóél elhelyezése.



Mindkét eszköz célja, hogy a munkavégzést megkönnyítse (és gyorsabbá tegye) azáltal, hogy a munkásnak nem kell olyan mélyre hajolnia a faanyagért, nem kell a sárba, hóba nyúlania, és nem kell kézzel vagy fejszével bajlódnia a göcsözésnél.

3.1.3.3 Capin

A capin elsősorban a kézi közelítő ollóval már nehezen mozgatható hosszú faanyag előközelítésére használható, de rakatba illetve közelítő papucsba történő összerendezésnél is bevethető. Előnye, hogy a fa mozgatása a fa palástjába beütött capin segítségével, a capinnyél kedvező kiképzésének következtében kényelmes, egyenes derékkal végezhető. Nagyobb darabok lejtő irányú mozgatását több ember is végezheti, együttesen. Capint használtunk a rakat szétbontására, és a faanyag elrendezésére a tömeges darabolásnál.



A capin, a fent leírtakon kívül, jól alkalmazható nagyobb darabok egyik végének megemelésére (pl. bekötőkötél áthúzásánál), a választékok felkészítőhelyi forgatására és görgetésére is.

3.1.4 Lovas közelítés

A faanyag állati erővel történő közelítése – a kézi, ill. a kézi eszközös közelítés mellett – a legrégebben alkalmazott módszer. Természetesen más igavonó vagy teherhordó állatok (elefánt, jak, szamár, öszvér, bivaly, tehén stb.) is használhatók ilyen célra, nálunk azonban – a korábbi bivalyos és szükséghelyzetben tehennel végzett faanyagmozgatás mellett – a lovas közelítést alkalmazták. Rögtön szükséges megjegyezni, hogy az utóbbi 15 évben erősen visszaesett a lóval végzett faanyag-közelítés aránya a gépi közelítéshez képest.

Közelítésre elsősorban a 600-800 kg testtömegű, 1.60 m körüli marmagasságú, hidegvérű ill. sodrott lovak alkalmasak. Ugyanakkor a XIX. század második felétől a XX. század közepéig a magyar erdőgazdálkodók kiváló segítőtársa volt a Kárpátokban a kistestű hucul ló. Ausztriában még előfordul a hasonlóan kicsi haflinger, és Németországban az 1980-as évek második felében ismét „divatba jött” a fjordló. A hucul és a haflinger kifejezetten hegyi viszonyokra alkalmas fajták.

A lovakat elsősorban gyérítésekben ill. előközelítésben célszerű használni sík vagy legfeljebb 30 % lejtésű területeken. Hegymeneti vonszolásos közelítésben a ló teljesítménye

már 10 % emelkedőnél a felére csökken. Enyhe lejtőn viszont kb. 30 %-kal nagyobb a teljesítménye, mint sík vidéken, mert a nehézségi erő megnöveli a ló vonóerejét. *Steinbrich (1981)*.

Erdei munkára 3-4 éves kortól, 1-12 hónapos kiképzést (betanítást) követően, 5-8 éven keresztül használható a ló.

A lovat naponta legalább háromszor kell etetni, alkalmanként az élősúlyának max. 0,5 %-át kitevő mennyiséggel, aminek 1/3-a abrak, 2/3-a szalastakarmány legyen. A ló átlagos napi vízszükséglete 20-30 l. Fontos, hogy a ló „pihenőnapjain” kevesebb abrakot kapjon, ugyanakkor többnapos pihenők közben is meg kell mozgatni a lovat. Patkoltatás munkát végző lovaknál kéthavonta szükséges.

A lovas közelítés háttérbe szorulásának legfőbb oka a lóról való mindennapi gondoskodás megoldatlansága. Egyre kevésbé található olyan ember, aki szombaton, vasárnap és ünnepnap is hajlandó etetni és ápolni a lovakat.

Mindenképpen említésre kívánkozik egy, a szakmánkban elterjedt, lóval kapcsolatos fogalom értelmezése körüli probléma. A fogat kifejezésről van szó. Fogatos közelítésről beszélünk, lassan elmúló megnevezéseink közé tartozik a fogatgazda, és fogatköltséget emlegetünk. Sokszor nem derül azonban, hogy hány ló is rejtőzik a fogalom mögött. Különösen a költségeknél van szükség az egyértelműsége, mert nem mindegy, hogy az adott költség hány lóra vonatkozik.

Véleményem szerint a fát egyedül vonszoló állat esetében beszélhetünk egylovas közelítésről, ha azonban párba fogjuk a lovakat, akkor már – a fogatolás kifejezésből adódóan – fogatos közelítést végzünk. Mivel erdei munkában kettőnél több lovat kb. 100 éve nem fogatolunk egybe, a fogatos közelítés alatt nyugodtan érthetünk egy pár lóval végzett munkát.

Természetesen egy lóval végzett közelítésre is mondhatjuk, hogy fogatos közelítés, de akkor hozzá kell tennünk, hogy fogatos közelítés egy lóval. Véleményemet fenntartva, sajnálattal állapítom meg végül, hogy a fenti fejtegetés hamarosan értelmét veszítheti, hiszen a faanyagmozgatásban alkalmazott lovak száma fokozatosan elenyészővé zsugorodik.

3.1.4.1 A hagyományos lovas közelítés eszközei

Magyarországon az utóbbi 30-40 évben az alábbi lovas közelítőeszközök használata volt – többé-kevésbé – elterjedt:

- **Lánc.** A hámfához kapcsolt egy vagy több lánc, amelyeket a közelítendő hosszúfa egyes darabjaira vagy a vonszolandó rakományra „fojtósan” kötnek fel. A fojtós kötés azt jelenti, hogy a láncot ráhurkolják a fára vagy rakományra, ami mozgatás közben egyre jobban rászorul arra. A ló (esetleg fogat) tehát vonszolva végzi a faanyag mozgatását.
- **Csafling.** Más néven láncbojt. A láncos közelítés egyik válfaja, amelyben a hámfához egy közös karikával, vagy önzáró horoggal kapcsolódik négy-öt, a másik végén „kacsával” (S alakú, egyik végén élezett laposvas) ellátott lánc. A „kacsa” orrát (ez az élezett része) a bütütől 10-15 cm-re a fa palástjába ütik (többnyire capinnal), így 4-5 hosszúfát vonszolnak vele. A készletezés helyén a „kacsa” farkára ütnek, ezáltal kiemelkedik az orra a fa palástjából. Magyarországon ritka.
- **Szánkó.** Más néven csuszkó. Fából, vasból, vagy mindkét anyagból készített szerkezet, amelyet rúddal vagy anélkül mozgat a ló (vagy fogat). Vidékenként nagyon különböző lehet, helyileg készítik. Általában cserélhető, az erdőben, helyi anyagból

elkészíthető rakoncákkal látják el, és többnyire méteres anyag mozgatására használják.

- **Szekér.** A paraszti gazdaságokban használt, télen rövid vagy hosszú faanyag közelítésére alkalmazott eszköz. Az 1990-es években a gumikerekes változatai „visszatértek” néhány helyen az erdőbe is.
- **Kerékpár.** Az 1950-es évek második felében és az 1960-as évek elején, tudatos fejlesztő munkával kialakított speciális magyar eszköz. Legismertebb változata ERTI közelítő kerékpárként vonult be a szakmai köztudatba, amely hosszú fa mozgatására és rövid választékok közelítésére is alkalmas volt. Utóbbi kivitele lehetővé tette a rakomány leborítását is. Később rövidfás kivitelben gyártottak hasonló eszközöket. Kétkerekű lévén, speciális nyereggel kapcsolódott a lóhoz, ezért fontos volt a súlypont helyes megtalálása, hogy ne terhelje nagyon az állatot.

Az ismertetett eszközök közül néhány a 8. mellékletben látható.

3.1.4.2 Bukókeretes szánkó

A bukókeretes szánkó ötlete Finnországból származik. Egyik tanulmányutam során, a Finn Erdészeti Kutatóintézet Suonenjoki-i Kísérleti állomásán láttam a szánkót. Az ott kapott fénykép felhasználásával elkészítettem a tervrajzát, amelynek alapján – a finn kollégák engedélyével – Magyarországon gyártattunk belőle 15 darabot.

A szánkó 2 db, íves kiképzésű, fém szántalpból áll, melyeket billenthető, hídszerűen kialakított csöváz (bukókeret) köt össze. A bukókeret előre, kb. 45°-ig billenhet, hátrabilenését azonban a szántalpakhoz rögzített láncok megakadályozzák. A szántalpakba, a ló hámjához csatlakozó, fából készült rudak illeszkednek.



A bukókeretes szánkót farhámos kumet hámmal felszerszámozott ló képes optimálisan mozgatni. *Keresztes György* kollégám azonban kifejlesztett egy – a rudak végére szerelhető – csappantyús szerkezetet, amely lehetővé teszi a szügyhámhoz való csatolást. A bukókeretes szánkónál az eredeti kialakítás szerint a húzóerőt az istráng (lánc vagy kötél) vitte át, a rúd a szánkó irányítását szolgálta. A két funkció egyesítését szolgálja a kapcsoló alkatrész, amely a szánkó rúdjaikat úgy rögzíti a szügyellő oldalsó karikáihoz, hogy a ló a rúddal húzza és irányítja is a szánkót. Feleslegesség vált az istráng használata és csökkent a rúd szükséges hossza is, ami az állománykárok tekintetében kedvező. Az új módszerrel a ló sokkal rövidebb idő alatt befogható, mint korábban. A szánkó rúdjára szerelt kapcsolóelem egy retesszel zárható, a művelet a ló egy-egy oldalán csak néhány másodpercet vesz igénybe. Ez a megoldás azért is előnyös volt, mert rövidebbek lettek a rudak, így a ló kisebb helyen meg tudott fordulni a szánkóval.

A szánkó üresjáratában a bukókeret előrebillent állapotban van. Az ászokfára helyezett, 0.1-0.3 m³-nyi, 3-5 m hosszú fából álló közelítendő rakathoz érve, a fogatos egy „fojtóra húzott” bekötőlánccal átköti a rakatot. Ezt követően a rakat fölé tolatja a lóval a szánkót, majd a lánc szabad végét a bukókeret felső részén kialakított horonyba akasztja. Amikor a ló megindul, a szántalpak előrecsúsznak, a rakomány azonban visszatartaná a láncsal a bukókeretet, ezért az függőleges helyzetbe billen. Ennek hatására a rakomány eleje megemelkedik, így kisebb energiával mozgatható, és a bütűje sem lesz szennyezett. A leterhelés helyén a ló egy-két lépést hátrál, aminek következtében a bukókeret előrebillen, és a rakomány a földre esik. A fogatos oldja a láncot, és újabb üresjáratba kezd.

A bukókeretes szánkó – természeténél fogva – lejtőn lefelé történő mozgatásnál újra és újra előrebukik, aminek következtében elveszik a megemelt bütüvel való közelítésből származó előny. Ez kiküszöbölhető úgy, hogy az induláskor függőleges helyzetbe állt bukókeretet egy lánc segítségével az egyik talp hátsó részéhez kötjük. A rögzítő lánc megakadályozza a bukókeret lejtőn történő előrebillenését. A felkészítő helyre érve, a rögzítő lánc a szántalp hátsó részéből kiakasztható, így a tömeges darabolás munkapadján a rakomány a szokásos módon az ászokfákra ejthető.

3.1.4.3 Közelítőpapucs

A közelítőpapucs üvegszállal erősített poliészterből készült eszköz, hosszú faanyag rakatokban való közelítésére. A papucshoz tartozik még egy kb. 2,5 m hosszú, két végén hurokkal ellátott acélkötél, amely egyrészt a papucsban a rakat összefogására szolgál, másrészt elől, a papucs nyílásán kibújva és ellátva egy karabinerrel a szállítmány összekapcsolását végzi a vontató eszközzel, amely lehet ló, csörlő vagy kistraktor.

A közelítőpapucs elsősorban csörlős közelítésnél használatos. Vékony faanyag-rakatok lovas közelítése azonban ugyancsak megoldható vele, a földön történő láncos vonzásnál kedvezőbb módon.

A papucs belsejében hurokba vetett sodronykötél végét a papucs orrán lévő nyíláson átvezetve, és azt kampóval vagy karabinerrel a ló hámfájához rögzítve történik az üresjárat. A felterhelés helyén a kötelet le kell akasztani a hámfáról, és a papucs belsejében „szét kell teríteni” azt. A hosszúfa darabok papucsba történő berakása capinnal végezhető. A papucs megtöltése után következik a rakat átkötése kötéllal, majd a papucs orrán kivezetett szabad kötélvég hámfához történő kapcsolása.



Teherjárat közben, a ló által kifejtett vonóerő következtében a kötélt egyrészt összeszorítja a rakományt, másrészt behúzza azt a papucs orrába. Ennek következtében csökken a rakomány elakadásának veszélye, kisebb lesz az álló fák sérülése – a papucs csónakszerűen elsiklik a fák mellett –, és csökken a rakomány mozgatásához szükséges vonóerő. A papucs használható vastagabb hosszúfa darabok egyenkénti mozgatására is.

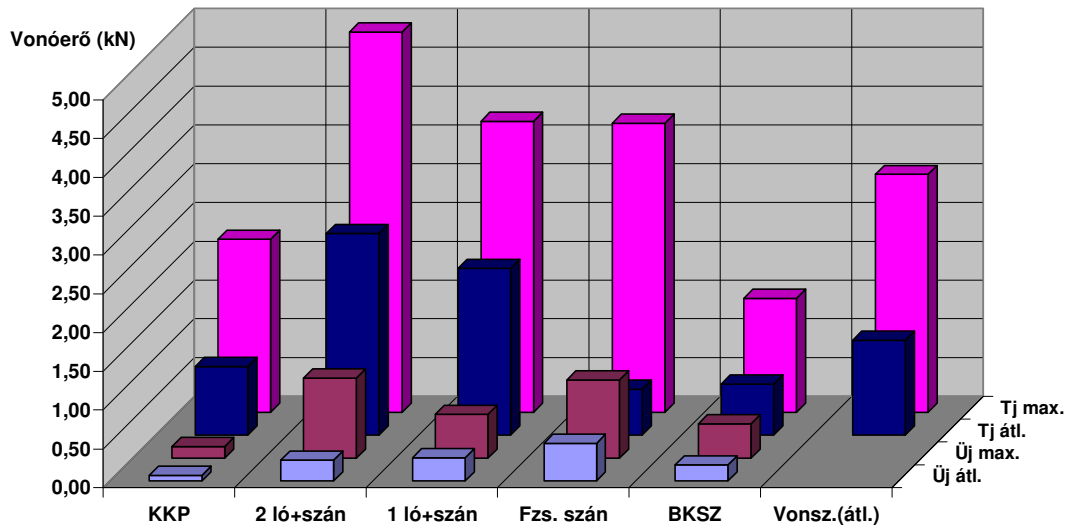
3.1.4.4 Lovas közelítőeszközök vonóerőigénye

Foglalkoztam a különböző lovas közelítőeszközök vonóerőigényének meghatározásával. Ehhez egy, működés közben folyamatosan író, vonóerőmérő műszert illesztettem a ló és a vontatott eszköz közé.

Méréseket végeztem közelítő kerékpár, kétlovas és egylovas faszánkók, forgózsámolyos szánkó, bukókeretes szánkó és láncsal történő vonzás vonóerőigényére vonatkozóan.

Ezen eszközök üresjárat és teherjárat közötti átlagos és maximális vonóerőigényét a következő ábra mutatja.

**Lovas közelítőeszközök
átlagos és maximális vonóerőigénye**



8. ábra Lovas közelítőeszközök átlagos és maximális vonóerőigénye

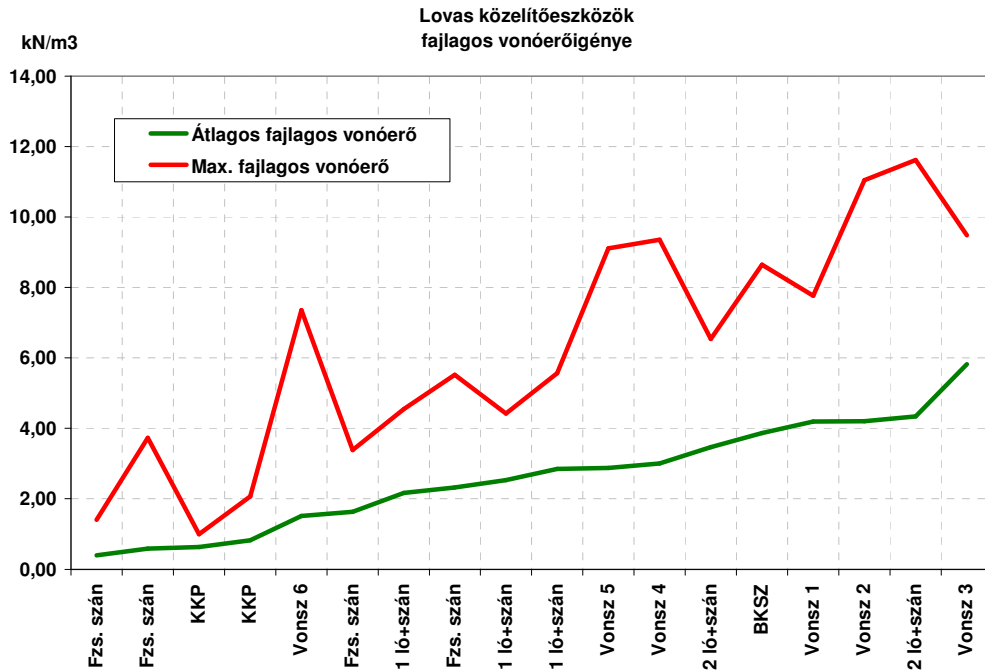
Az üresjáratú vonóerőigény azt mutatja, hogy milyen nehéz az adott eszköz. Üresjárat közben legkisebb a kerékpár vonóerőigénye, hiszen ez az egyetlen, kerekes eszköz a vizsgáltak közül. A vonszolásnál nincs adat, mert üresjáratban csak a vontató lánc van a ló mögött, ennek vonóerőigényét pedig nem mutatta ki a műszer. A bukókeretes szánkó viszonylag könnyű a többi szánkófélehez képest. Az egy- és kétlovas faszánkók következnek a sorban, legnehezebb eszköznek a forgózsámolyos vasszánkó bizonyult.

A teherjáratú vonóerőigény természetesen a rakomány nagyságától függ. Átlagosan legkedvezőbbnek a forgózsámolyos szánkó mutatkozott, megjegyzendő azonban, hogy ez volt az egyetlen eszköz, amit hófoltos területen mértem. Hogy nem a vonszolásos közelítés a legkedvezőtlenebb, annak az oka, hogy a mért vonszolások közbeni átlagos rakománynagyság $0,34 \text{ m}^3$ volt, míg a faszánkóknál $0,75$ ill. $0,85 \text{ m}^3$ -es átlagos rakománynagyságokat számítottam. Az adatokat tartalmazó táblázat a 9. mellékletben található.

Megvizsgáltam, hogyan alakul a fajlagos (egy m^3 -nyi rakományra jutó) vonóerőigény a különböző eszközöknél. A következő oldalon látható ábrán az átállások és a teherjáratok is szerepelnek, ill. a vonszolásos közelítésnél külön vettem a különféle választékok adatait, ezért fordul elő többször ugyanazon eszköz.

A havon csúszó szánkó ismét kedvező eredményt mutat, de utána a kerékpár következik a sorban. A faszánkók közül az egylovasnak általában alacsonyabb a fajlagos vonóerőigénye, mint a kétlovasnak. Meglepő viszont a bukókeretes szánkó magas értéke. Ennek oka, hogy a mérések időpontjában viszonylag kis rakománynagysággal (átlag: $0,17 \text{ m}^3$) dolgozott az eszköz.

A lovak terhelése szempontjából tehát a szánkós közelítőeszközök – nevükhöz illően – téli körülmények között használhatók célszerűen, egyébként a keréken történő mozgatás a kedvezőbb. A bukókeretes szánkó nem terheli nagyon a lovat, fajlagos vonóerőigénye azonban viszonylag magas. Az erdei talajon való szánkózás és a vonszolás nem tekinthető megfelelő megoldásnak sem a ló, sem a fajlagos vonóerőigény szempontjából



9. ábra Lovas közelítőeszközök fajlagos vonóerőigénye

Végül kiszámítottam eszközönként a maximális vonóerőigény és az átlagos vonóerőigény arányát. Az eszközök átlagában 2,9-szeresnek mutatkozott ez az arány. A lovak tehát az átlagos vonóerejüknek kb. a háromszorosát is kifejtik szükség esetén. Vonszolás esetén előfordult azonban 4,9-szeres viszony is. Ezzel egybecseng a német vizsgálatok eredményével, amelyek 3,4-4,7-szeres rövid idejű vonóerőnövekedésről írnak. Beck (1989).

3.1.5 Közelítés kis gépekkel

A lóval végzett közelítés a fahasználat tradicionális, környezetbarát, kíméletes módja. Nagyon nagy hátránya azonban a lónak, hogy a munka befejezésekor nem lehet „kikapcsolni”, pihenőidőben is gondoskodást igényel. Ez nagyon nehezen megoldható probléma a mai világban.

Foglalkoztatott ezért az a kérdés, hogy milyen eszközök alkalmasak a ló kiváltására. Erdőművelési szempontból természetesen csak olyan gépek jöhetnek szóba, amelyek – tömegüknél és méretüknél fogva – a lóhoz hasonlóan megfelelnek a törzskiválasztó gyérítésekben is. A gépeknek tehát kicsinek és kis tömegűnek kell lenni. A következőkben ilyen megoldások bemutatására kerül sor.

3.1.5.1 Markolós kistraktor

A mezőgazdaságból (elsősorban a kertészetből) már ismertek voltak olyan kisméretű traktorok, mint a TZ-4 K-14B illetve Rába 15. Ugyancsak ismertek voltak számomra az erdészetben használt nagyméretű markolós vonszolók és a rakodásban használt hosszúfa-markolók. Az volt az alapötletem, hogy méretarányosan lekicsinyíték egy hosszúfa-markolót, és ezt felszereltem egy kisméretű traktor hárompont-függesztésére. A traktor hidraulikarendszeréről működtetett markoló kezelőkarjait a traktorvezető keze ügyébe szerelve máris kész a mini markolós vonszoló.

A kivitelezéshez megfelelő partnert találtam Káldy József személyében, akinek az irányításával a Mecseki EFAG Műszaki Erdészeténél elkészült a mintadarab. A markolót lomb és fenyő törzskiválasztó gyérítésekben kiprobáltuk Rába 15 és TZ-4 K-14B kistraktorokkal is.

A traktor üresjáratban, a kijelölt közelítőnyomon bemegy az állományba, ahol kis méreténél fogva könnyen meg tud fordulni, majd rátolat az előközéltett hosszúfa rakatra, és rámarkolva, felveszi azt. Az előközéltett faanyagot nem szükséges ászokfára helyezni, hiszen a markolóval megfogható a földön fekvő rakat is.

A rakományt teherjáratban a felkészítőhelyre húzza a traktor, majd ott egyszerűen leejti, aminek következtében nincs szükség a lekapcsolás műveletelemre.



Érdekességként megjegyzem, hogy egyik bemutatónkon – a markolós kistraktor teljesítőképességét bizonyítandó – 7 m hosszú, 0,5 m³ térfogatú rönköt vonszoltattunk vele. A traktor sáros talajon minden megerőltetés (hátrabilenés) nélkül vitte a hozzá képest hatalmas darabot. Száraz talajon ugyanezzel a darabbal a legnagyobb sebességfokozatban haladt.

3.1.5.2 Csúszda

A csúszdával történő közelítés igen régen ismeretes már az erdőgazdálkodásban. Legrégőbbi formái a fából készült csúszdák különböző változatai voltak, majd lemezből és – újabban – műanyagból készült csúszdák kerültek alkalmazásra. A 2-4 m-es elemekből álló „vályúszerű” (nem félkör-keresztmetszetű) csúszdák kézzel, vagy csörlővel juttathatók a vágásterület széléről a helyszínre.

A faanyagot kézi vagy lovas eszközökkel történő előközéltéssel lehet a csúszda-nyomvonalak mellett koncentrálni. Tipikus alkalmazási területe a csúszdás közelítésnek, amikor egy platóról vagy nehezen megközelíthető erdőrészből (esetleg más erdőrészeket át) kell a faanyagot a gyűjtőhelyre eljuttatni. A faanyag hossza 1-4 m között változhat, amit a csúszdához való előközéltés után kézzel (rövidebb választékok) vagy capinnal (hosszabb választékok) kell a csúszdába helyezni, és lendületet adva neki, lecsúsztatni.



A csúszás elősegíthető vízzel, de semmiképpen nem a csúszdába öntött olajjal! Fontos a csúszda lejtéskiképzése, és – ívekben – a megfelelő oldalirányú döntése, ami alátétfákkal és kitöltésekkel oldható meg, és a fa csúszdából való kiugrását akadályozza meg.

Az állomáson (kidobóhelyen), a faanyag védelme érdekében gallyterítés használható, és gallyborítással védhető meg az esetleges sérülésnek kitett álló fák is. A kidobóhelyen a faanyag összegyűjtése csak a csúsztatási szünetekben történhet, amelynek érdekében különösen fontos a csúszda két végén dolgozó emberek jelváltási lehetőségének biztosítása (összelátás, hangjel, rádiókapcsolat).

Előnye, hogy a megfelelő faanyag-koncentráció esetén üzemeltetése olcsó, hátrány ugyanakkor – a korszerű műanyag konstrukciónál – hogy beszerzése drága.

Kísérleteink során egy alkalommal tudunk csúszdát építeni, egy bányától kölcsönkapott surrantó felhasználásával.

3.1.5.3 Egyéb kiségek

A törzskiválasztó gyérítésekben alkalmazható kiségek közül az alábbiakkal foglalkoztam kísérleti, esetenként kipróbálási, máskor csak bemutatói szinten:

- Kisméretű csörlős vonszolók. Magyarországon is kapható volt az 1980-as években a DFU-451 típusú, NDK gyártmányú csörlős vonszoló, amit soros fenyő törzskiválasztó gyérítésekben próbáltunk ki. Technikai gyengesége ellenére használható gépnek bizonyult. Hosszúfa mozgatására és (egy rászertelt rakodókeret segítségével) rövid faanyag közelítésére is használtuk. Vállalkozó fakitermelőink körében még ma is vannak működő DFU traktorok. Ugyanebbe a kategóriába tartoznak a japán Iwafuji gépek. T 30-as típusukat egy bemutató alkalmával, és Ausztriában végzett munkatanulmány közreműködőjeként vizsgáltam.
- Földi irányítással működő kistraktorok. Megnevezésük mögött az húzódik, hogy ezekre a gépekre nem ülhet fel az ember, hanem mellettük, a földön járva vezetheti azokat. Magyarországon ennek a kategóriának a kerekes, Skogsmyran (erdei hangya) elnevezésű, vezetőrúddal működtethető eszköz volt az első fecskéje. Ennek az elvnek a továbbfejlesztéséből született meg a gumilánctalpas vasló, amit a Husqvarna cég gyártott, és amelyből 4 db került be az országba. A vaslóval több bevetésen is dolgoztam, és bemutatókat is tartottam. Az eredetileg hosszú fa vonszolására vagy kihordására készített utánfutóját, terveim szerint átalakítottuk méteres anyag mozgatásához is alkalmas kivitelűre. A vasló kiválóan alkalmas száradéktermelésben, vastagabb faanyag közelítésére is. Egyik kísérleti munkánk során kaptuk azt a szakvéleményt a Fertő–Hanság Nemzeti Park akkori szakértőjétől, *Csapody Istvántól*, hogy a vaslóval végzett közelítés kiválóan alkalmas természetvédelmi területeken végzendő munkákra is. Ugyanebbe a kategóriába tartoznak a Yanmar gumilánctalpas kistraktorok, amik elsősorban hosszú anyag mozgatására megfelelőek.
- Motorfűrész-motorral működő csörlők. Egy előközelítési kísérletben volt alkalmam kipróbálni a Multi KBF nevű csörlőt. Nagy előnye, hogy egy személyautó csomagtartójában elfér, és egy fához kikötve, vonszolósos közelítés végezhető vele. A kísérletben legjobb eredményt a Multi KBF csörlőnek közelítő papuccsal való kombinálásakor értem el.
- Mini kötélदारu. Ez az eszköz a régi nyugat-stájerországi kötélदारu-elv felújításának eredményeként alakult ki. Az ötletet az osztrák Ort-i erdészeti szakiskola oktatói karolták fel, és az általuk szerkesztett kötélदारuval vettek részt több bemutatonkon is. A tartókötelet álló fákra feszítik fel, minden rögzítésnél, horgonyzásnál fakímélő hevedereket alkalmazva. A futókocsi rendkívül egyszerű és könnyű, háromcsigás szerkezetű. A vonókötél egyúttal a teheremelő is, mozgatását Multi KBF típusú csörlő végzi. A kötélदारu alapkivitelben csak hegynek felfelé történő közelítésre alkalmas, kiépíthető azonban visszahúzóköteles rendszerű változat is. A rakatfelvétel helyén történő megállást a tartókötélre kapcsolt karabiner szolgálja, amelyet a kötéllal egy fához rögzítenek. A kötélदारu nagy előnye szinte primitív egyszerűsége (kevés



meghibásodás), állománykímélő volta, és az a tény, hogy egy személygépkocsiban szállítható.

A mini kötédaru felépítését és működtetését a Kötélpályák–kötédaruk c. tantárgy keretében ma is rendszeresen végezzük az erdőmérnök-hallgatókkal.

3.1.6 Származás-azonosítás, minőségbiztosítás

A minőségbiztosítás keretén belül fontos kérdés, hogyan oldható meg fatermékek esetében a származás – és ezen keresztül a minőség – egyértelmű azonosítása.

A Magyarországon jelenleg elterjedten alkalmazott faanyagjelölés (méretek, minőség, eredet feltüntetés a hengeresfa бүтүjén) módszerei a következők:

- Zsírkrétával végzett feliratozás (legelterjedtebb)
- Számozókorongos jelölés
- Zsírkrétás feliratozás, kerületjelző kalapácsos jelöléssel
- Festékes jelölés
- Előbbiek kombinációi

A zsírkrétás jelölés nem elég időjárásbiztos, egy idő után nehezen olvasható, és az olvashatóságot nehezítheti a feliratozó személy írásmódja is.

A számozókorongos jelölés – külön ráfestés nélkül – csak nehezen látható, és az eredet jelölésére csak többszörös fordítással (gravírozás) tehető alkalmassá.

A festékes jelölés jól látható ugyan, de alacsony információ-tartalommal rendelkezik, a méretek feltüntetésére pedig nem alkalmas.

A faanyag egyértelmű azonosítására, valamint a származás – ezen keresztül a minőségbiztosítás – világos megjelölésére legalkalmasabbak a műanyaglapkás számozórendszerek. A beütőkörmökkel vagy beütőcsapokkal ellátott, színes, tetszés szerint feliratozható, tetszés szerinti emblémával ellátható, sorszámozott műanyag lapkákat – adagolótár és speciális beütőkalapács segítségével – a hengeresfa (esetleg fűrészáru) бүтүjébe kell ütni.

A бүтүben rendkívül erősen horgonyzó lapkák végigkísérik az adott termékdarabot a feldolgozásig, jól láthatóan és egyértelműen azonosítva azt.



A lapka tartalmazhat az eredetre vonatkozó jelzést (logo, címer stb.) is, ezáltal alkalmas a fatermék minőségi azonosítására.

A mellékelt látható lapkához hasonlóan megjelölhetők lennének a magyar fatermékek a „MAGYAR FA” felirattal, és az ehhez illő emblémával (logóval).

A lapkán lévő – az adott termékdarabot azonosító – sorszám a nyilvántartásokban (felvételi jegyzék stb.) is szerepel, a hozzátartozó méreti és minőségi adatokkal együtt.

Korszerűbb megoldás a lapkás számozó-rendszerekhez kapcsolódó számítógépes terepi adatrögzítés és elektronikus adattovábbítás ill. feldolgozás. A Nyugat-Európában már létező komplex rendszerek megvizsgálását és Magyarországon történő bevezetésének előkészítését szükségesnek tartom.



3.1.7 Harveszterek műveletei

A döntést, gallyazást, darabolást és előközelítést végző harveszterek (teljes kitermelők) már az 1970-es években alkalmazásra kerültek a döntés, gallyazás, darabolás (elődarabolás), előközelítés műveleteinek megoldására. A mai formájú daruharveszterek 1985-ös megjelenése óta már a harmadikból a negyedik generációba való átmenetét figyelhetjük meg. Fejlődésüket és elterjedésüket nagyon meggyorsították a Nyugat-Európán végigsöpörő hatalmas viharok: Wiebke, Lothar.

A harveszterek – korábbi elnevezéssel fakombájnok – vagy teljes kitermelők neve hallatán sokáig, sok emberben a kíméletlenség jelent meg társult fogalomként. Mára ez a kép árnyaltabb lett. Normál esetben a harveszterek állomány- és talajkímélő módon dolgoznak. *Höfle (2002)*. A modern kerek harveszterek kedvező talajviszonyok mellett kb. 25 %-os lejtőig, a lánctalpas harveszterek pedig 50-60 %-os lejtőkön is képesek dolgozni.

Magyarországon ugyancsak az 1970-es években találkozhattunk (fenyőben és nemesnyárasokban) az első harveszterekkel. Ezek ún. „többfogású” megoldásokkal működtek. Később sokáig úgy gondoltuk (jómagam is ezen a véleményen voltam egészen a közelmúltig), hogy a mi állományviszonyaink között nincs helye ennek a – fenyőre kialakított – megoldásnak.

A daruharveszterek megjelenése sem változtatott ezen a véleményemen. Az elmúlt évben azonban Németországban és Ausztriában is volt alkalmam megfigyelni a daruharveszterek lombos (elsősorban bükkös) állományokban végzett munkáját. A lombos fák felkészítésénél természetesen gyorsabb a gép – főleg a harveszterfej – elhasználódása. Bizonyos technikai trükkökkel is élni kell: hegyes szögben álló ágak levágásához meg kell fordítani a fát, és a vékonyabb vége felől kell folytatni a gallyazást. Ezek ellenére, a magas munkabéreköltség-arányok miatt, Nyugat-Európában lombos állományok gyérítéseiben is használják a daruharvesztereket.

Annak ellenére, hogy fenyves állományokban való alkalmazásra tervezték őket, „a legnagyobb harveszterek lombos állományokban is bizonyítottak”. *Höfle (2002)*.

3.2 Emberi tényező

Egy magyarországi hetilap közölte 2003 februárjában a következőket: Szakemberek egy csoportja sorra vette a szakmákat, rangsorolta az elvégzendő feladatok nehézségét, a munkakörülményeket, a dolgozóra nehezedő felelősséget és a baleseti statisztikákat. Ezek szerint, a legveszélyesebb foglalkozások a következők:

1. Alaszakai rákhalászok
2. Bányászok
3. *Fakitermelők*
4. Haditudósítók
5. Tűzszerészek
6. Repülőgép-anyahajók fedélzeti tisztjei
7. Berepülőpilóták
8. Tűzoltók
9. Kaszkadőrök
10. Toronyházak magasépítői

3.2.1 Baleseti oktatás

A finn és a magyar erdészeti kutatóintézetek közötti együttműködés keretében, 1987-ben közreműködtem a fadöntésnél előforduló baleseti veszélyhelyzetek vizsgálatában. Arra kívántuk választ kapni, hogy a döntés mely műveletelemeinél lehetnek „majdnem balesetek”, milyen kiváltó okai vannak ezeknek, és hogy lehet elkerülni vagy csökkenteni a balesetveszélyt.

A finn kollégákkal közösen kidolgoztunk egy – videotechnikán alapuló – felvételi módszert. A mindkét országban előforduló erdei fenyő fajt választottuk a művelet tárgyának, amelyből vékony ($D_{1,3}=10-15$ cm) és vastag ($D_{1,3}=30-40$ cm) törzsek döntését vizsgáltuk.

Az adatgyűjtés során felvettük a döntésre kerülő fák, az alkalmazott motorfűrész és a döntést végző munkás(ok) adatait. A munkásoknál, a szakképzettség, a tapasztaltság (motorfűrész munkában töltött idő), a korábbi balesetek rögzítése mellett, megfigyelés alapján beírtuk azt is, hogy kockázatos vagy megfontolt típusú-e az ember.

Az adott országban szokásos módon végzett 40 db döntésről – a képmezőben a fa azonosító számát és futó stopperórát mutató – videofelvételeket készítettünk, majd ezeket kölcsönösen, de külön-külön, később pedig közösen kiértékeljük.

A kiértékelés során rögzítettük:

- A veszélyes műveletelem(eket) (pl. átállás döntővágáshoz),
- a veszély időpontját (a futó óra alapján),
- a veszély okát (pl. motorfűrész ellenőrizetlen mozgása = visszacsapódás),
- a veszély típusát (pl. ütés v. vágás a motorfűrész által),
- a veszélyhelyzetet befolyásoló tényezőket (pl. futó lánc mozgás közben),
- a veszélyeztetett testrészt (pl. bal lábszár),
- az esetleges sérülés jellegét (pl. csontot érő vágott vagy zúzott seb), és
- a sérülés megakadályozására vagy enyhítésére alkalmas személyi védőeszközt (pl. vágásbetétes nadrág).

A közös kutatás eredményei közül az alábbiakat emelem ki:

- A magyar munkások „elkapkodják” a döntést. A vékony fákat fele annyi idő alatt döntik ki, mint a finnek, és a vastag törzsek döntésére is kevesebb időt fordítanak a finneknél. Az időkülönbség okai: A magyarok nem végzik el a fakörnyék megtisztítását, a finnek igen. A finnek vékony fáknál is készítenek hajkot, a magyarok esetleg csak egy hajkvágást.
- Gyérítésekben a törzsek 4 %-a akadt fenn a finneknél, a magyaroknál ezzel szemben 40 %. Ez egyrészt következménye az előbb említett kapkodásnak, másrészt a hektáronkénti törzsszám-különbségből ered. A finn erdők ritkábbak!
- Helytelen fűrészindítás többször fordul elő a finneknél, mint a magyaroknál.
- A fakörnyék megtisztítása közben csak a finneknél fordult elő veszélyhelyzet. A magyaroknál nem is lehetett, hiszen elhagyták ezt a tevékenységet.
- Hajk készítése közben – főleg a vastag törzseknél – kétszer annyi veszélyhelyzetet rögzítettünk a magyaroknál, mint a finneknél. Az ok: kétszemélyes döntésnél a magyar munkások sokszor egymásra figyelnek (jó-e már a hajkfenékvonal iránya stb.).
- A fűrész járó láncsal történő átemelése döntővágáshoz, tipikus hiba mindkét országban, és főleg vékony törzsek döntésénél jellemző.

- Döntővágás közben jóval több veszélyhelyzet adódott a magyaroknál, és ezek oka a döntést segítő munkás egyes testrészeinek (kéz, láb) túlzott közelsége a járó láncú fűrészhez.
- A fa földre juttatása és a fától való eltávolodás közben a magyarok, vékony fáknál háromszor, vastag törzseknél kétszer annyi esetben kerültek veszélyhelyzetbe, mint a finnek. A fák földre juttatásához a finnek általában döntő-emelőt használnak, a magyarok azonban a vékony törzseket többnyire pusztán kézzel nyomják le (csak ritkán használják a döntővillát), a vastag törzseknél pedig egyszerűen nem távolodnak el a tőtől, hanem onnan nézik, hogyan dől a fa. Ebben még az is szerepet játszik, hogy a magyarok a dőlés megindulása után is tovább fűrészelnék (sokszor átvágva a törési lécet is).
- A törzsenkénti veszélyhelyzetek száma vékony fák esetén a finneknél 1,5, a magyaroknál 2,3. Ugyanez méretes törzseknél a finnek esetében 1,3, a magyaroknál 1,6.
- Átlagosan a finnek törzsenként 1,4-szer voltak veszélyhelyzetben, a magyarok pedig 1,9-szer.

Összefoglalva megállapítható, hogy a balesetveszélyes fadóntési munkában nem lehet kapkodni, szakszerű, nyugodt, fegyelmezett, lehetőség szerint egyszemélyes munkavégzésre van szükség. A vágásbetétes nadrág viselése elkerülhetetlen.

A közös kutatás folytatására (a fakitermelés további műveleteinek vizsgálatára) mindkét fél részéről megvolt a szándék, anyagi lehetőségek hiányában azonban abbamaradtak a munkák.

3.2.2 Munkásvédelmi felszerelések

Az Erdészeti Biztonsági Szabályzat (EBSZ), amely a 15/1989. (X. 8.) MÉM rendelettel 1990. január 1.-én lépett hatályba, a következő egyéni védőfelszereléseket írja elő a fakitermelésben dolgozók számára:

- Védősisak (motorfűrész és kézi döntésnél erdészeti, egyéb munkáknál ipari védősisak).
- Arcvédő (kéziszerszámos munkák és döntőgéppel végzett döntés kivételével).
- Fültok vagy füldugó (kéziszerszámos munkák kivételével).
- Védőkesztyű (motorfűrész munkáknál bélelt védőkesztyű).
- Védőruha, amely az évszaknak megfelelő, zárt és testhez simuló. Motorfűrész munkához a védőruha vágás elleni betétrel legyen ellátva.
- Vízzel nem áttörhető kabát.
- Védőlábbeli, amely csúszásálló talpú és orrmerevítő.
- Biztonsági öv és biztonsági (értsd borulásbiztos) fülke, döntő- és többcélú gépeknél.

A bélelt védőkesztyűt feltehetően a motorfűrész vibráció miatt írja elő az EBSZ, de a korszerű fűrésznek már sokkal kisebb a vibrációja, mint a szabályzat írásának idejében volt, így a bélelt védőkesztyűről azt lehet mondani, hogy jó, ha van, de nem elengedhetetlen. Ugyanakkor érdekes, hogy motorfűrész védőkesztyűre nincs, erdőművelő kéziszerszámos védőkesztyűre viszont van magyar szabványelírás.

Az egyik legfontosabb védőfelszerelést azzal intézi el az EBSZ, hogy "motorfűrészrel végzett munkához a védőruha, vágás elleni betétrel legyen ellátva". A vágásbetét milyenségéről, elhelyezéséről semmiféle magyar előírás nem intézkedik. Az európai előírások a motorfűrészrel dolgozók nadrágjához követelik meg a vágásbetétet, igen szigorúan szabályozva annak elhelyezkedését és a vele szembeni követelményeket.

Motorfűrész munkában használt védőlábbelínél az európai előírások tartalmazzák a vágásbetét alkalmazását is, az EBSZ azonban nem ír elő ilyesmit.

Védősisak arcvédővel és fültokkal.

A komplett erdészeti védősisak az erdészetben (elsősorban a motorfűrész munkában) használható védőeszköz, amely a fej leeső tárgyak (faágak stb.) elleni védelmére, a fül zaj (kétütemű, benzinmotoros, kézi használatú motorfűrészek) elleni védelmére és az arc, pattanó, szilárd szemcsék (faforgács stb.) elleni védelmére szolgál. A védősisakok a következő anyagokból készülhetnek:

- Bőr (ilyen volt a régi bányászokobak)
- Könnyűfém (alumíniumból készültek az első hazai erdészeti sisakok)
- Textilbakelit (vagdalt textillel erősített sajtolt fenoplaszt anyagú, ma már nem használják)
- Telítetlen poliészter, üvegszövet erősítéssel (kiváló mechanikai tulajdonságú, de főleg régebben igen nehéz volt, mint pl. az ERTI 1970-es védősisakja)
- Polikarbonát ill. polikarbonát üvegszál-erősítéssel (nagyon jó szilárdsági, termikus és villamos tulajdonságú, de drága)
- Polietilén (olcsó, de éghető és oxidációval szemben érzékeny)
- ABS vagy akril–nitril–butadién–sztirol polimerkeverék (olcsó, jó szigetelő-képességű).

A korszerű és az európai előírásoknak megfelelő erdészeti védősisakok polietilénből ill. többségükben ABS-ből készülnek. Fontos tudni, hogy mivel mindkét anyag érzékeny az UV sugárzásra, használhatósági idejük 2-3 évre korlátozott.

A sisakra szerelt arcvédőket általában műanyag- (poliamid) vagy fémhálóból készítik, különböző lyukbősséggel. Minél nagyobb azonban a lyukbősség – ami jobb átláthatóságot eredményez –, annál könnyebben áthatolnak a hálón az aprószemcsés anyagok (fűrészpor stb.). Ezt a problémát megoldaná a plexi (v. acetát) arcvédő, amit azonban az erdészetben semmiképpen nem javasolhatunk használatra, mivel párasodik, karcolódik és így hamar szinte átláthatatlanná válik.

A fültok (esetleg füldugó vagy vatta) nem baleset, hanem a vegetatív idegrendszer károsodása ellen védő eszköz. A zaj esetén az a legnagyobb probléma, hogy mivel az ember nem mindig érez fájdalmat a nagy zajszintek hatására, nem értékeli megfelelőképpen a veszélyt. A hanghullámok rezgésszámának (frekvencia) függvényében kifejezett hangnyomásszint /dB(A)/ értékeit kell a védőeszköznek az elviselhető szint (pl. 1000 Hz-nél 85 dB(A) érték) alá csökkenteni. Mivel a motorfűrész hangnyomásszintje 125 és 8000 Hz frekvenciaértékek között kb. 100-110 dB(A) hangnyomásszintet ér el, olyan zajvédő eszközre van szükség, amely ebben a frekvenciatartományban legalább 20 dB(A) zajcsillapítást biztosít.

Védőkesztyű

A védőkesztyűk olyan munkákban használandók, ahol a kezét mechanikai, hő- és vegyi ártalmak ellen szükséges védeni. A kesztyűnek munkavégzéskor lehetővé kell tennie a kéz szabad mozgását. Elvileg vibrációcsökkentő betéttel (a tenyérrészen szivacsbetét) ellátott védőkesztyűk lennének szükségesek a motorfűrész munkában. A gyakorlatban azonban a gumírozott, kötött kesztyűtől a bőrkesztyűkig, nagyon sokféle kesztyű áll rendelkezésre, de közülük keveset hordanak a fakitermelők.

Munkazubbony

Az erdészetben a munkazubbony csak az időjárás viszonyosságok ellen van védelmi szerepe. Fontos azonban a kényelmes viselet mellett, a vállrész feltűnő színezése, hogy a munkást 30-60 m-ről is megláthassák társai (döntésnél kétszeres fahossznyi távolság).

Védőnadrág

A vágásbetétes védőnadrágok az erdészetben a motorfűrészsel végzett munkákban használható védőeszközök, amelyek a láb motorfűrészláncal történő vágás elleni védelmére szolgálnak. Tökéletes védelmet csak igen speciális öltözék (pl. páncélruha) biztosítana, amiben viszont nehezen lenne elképzelhető a munkavégzés. Az első vágásbetétek a nadrágszárba belülről befüggesztett, sokrétegű nylonbetétek voltak, abból a megfontolásból, hogy több réteg átvágása több időt vesz igénybe, mely idő alatt észbe kaphat a dolgozó, hogy már nem a fát vágja a fűrész. Az alapelv tulajdonképpen ma is részben ez maradt. Később szívesen alkalmazták az autóversenyzésből (versenyzők maszkja) átvett kevlar anyagot, amely nemcsak nehezen ég – ezért használják az autóversenyzők –, hanem nehezen is vágható. A kevlar ma már visszaszorult, de a lábbelik vágásbetétjének anyagaként még előfordul. Ma legelterjedtebben tíz-tizenhárom rétegű, speciális (nylon, gyapjú ill. poliészter-féleségek) anyagú vágásbetéteket használnak. A védőmechanizmus leírása a 3.2.3. fejezetben található. Az Engtex néven ismert anyag a legnépszerűbb.



Védőlábbeli

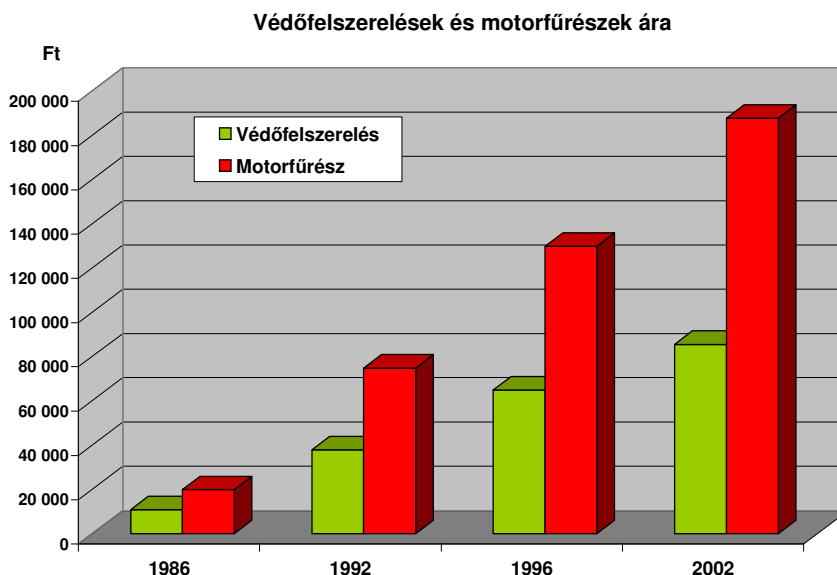
A védőlábbeli olyan védőeszköz, amely az elcsúszás és mechanikai ártalmak elleni védelemre szolgál. Az erdészetben bakancsok és gumicsizmák használatosak, ez utóbbiak azonban csak kifejezetten vizes körülmények között jelentenek célszerű viseletet. A csúszásgátló talp teszi lehetővé a biztos állást, az orr-részben elhelyezett acélbetét a lábujjakba történő belevágást akadályozza meg, a nyelvrészbe épített vágásbetét pedig a lábfej biztonságát szolgálja. Újabban terjedőben vannak az ún. mondopoint rendszerű lábbelik, amelyeket nemcsak a hagyományos lábhosszméret, hanem a láb hossz és a lábszélesség szerint készítenek méretre, így jobban illeszkednek az egyedi igényekhez.

A felsorolt személyi védőeszközök azonban a fakitermelésben dolgozó magyar munkások között még mindig nem elég elterjedtek. Logikusan végiggondolva, szinte érthetetlen, hogy felnőtt emberek szándékosan tönkreteszik az egészségüket azzal, hogy nem viselik a védelmüket szolgáló felszereléseket. Olyan ez, mint amikor egy katona – a lövészárokból felállva – az ellenség elé állva kiabálja, hogy ide lőjtek.

Az alábbiakban összefoglalom ennek a furcsa magatartásnak az okait:

- Veszélyérzet hiánya. A veszélyes körülmények között dolgozó emberek többsége egyszerűen nincs tudatában a veszélynek. Ez az állapot mindaddig tart, amíg velük, vagy közvetlen környezetükben valaki mással nem történik baleset.
- Velem ez nem történhet meg. Még, hogyha más ember balesetet szenved is, sok ember úgy gondolja, hogy vele ez nem történhet meg, mert ő ügyesebb, jobban tud magára vigyázni.
- Nem szokták meg. Sok ember úgy kezdett dolgozni, hogy nem volt személyi védőfelszerelése, így annak viselését nem szokta meg. Ilyen esetekben nagyon nehéz rászoktatni valakit, hogy olyan dolgokat "aggasson magára", amik számára fölöslegesnek tűnnek.
- Teljesítményhajszolás. Nem érünk rá ilyen dolgokkal foglalkozni, mert akkor nem teljesítünk, és nem keresünk semmit, mondják sokan. Mivel munkájukat az elért teljesítmény szerint értékelik, ez az egyetlen szempont vezérli őket.
- Hátráltat a munkában. Sokan azt mondják, hogy a védőfelszerelések nehezítik a munkavégzésüket. Például a fültok használatakor nem hallanak meg olyan zajokat (ágreccsenés stb.), amik fontos információt jelentenek a fa viselkedéséről. Ez részben igaz is, de csak akkor, ha valaki ehhez szokott hozzá.

- Kényelmetlen. A személyi védőfelszerelések kialakításánál örök probléma a védőhatás fokozásának és a viselési kényelemnek együttes kielégítése. Általában minél nagyobb a védőhatás, annál kényelmetlenebb a viselés. A vágásbetétes nadrágoknál pl. a védőhatás fokozható a vágásbetét rétegszámának növelésével, ami azonban a nadrágot nehezebbé és melegebbé teszi. Olyan kompromisszumra van tehát szükség, amely még kielégítő védelmet jelent, elviselhető kényelmetlenség mellett.
- Az erdőszetben – és azon belül különösen a fakitermelési munkában – használatos személyi védőfelszerelések először Skandináviában terjedtek el, így a legtöbb gyártó ill. forgalmazó még ma is főként skandináv. Ebből következően a ruhák az ottani éghajlati viszonyokhoz szabottak. Mivel hazai klimatikus viszonyaink némileg eltérnek Svédországtól, az ottani védőruházatok többsége eleve nem komfortos a magyar munkások számára, a nyári időszakban.
- Bürokratikus nehézségek. A fakitermelésben használatos speciális védőeszközök zömét Magyarországon nem gyártják, mivel nagyszériás gyártáshoz kicsi a felvevőpiac. Ezért jelenleg csak importból lehet beszerezni a vágásbetétes nadrágokat. A külföldről való beszerzést azonban a jelenlegi szabályozók erősen hátráltatják. Az európai előírásoknak mindenben megfelelő védőeszközök esetében is különféle engedélyek és munkavédelmi minősítés alóli felmentés (ami gyakorlatilag ugyanúgy zajlik, és szinte ugyanolyan drága, mint maga a minősítés) szükséges. Ezek jelentősen megdrágítják a védőfelszereléseket.
- Drága. Ma különösen igaz az, hogy az alacsony vállalkozói díjakból nem tudják kitermelni a védőfelszerelés árát, és sok – számukra fontosabb – helyre kell előbb elkölteni a kevés pénzt. De a védőfelszerelés ma sem tekinthető drágának. Ennek illusztrálására mellékelek egy ábrát, amely a védőfelszerelések és a 70-80 cm³-es motorfűrészek átlagos bruttó árát mutatja 1986 és 2002 között. Egy komplett védőfelszerelés egy motorfűrész árának kb. a feléért vásárolható meg. Azt hiszem, az egészségég megér egy fél motorfűrész.



10. ábra Védőfelszerelések és motorfűrészek ára

A megoldást egyrészt az oktatás, tájékoztatás növelése jelenti. Rendszeres oktatásban, továbbképzésben kell részesíteni a dolgozókat, ahol oktatófilmekkel, baleseti helyzetek bemutatásával lehet tudatosítani bennük egészségük és testi épségük védelmének fontosságát. Ide tartoznak a tájékoztató kiadványok is, amelyekre jó példa az osztrák

parasztok szociális biztosítóintézetének kiadványsorozata. Nálunk is hasonlókra lenne szükség.

Ugyancsak fontos a bürokrácia egyszerűsítése. A munkásvédelmi felszerelések importját az engedélykötelezettségek helyett, támogatásban kellene részesíteni. A munkavédelmi minősítésnél automatikusan és ingyenesen el kellene fogadni az európai előírásoknak (CE) megfelelő, hiteles minősítő intézetek által megvizsgált védőeszközöket.

3.2.3 Vágásbetétvizsgálat

A fakitermelésben a legveszélyeztetettebb testrész a láb. Ezért van különös jelentősége a vágásbetétes nadrágok viselésének. Mivel az emberek többsége jobbkezes, a bal lábat érik leginkább a sérülések (39%).

A ma legelterjedtebben használt vágásbetétek védőmechanizmusa a következő:

A nadrágszárak első felén bevarrt vágásbetétből a belekapó fűrészlánc hosszú szálakat húz ki, amely szálak eltörik a vezetőlemez hornyát és feltekerednek a csillagkerékre. Így egyre nagyobb területen történő járásra kényszerítik a fűrészláncot, amely egy ideig nyúlik, majd lefékeződik. Meghajtott láncsal természetesen a sokrétegű vágásbetétek is átvághatóak, de ha az átvágási idő több mint 0,5 sec, az anyag már használhatónak tekinthető.

A vágásbetétek megfelelőségi vizsgálata a következőképpen történik:

A speciális vágásbetéttel ellátott nadrágokat, 60° C-on történő háromszori kimosás után a lábat helyettesítő hengeres fára húzzák, majd laboratóriumi körülmények között, 20 m/s láncsebességű, elektromotorral hajtott fűrészláncsal belevágnak. A vágás megkezdése pillanatában szabadonfutóvá tett láncnak nem szabad átvágnia minden réteget a vágásbetét anyagából.

3.2.4 Emberi teljesítmény optimalása

A nevelővágásokban dolgozó kihordó vontatók jobb kihasználásának érdekében végzett, különféle előközelítési módszerek vizsgálatával foglalkozó kísérletünk során egy véletlen szolgált az alábbi eredmény megszületésének alapjául. *Gólya (1984)*.

A kísérlet végén észrevettem, hogy az egyik vizsgálati parcellában jó néhány, 3-4 m-es tölgy hosszúfát „bent felejtettünk”. Hogy ne hagyjunk rendetlenséget magunk után, kézi közelítő ollóval elvégeztem az előközelítést, amelyről kollégáim időfelvételt készítettek. A felvétel során külön-külön mérték az üresjárat, teherfelvételi, teherjárat és teherlerakási időket, valamint az üresjárat és teherjárat távolságokat, és a hosszúfák méreteit (hossz, középátmérő, és az ezekből számított fatérfogat).

Mivel munkavégzés közben az volt az érzésem, hogy a nehezebb darabokkal lassabban haladok, – a teherjárat távolságok azonban rendszertelen szórást mutattak – a különböző darabnagyságokra kiszámítottam az 1 m teherjárat út megtételéhez szükséges időt. A számítások a következő táblázatban láthatók.

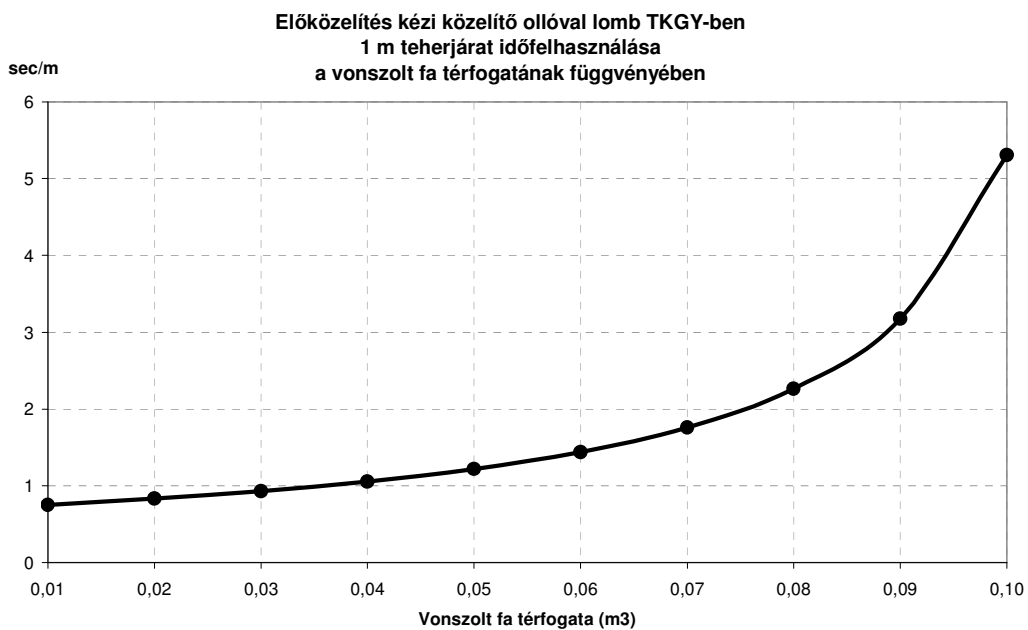


3-4 m-es hosszúfa vonszolása kézi közelítő ollóval
Fajlagos teherjárat idő elemzése

Vonszolt darab térfogata	1 m teherjárat útmegtételére fordított idő	Fajlagos útidő	1 m teherjáratra jutó teljesítmény
a	b	a/b	b/a
m ³	sec/m	(sec/m)/m ³	m ³ /(sec/m)
0,01	0,7537	75,37	0,0133
0,02	0,8331	41,66	0,0240
0,03	0,9312	31,04	0,0322
0,04	1,0556	26,39	0,0379
0,05	1,2183	24,37	0,0410
0,06	1,4402	24,00	0,0417
0,07	1,7611	25,16	0,0397
0,08	2,2659	28,32	0,0353
0,09	3,1763	35,29	0,0283
0,10	5,3097	53,10	0,0188

10. táblázat Fajlagos teherjárat idő elemzése

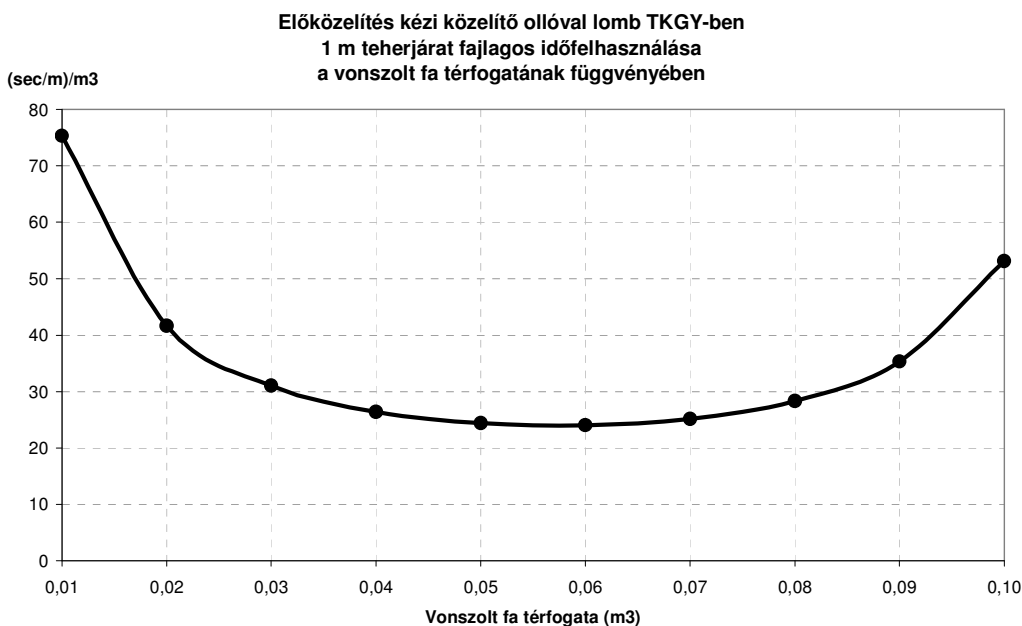
Az 1 m teherjárat útmegtételére fordított időt, a vonszolt darab térfogatának függvényében ábrázoltam.



11. ábra Teherjárat idő a vonszolt fa térfogatának függvényében

A grafikonról látszik, hogy minél nagyobb a vonszolt fa térfogata (teher), annál több idő kell 1 m útmegtételére. A teher növekedésével csökken a sebesség.

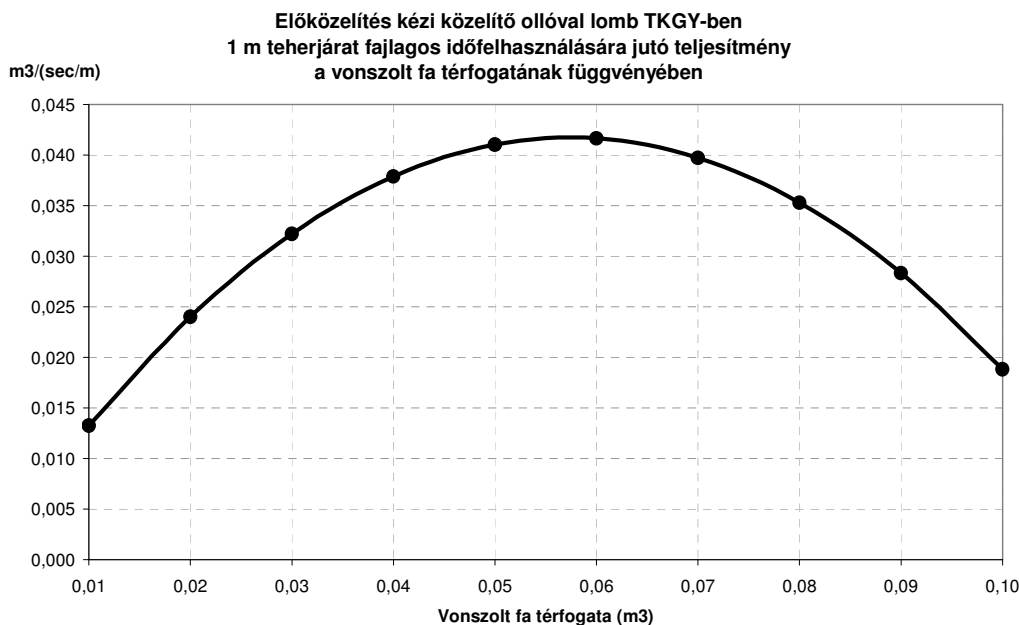
Kiszámítottam tehát a m³-re vetített fajlagos úti időt, vagyis azt, hogyan változik az 1 m útmegtételéhez szükséges, 1 m³-re vonatkozó idő a fatérfogat függvényében. A táblázat 3. oszlopának adatai.



12. ábra Fajlagos teherjárat idő a vonszolt fa térfogatának függvényében

Az ábrán látható, hogy a fajlagos úti idő előbb csökkenő, majd emelkedő tendenciát mutat. A vonszolt fa térfogatának növelése tehát bizonyos térfogatnagyság eléréséig kedvezően hat a fajlagos időfelhasználásra, a további növelés azonban már egyre nagyobb fajlagos időfelhasználással jár.

Ha az előbbi értékek reciprokát vesszük, a fajlagos teljesítményadatokhoz jutunk. A következő ábra ezt mutatja.



13. ábra Teljesítményoptimum kézi ollóval történő vonszolásnál

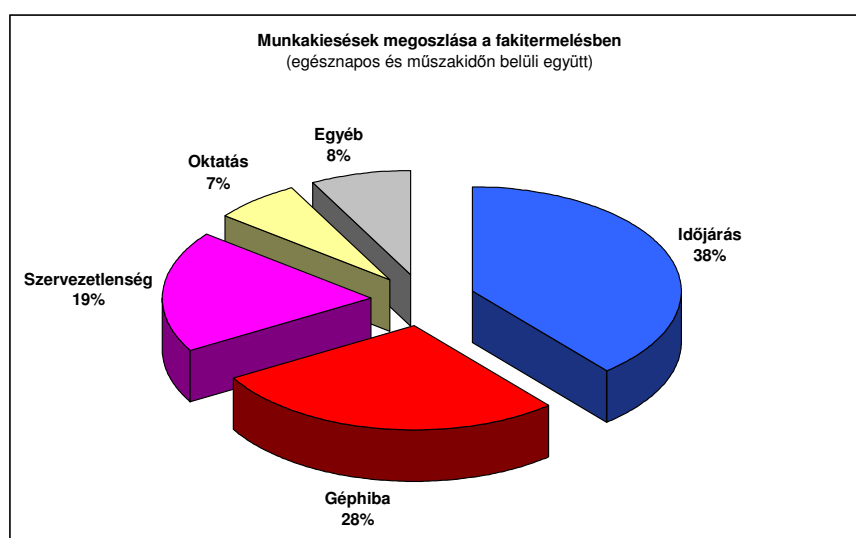
A kézi közelítő ollóval előkészítést végző embernek tehát van egy teljesítmény-optimuma. A vizsgált személyre (szerény személyem) tölgnél ez az optimum 0.055-0.060 m³/db. Természetesen egy erősebb ember esetében nagyobb, egy gyengébb esetén kisebb fatérfogatnál állapítható meg ez az optimum.

Végül megvizsgáltam, hogy milyen középátmérőnek felel meg a kiszámított darabnagyság 3 illetve 4 m-es fahosszúság esetén. A henger képletének alkalmazásával végzett számítás alapján, a vizsgált személy teljesítménye 3-4 m-es tölgy hosszúfák kézi közelítő ollóval történő előközelítésében kb. 9 cm-es középátmérőjű daraboknál a legjobb.

3.3 Munkaidőkihasználás a fakitermelésben és a közelítésben

A rendelkezésre álló munkaidőt (munkaidőalap, éves üzemórák száma) különböző okok miatt sem a munkát végző emberek (élőmunka) sem a munkát végző gépek (holtmunka) nem használják ki teljesen. A tényleges munkavégzés (hasznos idő) és a rendelkezésre álló munkaidő arányát hazánkban a munkaidő-kihasználás (P) százalékos mutatójával szokás kifejezni. Erre vonatkozóan 1982-ben nyílt alkalmam a fakitermelés területén kutatást végezni.

A munkaügyi statisztikákból nem tudtam megbízható adatokhoz jutni a tényleges munkaidő-kihasználásra vonatkozóan. Ennek oka az ilyen adatok „kozmetikázottságában” keresendő. A többi vizsgálati módszer alkalmazása azonban eredményre vezetett. Az egész napos kiesésekre vonatkozóan elsősorban a kérdőíves felmérés adataira támaszkodhattam, melyek feldolgozása, és az eredmények ábrázolása a 11. és 12. mellékletekben található. Az egész napos kiesések közül az időjárás okozta kiesés a legnagyobb arányú. A felmérés szerint 30.6 munkanap esik ki e-miatt évente. A gépmeghibásodások miatt átlagosan 14.88 napon állt a munka. A további kieső napok között érdemes figyelni az oktatás miatti kiesésre. Jóllehet frissebb felmérés elvégzésére nem volt módom, gyanítható, hogy ez az arány egy ma lefolytatott vizsgálatnál sokkal kisebb lenne. A napi munkaidőn belüli kiesésekre elsősorban a munkanapfelvételek szolgáltatott megfelelő adatokat. A számítások és az ábra ugyancsak a 11. és 12. mellékletekben található. Az egész napos kiesések képest csökkent az időjárás miatti veszteségidők aránya, 10 %-kal növekedett viszont a gépmeghibásodás miatti kiesésarány és igen jelentős mértékben nőtt a szervezetlenségre visszavezethető veszteségidők részaránya. Az egész napos kiesések adatait megszoroztam a napi műszakórák számával és 60-nal, majd elosztottam az éves munkanapok számával. Így az egész napos kiesésekből származó veszteségidők egy műszakra jutó arányához jutottam, amit már összegezhettem a napi munkaidőn (műszakidőn) belüli veszteségarányokkal. Ennek eredményét mutatja a következő ábra.



14. ábra Munkakiesések okai a fakitermelésben

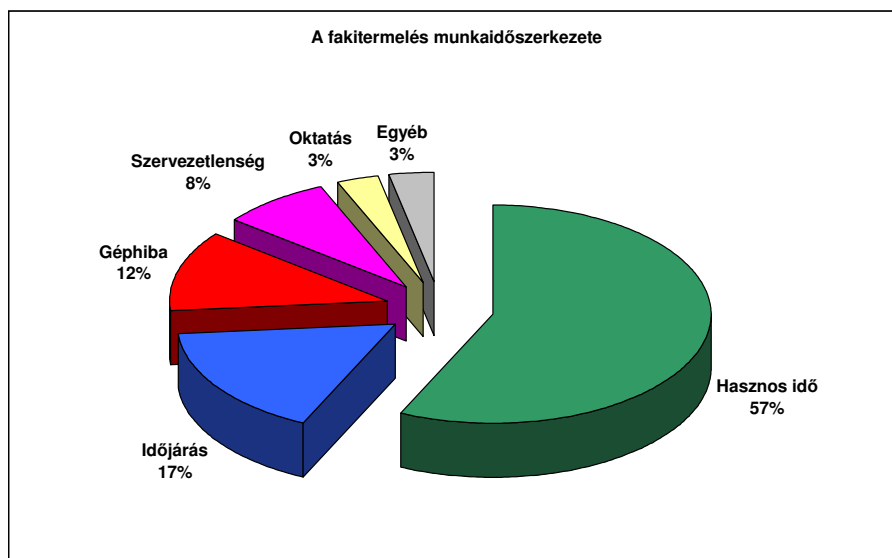
Látható, hogy az időjárás okozta kiesés a legnagyobb arányú, ezt követi a gépmeghibásodás, majd a szervezetlenség okozta veszteség.

Az egész napos kiesések ($t_{\acute{e}}$), a műszakidő (t_m), az éves munkanapok száma ($n_{\acute{e}}$) és a műszakon belüli veszteségidők (t_v) abszolút értékeiből a következő képlet alkalmazásával számítottam ki az átlagos munkaidő-kihasználtságot (P):

$$P = \left(1 - \frac{t_{\acute{e}} \cdot t_m + (n_{\acute{e}} - t_{\acute{e}}) \cdot \frac{t_v}{60}}{n_{\acute{e}} \cdot t_m} \right) \cdot 100$$

P számított értéke 56.85 %.

Most már elkészíthetem azt az ábrát, amely a hazai fakitermelési munkaszerkezetet mutatja.



15. ábra A fakitermelés munkaidő-szerkezete

A közelítő gépek elszámolásának elemzéséből a következő adatokhoz jutottam:

Közelítőgépek munkaidőszerkezete

Megnevezés	Hasznos idő	Javítás, önkezelés vonulás	Állás, kiesőidő	Összesen %
1. gép	56,10	18,50	25,40	100
2. gép	44,60	23,70	31,70	100
3. gép	70,10	14,60	15,30	100
4. gép	66,50	5,40	28,10	100
5. gép	63,50	13,70	22,80	100
6. gép	65,00	16,80	18,20	100
Átlag	60,97	15,45	23,58	100

11. táblázat Közelítőgépek munkaidő-szerkezete

A vizsgálat eredményeként megállapítható, hogy Magyarországon a fakitermelésben 56.85 %-os a munkaidő kihasználása, a közelítésben pedig ugyanez 60.97 %.

Fentiek alapján tehát elfogadható az a hazai gyakorlat, amely a munkaidő-kihasználás (P) értékét általában 60 %-ban veszi föl.

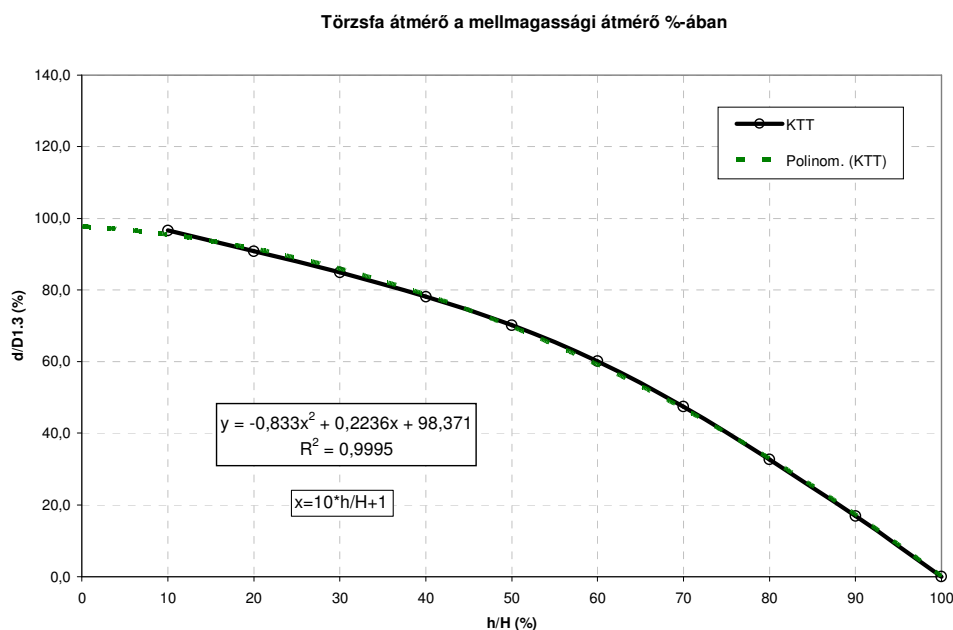
3.4 A munka tárgyának vizsgálata

3.4.1 Átlagos darabnagyság meghatározása

Az elődarabolt hosszúfák vagy az eldarabolt választékok darabnagyságát a következő módon számíthatjuk ki:

Sopp (2000) közli az egyes fafajok törzsfá átmérőjének viszonzyszámait a mellmagassági átmérőhöz képest a magasság/famagasság arányának függvényében.

Vegyük példának a KTT alaksort. A fák terpeszsége miatt csak úgy illeszthetünk megfelelő egyenletet az alaksorokra, ha eltekintünk a famagasság 10 %-a alatti értékektől. Ez azonban vizsgálatunk tárgya szempontjából megengedhető. A következő ábrán feltüntettük a KTT 10 % feletti alakSORára számított egyenletet (másodfokú polinom) is.



16. ábra KTT törzsfa átmérő a $D_{1,3}$ %-ában

A polinom illesztését Excel programmal végeztük. Ennek sajátosságaiból adódóan, az egyenletben szereplő x értékek az $x = 10 \cdot h / H + 1$ segédegyenlettel fejezhető ki. Az egyenlet függő változójának (y) helyére $d/D_{1,3}$ százalékos értékét behelyettesítve, és az egyenletet az adott famagasságnál (h) lévő átmérőre (d) kifejezve, a következő összefüggést kapjuk:

$$d_k = D_{1,3} \cdot \frac{-0,8330 \cdot \left(10 \cdot \frac{h}{H} + 1\right)^2 + 0,2236 \cdot \left(10 \cdot \frac{h}{H} + 1\right) + 98,3710}{100}$$

A törzsfa átmérőt azért jelöltük d_k -val mert az adott hosszúfadarab vagy választék darabnagyságának (térfogatának) számításához a darab középátmérőjére lesz szükségünk. Az egyenletből most már csak a h ismeretlen, ami a tőtől számított n -edik darab közepénél a következő képlettel fejezhető ki:

$$h = h_1 + h_2 + \dots + h_{n-1} + \frac{h_n}{2}$$

Vagyis az előző darabok hosszának összegéhez az adott darab hosszának felét hozzáadva kapjuk meg azt a famagasságot, amelynek az átmérőjét keressük. Az adott darab átmérőjéből és hosszából, a henger képletével kiszámítható a darab térfogata.

A mellmagassági átmérő, a famagasság és a darabhosszak, illetve választék-hosszak ismeretében ezt a sorozatszámítást mindaddig folytathatjuk, amíg az átmérő a vastagfa minimális mérete alá nem csökken.

A következő táblázatban erre mutatok példát.

Átlagos darabnagyság meghatározása

Fafaj:	Azonos hosszúságú darabok?		nem		Ha igen, a darabok átl. hossza (h_a):		m		Minimális középátmérő:		7 cm		Átlag									
KTT	Ha különböző hosszúságúak a darabok, az egyes darabok hosszúságai (h_{di}) az alábbiak:														darab							
h_{di} :	2,4 m		2,4 m		6 m		6 m		6 m		6 m		6 m		nagy-							
Darabok:	1. darab		2. darab		3. darab		4. darab		5. darab		6. darab		7. darab		8. darab		9. darab		10. darab		ság	
h:	2,4 m		2,4 m		6 m		6 m		6 m		6 m		6 m		6 m		6 m		6 m		m^3	
$D_{1,3}$	H	d_k	V_1	d_k	V_2	d_k	V_3	d_k	V_4	d_k	V_5	d_k	V_6	d_k	V_7	d_k	V_8	d_k	V_9	d_k	V_{10}	Vált
8	9,6	7,6	0,011																			0,011
10	11,6	9,5	0,017	8,5	0,014																	0,015
12	13,4	11,5	0,025	10,5	0,021	7,3	0,025															0,024
15	15,7	14,4	0,039	13,5	0,034	10,5	0,052															0,042
20	18,6	19,3	0,070	18,4	0,064	15,4	0,112	8,2	0,032													0,069
25	20,7	24,2	0,110	23,2	0,101	20,1	0,191	12,8	0,077													0,120
30	22,3	29,0	0,159	28,0	0,148	24,8	0,289	17,1	0,137													0,183
35	23,5	33,9	0,216	32,8	0,202	29,3	0,405	21,2	0,212	9,3	0,040											0,215
40	24,4	38,7	0,283	37,5	0,265	33,9	0,540	25,2	0,299	12,5	0,073											0,292
45	25,1	43,6	0,358	42,3	0,337	38,4	0,693	29,1	0,399	15,5	0,114											0,380
50	25,8	48,5	0,443	47,1	0,418	42,9	0,867	33,1	0,517	18,8	0,167											0,482
55	26,0	53,3	0,536	51,8	0,506	47,3	1,053	36,7	0,633	21,2	0,211											0,588
60	26,1	58,2	0,637	56,5	0,602	51,6	1,255	40,1	0,758	23,3	0,256											0,702

Átmérők cm-ben, hosszúság m-ben, térfogat m^3 -ben. $D_{1,3}$ és H adatok Sopp: Fatömegtáblák 26. old.

Azonos hosszúságú darabok esetén h_a értékével, eltérő hosszúságú darabok esetén h_{di} értékeivel történik a számítás.

Az egyes darabok középátmérőjének (d_k) számítási képlete

$$d_k = D_{1,3} * (-0,8330 (10*h/H+1)^2 + 0,2236 (10*h/H+1) + 98,3710) / 100$$

A képletben $D_{1,3}$ a mellmagassági átmérő, H a famagasság, h pedig az adott darab közepének távolsága a vágáslaptól.

A másodfokú polinommal számított képlet csak a famagasság 10 %-a fölött használható!

12. táblázat Választékok átlagos darabnagyságának számítása (eltérő hosszak)

A darabok különböző hosszúságúak (2.4 m, 2.4 m, 6.0 m, 6.0 m stb.). A minimális középátmérőt 7 cm-ben vettem fel, mivel 5 cm csúcsátmérő felett termelhető vastagfa.

20 cm mellmagassági átmérőnél és – famagassági görbe szerint – 18.6 m famagasságnál, a 3. darab (ami 6 m hosszú) középátmérője 15.4 cm, térfogata pedig 0.112 m^3 . Az ilyen mellmagassági átmérőjű és famagasságú fákból kikerülő négy darab választék illetve hosszúfa átlagos darabnagysága tehát 0.069 m^3 .

Ha ismerjük a kitermelendő állomány mellmagassági átmérőinek vastagsági fokenkénti eloszlását, minden vastagsági fokra elvégezhetők a számítások, amelyekből – az eloszlással súlyozva – meghatározható az állományból kikerülő átlagos darabnagyság. Természetesen kiszámíthatjuk az egyes választék-hosszak átlagos darabnagyságát is, feltételezve, hogy az egyes fordulókban csak azonos (vagy közel azonos) választék-hosszakat közelít a kihordó vontató.

Ha a darabok azonos hosszúságúak (mind 4 m), a következőképpen néz ki a táblázat:

Átlagos darabnagyság meghatározása

Fafaj:	Azonos hosszúságú darabok?	igen	Ha igen, a darabok átl. hossza (h _a):	4 m	Minimális középtátmérő:	7 cm	Átlag darabnagyság															
KTT	Ha különböző hosszúságúak a darabok, az egyes darabok hosszúságai (h _{di}) az alábbiak:										m ³											
h _{di} :	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m	Vált											
Darabok:	1. darab	2. darab	3. darab	4. darab	5. darab	6. darab	7. darab	8. darab	9. darab	10. darab												
h:	4 m	4 m	4 m	4 m	4 m	4 m	4 m	4 m	4 m	4 m												
D _{1,3}	H	d _k	V ₁	d _k	V ₂	d _k	V ₃	d _k	V ₄	d _k	V ₅	d _k	V ₆	d _k	V ₇	d _k	V ₈	d _k	V ₉	d _k	V ₁₀	Vált
8	9,6	7,3	0,017																			0,017
10	11,6	9,3	0,027																			0,027
12	13,4	11,3	0,040	9,0	0,025																	0,032
15	15,7	14,2	0,063	12,0	0,045	8,2	0,021															0,043
20	18,6	19,0	0,114	16,9	0,090	13,2	0,055	7,9	0,020													0,070
25	20,7	23,9	0,179	21,6	0,147	17,8	0,100	12,5	0,049													0,119
30	22,3	28,7	0,259	26,4	0,218	22,4	0,157	16,8	0,088	9,6	0,029											0,150
35	23,5	33,6	0,354	31,0	0,302	26,8	0,225	20,9	0,137	13,2	0,055											0,215
40	24,4	38,4	0,463	35,7	0,400	31,1	0,305	24,8	0,194	16,7	0,088											0,290
45	25,1	43,2	0,587	40,3	0,510	35,5	0,395	28,7	0,259	20,1	0,126	9,5	0,028									0,318
50	25,8	48,1	0,726	45,0	0,635	39,8	0,498	32,7	0,336	23,6	0,175	12,4	0,049									0,403
55	26,0	52,9	0,879	49,5	0,770	43,9	0,607	36,2	0,412	26,3	0,218	14,3	0,064									0,491
60	26,1	57,7	1,046	54,0	0,917	48,0	0,724	39,6	0,494	28,9	0,263	15,9	0,079									0,587

Átmérők cm-ben, hosszúság m-ben, térfogat m³-ben. D_{1,3} és H adatok Sopp: Fatömegtáblák 26. old.

Azonos hosszúságú darabok esetén h_a értékével, eltérő hosszúságú darabok esetén h_{di} értékeivel történik a számítás.

Az egyes darabok középtátmérőjének (d_k) számítási képlete

$$d_k = D_{1,3} \cdot (-0,8330 (10 \cdot h / H + 1)^2 + 0,2236 (10 \cdot h / H + 1) + 98,3710) / 100$$

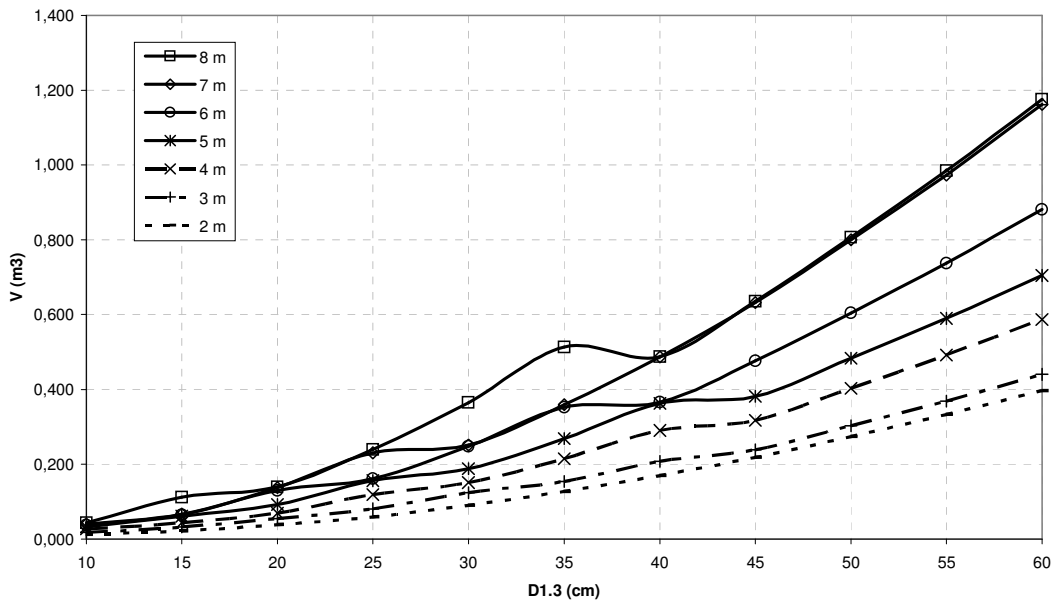
A képletben D_{1,3} a mellmagassági átmérő, H a fmagasság, h pedig az adott darab közepének távolsága a vágásaptól.

A másodfokú polinommal számított képlet csak a fmagasság 10 %-a fölött használható!

13. táblázat Választékok átlagos darabnagyságának számítása (azonos hosszak)

Egységes hosszakra történő daraboláskor – az egyes hosszakra sorozatszámításokat végezve – grafikusán is ábrázolhatjuk a mellmagassági átmérő függvényében az átlagos darabnagyságokat. Ez látható a következő ábrán, KTT-re vonatkozóan.

Hosszúfák átlagtérfogata a D_{1,3} függvényében
(2, 3, 4, 5, 6, 7 ill. 8 m-es egységes hosszakra történő daraboláskor)
KTT



17. ábra Hosszúfák átlagtérfogata a D_{1,3} függvényében

3.4.2 Fatérfogat számítási módszereinek vizsgálata

Magyarországon jelenleg a csúcsátmérő szerinti fatérfogatszámítás (kőbözés) az általánosan alkalmazott módszer. A 6/2002. (I. 15.) FVM rendelet azonban – közvetett fogalmazásban – lehetővé teszi a középátmérő szerinti köbözést is.

Megvizsgáltam ezért az elvileg szóba jöhető köbözési módszereket. Ezek a következők:

Térfogat számítása a csonkakúp képletével:

$$V_{kup} = \left(\frac{\left(\frac{D}{100}\right)^2}{4} + \frac{D}{100} * \frac{d}{100} + \frac{\left(\frac{d}{100}\right)^2}{4} \right) * \frac{\pi * h}{3} = \frac{(D^2 + D * d + d^2) * \pi * h}{120000}$$

Térfogat számítása az átlagátmérőből:

$$V_{átm} = \left(\frac{\frac{D}{100} + \frac{d}{100}}{2} \right)^2 * \frac{\pi * h}{4} = \frac{(D + d)^2 * \pi * h}{160000}$$

Térfogat számítása az átlagos körlapból:

$$V_{kör} = \frac{\left(\frac{\left(\frac{D}{100}\right)^2 * \pi}{4} + \frac{\left(\frac{d}{100}\right)^2 * \pi}{4} \right)}{2} * h = \frac{(D^2 + d^2) * \pi * h}{80000}$$

Térfogat számítása a csúcsátmérős köbözöképlettel:

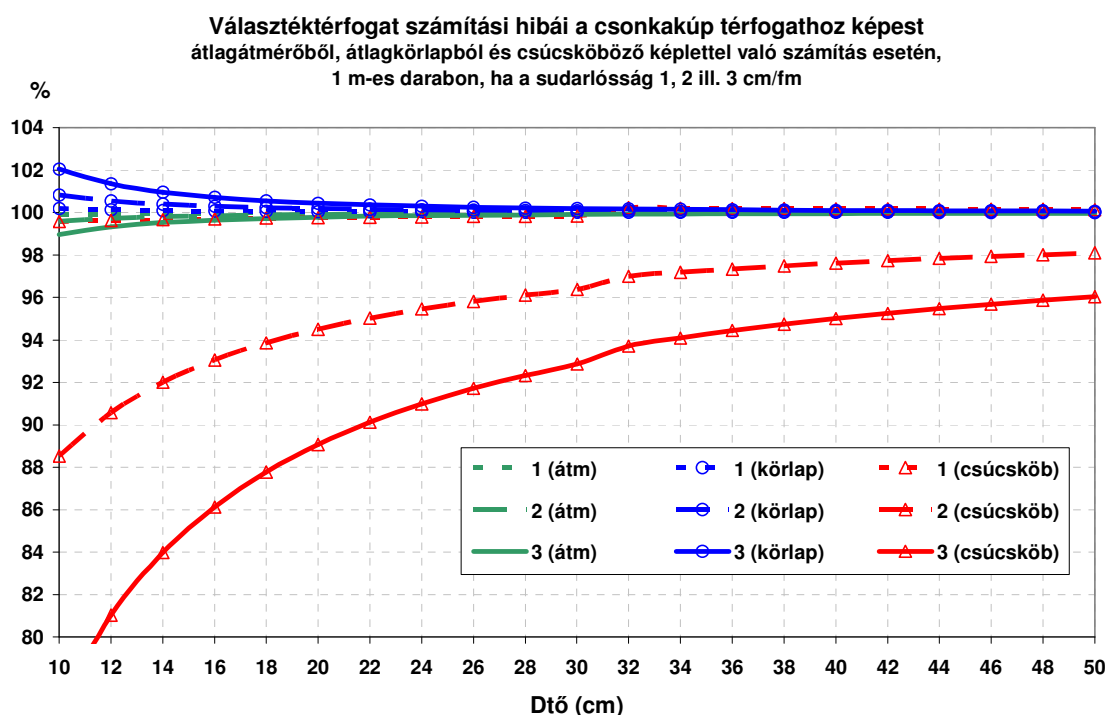
$$V_{cs} = \frac{\left(\frac{\left(\frac{d}{100} + h * \beta\right)^2 * \pi}{4} + \frac{\left(\frac{d}{100}\right)^2 * \pi}{4} \right)}{2} * h = \frac{\left(\left(\frac{d}{100} + h * \beta\right)^2 + \left(\frac{d}{100}\right)^2 \right) * \pi * h}{8}$$

Alaptételként elfogadtam azt, hogy a csonka kúp képletével történő köbözés a legpontosabb a fenti módszerek közül. Az átlagátmérőből történő számítás tulajdonképpen a középátmérő szerinti köbözésnek felel meg. Elvileg lehetséges lenne a felső és az alsó körlap átlagából végzett térfogatszámítás is, ezt azonban a gyakorlat nem alkalmazza. A csúcsátmérő szerinti köbözés a fa sudarlósságát (β) veszi figyelembe, amelynek értékeit az ERTI kutatói – nagyon sok mérésből – fafajonként és választékcsoportonként határoztak meg. A továbbiakban a bükk rönk sudarlóssági értékeivel számoltam.

Próbaszámításokat végeztem a különböző számítási módszerekkel, bükk fafajra, 1 cm/fm, 2 cm/fm és 3 cm/fm sudarlóssági változatokra, 10-50 cm közötti választék-tőátmérőket felvéve.

Hogy a kéreglevonásból eredő esetleges hibákat kiszűrjem, feltételeztem, hogy minden esetben kéreg nélküli átmérőket tudunk mérni.

Ezután meghatároztam a különböző köbözési módszerekkel kiszámított fatérfogatoknak a csonka kúp képlettel számított fatérfogathoz való százalékos viszonyát. Az eredményt a következő ábra mutatja:



18. ábra Választéktérfogat számítási hibái a csonkakúp térfogathoz képest

Látható, hogy a középátmérő (átm) és az átlagos körlap (körlap) szerinti köbözés a 20 cm átmérő feletti tartományban 1, 2 és 3 cm/fm sudarlósság esetén is 1 %-on belül közelíti meg a csonka kúp képlettel számított térfogatot.

A csúcsátmérős köbözés azonban, amelyik rönk esetében általában 1 cm/fm-t megközelítő sudarlóssági adatokra épül, csak a valóban ilyen sudarlósságú rönkök esetében ad megbízható értéket. Ha azonban a sudarlósság 2 cm/fm, akkor 20 cm töátmérőnél csaknem 6 %-kal köbözünk kevesebbet a tényleges fatérfogatnál, de még 50 cm-es vastagságnál is 2 % az eltérés. 3 cm/fm sudarlósságnál pedig az 50 cm átmérőjű rönköknél is 4 %-nyi faanyagot „ingyen” adunk a vevőnek. Azt hiszem, érdemes ezen elgondolkodni.

Megjegyzem, hogy a sudarlóssági értékek akác, nyár és egyéb lágy lomb esetében 1,5 cm/fm érték körül mozognak, a többi keménylombos fajok esetében azonban a példabelihez hasonlóak.

3.5 Üzemóráköltség számítása

Az üzemóráköltség számításának megkezdése előtt érdemes tisztázni néhány – olykor a szakmai körökben is keveredő – fogalmat.

Üzemóra: Azon időalap, amely alatt a gép rendelkezésre áll. A gyakorlatban előfordul, hogy valóban áll, mert szervezetlenség és egyéb más okból nem tud dolgozni. Általában az üzemórára számítjuk ki a gép óráköltségét. Ugyanakkor üzemóraszámoló műszerekkel szokás mérni a gép működési idejét. Az így mért időmennyiség azonban inkább a motorfutásidőnek vagy a gépórának felel meg.

Produktív óra (produktív idő): Azon időalap, amely alatt a gép „termel”, vagyis a fő feladatát ellátja. Magyarországon általában (ld. 3.4 fejezet) az üzemóra 60 %-ában szokás felvenni.

Hasznos óra: Lényegében megegyezik a produktív órával.

Gépóra: A gép működési ideje. Nálunk akkor szokás használni, amikor egy gépet kibérelnek, és a felmerülő költséget a gépóra alapján számlázzák. Gyakorlatilag a gép rendelkezésre állási ideje, ezért az üzemórának felel meg.

Gépmunkaóra: A német nyelvterületen használatos Maschinenarbeitsstunde (MAS) kifejezés fordítása. Ott általában gépmunkaórára adják meg az óraköltséget.

G₁₅ óra (G₁₅ idő): Egy gép, munkában töltött idejének az a része, amely tartalmazza a 15 percnél rövidebb kiesőidőket, de nem tartalmazza az ennél hosszabb kieséseket. Angol nyelvű irodalmakban találkozhatunk vele.

Motorfutásidő: A gép motorjának működési ideje. A német Motorlaufzeit kifejezésből származik.

Fentiekből is látható, hogy nem egyszerű az eligazodás a különböző nyelvterületeken, illetve különböző szakmai körökben használt fogalmak között. Ez sokszor megnehezíti a számadatok korrekt összehasonlítását is.

Tanulmányomban a hasznos óra ill. produktív óra kategóriát használom arra a gépi időre, amely alatt a gép tényleges termelő munkát (pl. közelítést) végez, amit az üzemóra 60 %-ában veszek fel. Az üzemórát használom a gép óraköltségének vonatkozási alapjaként, amely időre felmerül (elszámolandó) a gépre kiszámított költség. Ezt a költséget Ft/üzemóra (Ft/üzó) dimenzióban használom.

3.5.1 Az üzemóraköltség alapadatai

A gépek, eszközök ÁFA nélküli beszerzési árát, teljesítményét és tömegét a gyártók adataiból vettem át.

Az éves üzemórák számát a legtöbb gépnél 1800 órában vettem fel. A motorfűrészek esetében – elsősorban a KWF irányszámai alapján – 900 órás éves üzemóraszámot alkalmaztam. Ugyancsak eltértem az évi 1800 üzemórától néhány szezonálisan alkalmazható eszköznél és gépnél, mint pl. a nyesés eszközei, a kötélدارuk és a kistraktorok.

A leírási időnél általában a 6 évet tekintetem mérvadónak, amelytől motorfűrészeknél és egyéb motorfűrész-motorral működtetett eszközöknél tértem el (4 év).

3.5.2 Az üzemóraköltség kalkulált adatai

3.5.2.1 Javítási hányad

A javítási hányadra a különböző irodalmi források igen eltérő adatokat közölnek. Ezek közül – következetességük okán – részben az *Gockler (2000)*, részben pedig a *Forstmaschinen CD (2000)* adatait vettem át.

Azoknál az eszközöknél, gépeknél, ahol egyik forrásból sem jutottam adathoz, az egyéb irodalmi adatok és hasonló gépekhez való közelítés alapján egyéni becslést végeztem. Az alkalmazott értékeket a következő táblázat tartalmazza:

Javítási hányad értékei

Megnevezés	Jav. h.	Forrás
Agfűrész	0,5	Becslés
Csörlő	0,8	Forstmaschinen CD
Csörlős vonszoló (DFU)	1,2	Becslés
Csörlős vonszoló (egyéb)	0,8	Forstmaschinen CD
Daru	1,0	FVM MI
Harveszter	1,0	Forstmaschinen CD
Hasítógépj	1,3	Becslés
Kérgezőgépj	1,3	FVM MI
Kihordó szerelvény (keleti)	2,0	FVM MI
Kihordó szerelvény (nyugati)	0,8	Forstmaschinen CD
Kihordó vontató	0,8	Forstmaschinen CD
Kötéldaru	0,9	Forstmaschinen CD
Ló	1,0	Becslés
Lovas eszköz (kcp)	2,0	Becslés
Markoló	0,8	Forstmaschinen CD
Motorfűrész	1,2	Forstmaschinen CD
Motoros tisztító, nyeseő eszközök	1,2	Becslés
Motorfűrészcsörlő	1,0	Forstmaschinen CD
Személygépkocsi	1,0	Becslés
Tehergépkocsi (IFA, KAMAZ)	2,0	FVM MI
Tehergépkocsi (egyéb)	1,2	FVM MI
Tehergépkocsi+daru (IFA, KAMAZ)	2,0	FVM MI
Tehergépkocsi+daru (egyéb)	1,2	FVM MI
Traktor (T 150 K)	2,0	FVM MI
Traktor (MTZ)	1,8	FVM MI
Traktor (egyéb)	1,0	Forstmaschinen CD
Vasló és egyéb kistraktor	1,0	Becslés

14. táblázat Javítási hányad értékei

3.5.2.2 Üzemanyag-fogyasztás

A gépek üzemanyag-felhasználását kétféle módon szokás megadni. Az egyik az effektív fajlagos üzemanyag-fogyasztás (b_e), amelyet g/kWh dimenzióban, gyári ill. próbapadi vizsgálatok alapján közölnek. A gyakorlatban azonban a munkavégzés közbeni, tényleges üzemanyag-fogyasztás (\ddot{u}) ismerete fontos, amit l/óra, l/gépóra, l/üző stb. dimenzióban fejeznek ki. A kétféle adat közötti átszámítás – a gép teljesítményének (N), az üzemanyag térfogati sűrűségének (ρ) és az egy vagy több tényezőtől összetevődő együttthatónak (a) az ismeretében – az alábbi képlettel számítható:

$$\ddot{u} = \frac{b_e \cdot N}{1000 \cdot \rho} \cdot a$$

Az „ a ” tényező a motor terhelésétől, hatásfokától, kihasználásától stb. függhet.

Sundberg (1982) az erdészeti gépek üzemanyag-fogyasztását / \ddot{u} (liter/óra)/ a gép maximális teljesítményéből / N_{\max} (kW)/, a munkaterhelési tényezőtől /WLF (-)/, az üzemanyag kémiai energiájából / $e_{\ddot{u}}$ (kWh/liter)/ és a gép hatásfokából / η (-)/ vezeti le. Leírása alapján a következő képlet állítható össze:

$$\ddot{u} = \frac{WLF \cdot N_{\max}}{e_{\ddot{u}} \cdot \eta}$$

A motorfűrészekre vonatkozóan *Sundberg* azonban mindössze két tapasztalati adatot közöl. Eszerint 4 liter/műszak a motorfűrészek üzemanyag-felhasználása és 1,7 liter/műszak a lánckenőolaj-felhasználás.

Herpay–Mihály–Rumpf (1981) szerint az erdészeti gépek üzemanyag-fogyasztása a gép teljesítményéből /N (kW)/ vezethető le, a következő képlettel:

$$\ddot{u} = 0,2 \cdot N - 0,5$$

A 60/1992. (IV. 1.) Kormányrendelet és az ezt módosító 92/1997. (VI. 4.) Kormányrendelet rendelkezik a közúti gépjárművek, az egyes mezőgazdasági, erdészeti és halászati erőgépek üzemanyag- és kenőanyag-fogyasztásának igazolás nélkül elszámolható mértékéről. A fogyasztási norma megállapítására a rendelet a következő módszerek alkalmazását teszi lehetővé:

- Műszaki alapadatok alapján, képlettel történő meghatározás és ennek korrekciós tényezőkkel történő módosítása. A 8 001 kg-tól 16 000 kg-ig terjedő megengedett legnagyobb össztömegű, gázolajüzemű tehergépkocsikra pl. a következő képlettel számítható ki az alapnorma (liter/100 km).

$$\bullet A_n = 9,5 + 0,00047 \cdot (G_m + G_s) + 0,070 \cdot N$$

- A jogszabály mellékleteként kihirdetett, konkrét gépjárműtípusokat tartalmazó táblázatokból történő kikeresés. A táblázatokban a következő adatok találhatóak meg: gyártmány, típus, jelleg, egyéb jellegzetesség, saját tömeg, teherbírás, motorteljesítmény, lökettérfogat, üzemanyagfajta, műszaki ellenőrzési sebesség, műszaki norma és alapnorma. Az alapnorma itt is liter/100 km dimenzióban található, ezért ebből a műszaki ellenőrzési sebesség segítségével juthatunk liter/óra adathoz.
- A motor hengerűrtartalma és az üzemanyagfőleség alapján ún. alapnorma-átalány alkalmazása. Elsősorban személygépkocsikra használható.
- Gyártói adatok vagy mérések alapján végzett szakértői megállapítás.
- Mezőgazdasági erőgépekre a koruk függvényében tüzelőanyag- és kenőanyag-fogyasztási normák (liter/kWh). A traktorokra 0-2 éves korig 0,42l/kWh, 2,1-6,5 éves kor között 0,44 l/kWh, 6,5 éves kor felett pedig 0,45 l/kWh a fogyasztási norma. A kenőanyagok és hidraulikaolajok együttes mennyisége a hajtóanyag mennyiségének 5 %-a lehet. A rendelet szerint, tapasztalati adatok alapján, 1 liter gázolajjal 2,77 kWh állítható elő.
- Erdészeti gépekre összevont üzemanyag- és kenőanyag-fogyasztási normák. Eszerint a fakitermelésben dolgozó motorfűrész normája 0,55 liter/m³, amiből a kenőanyag mennyisége 45 % lehet. Erdészeti közelítő eszköz normája 3,5 liter/m³, amelyből maximum 5 % lehet a kenőanyagok és hidraulikaolajok együttes mennyisége.

Mivel az erdészeti gépekre ez utóbbi a hivatalos előírás, elvégeztem egy egyszerű próbaszámítást 15, 25 és 50 cm-es mellékállományú bükkösben végzett hosszúfás munkarendszerre, ahol a közelítést csörlős vonszolóval (LKT) végzik.

Átmérő-fokozatonként kikerestem azon műveletek normaidejét, amelyeket motorfűrészsel végeznek, ezeket összegeztem, majd – az összeg reciprokát véve – meghatároztam a teljesítményt. A teljesítményt beszoroztam a rendelet szerinti üzemanyag- és kenőanyag-fogyasztási normával, így az üzemóránkénti üzemanyag- és kenőanyag-fogyasztáshoz jutottam.

Ugyancsak átmérő-fokozatonként kikerestem a közelítési normaidőt, ebből teljesítményt, majd a rendelet szerinti normával üzemóránkénti fogyasztást számoltam.

A számításokat a következő táblázat tartalmazza.

Motorfűrész						LKT						
D 1.3	Művelet	Norma-idő	Teljesítmény	Norma	Fogyasztás	D 1.3	Művelet	Norma-idő	Teljesítmény	Norma	Fogyasztás	
(cm)		üző/m3	m3/üző	l/m3	l/üző	(cm)		üző/m3	m3/üző	l/m3	l/üző	
15	Dő	0,211				15						
	Ga	0,286										
	Da	0,200										
	Mf. össz.:	0,697	1,43	0,55	0,79		Köz	0,595	1,68	3,5	5,88	
25	Dő	0,134				25						
	Ga	0,168										
	Da	0,155										
	Mf. össz.:	0,457	2,19	0,55	1,20		Köz	0,323	3,10	3,5	10,84	
50	Dő	0,075				50						
	Ga	0,044										
	Da	0,082										
	Mf. össz.:	0,201	4,98	0,55	2,74		Köz	0,116	8,62	3,5	30,17	

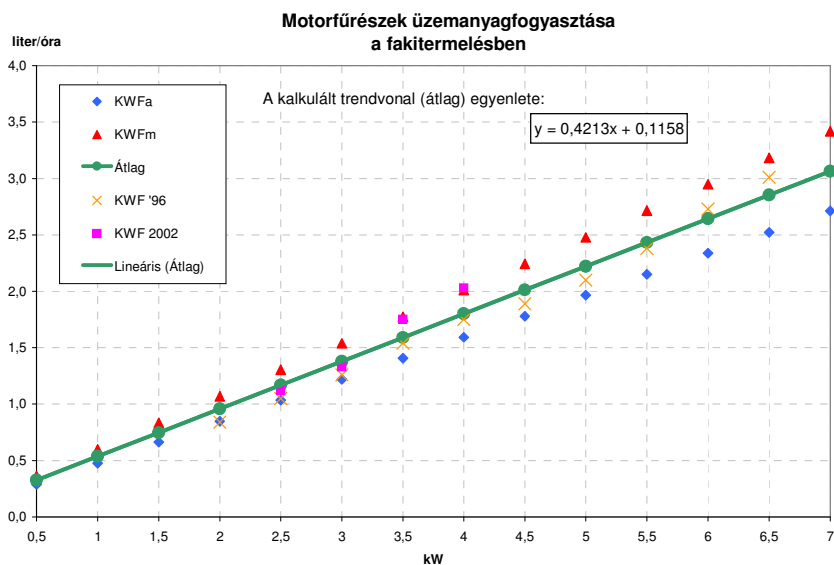
15. táblázat Üzemanyag-fogyasztási normák számítása a rendelet szerint

Látható, hogy a rendelet szerinti norma elszámolásával az 50 cm-es állományban több, mint háromszor nagyobb a motorfűrész üzem- és kenőanyag-fogyasztása és kb. ötször nagyobb a közelítőgép üzem- és kenőanyag-fogyasztása, mint a 15 cm-es állományban. Ez szakmailag semmivel nem indokolható.

Az FVM Műszaki Intézet rendszeresen megjelenő kiadványa, a „Mezőgazdasági gépek ára és üzemeltetési költsége” az adott évre vonatkozóan tartalmazza a gépek fontosabb üzemgazdasági adatait. Ezek között szerepel a hajtóanyag-felhasználás is (kg/m.óra). *Gockler (2000)*.

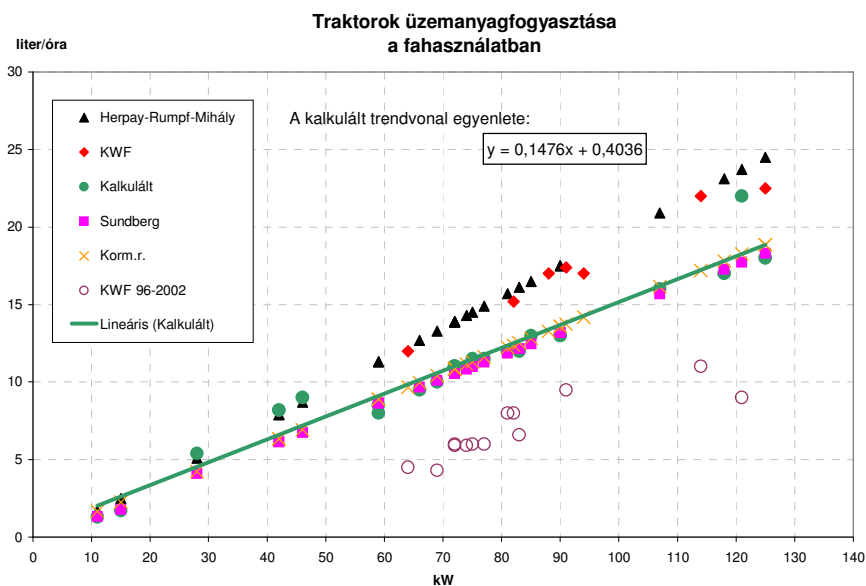
A KWF motorfűrészek és erdészeti traktorok fogyasztására vonatkozóan közölt adatokat. Előbbiekre a motorteljesítmény függvényében egyenleteket is megadott. *KWF (1996)*.

Az előbbieken felsorolt források adatait feldolgoztam. Az adatok sokszor egymásnak ellentmondónak bizonyultak, néhány esetben értelmezési nehézségek is mutatkoztak, ezért egyeseket ki kellett hagyni. Végül fentiek alapján, és a rendelkezésemre álló egyéb adatokból egyéni lineáris egyenleteket kalkuláltam.



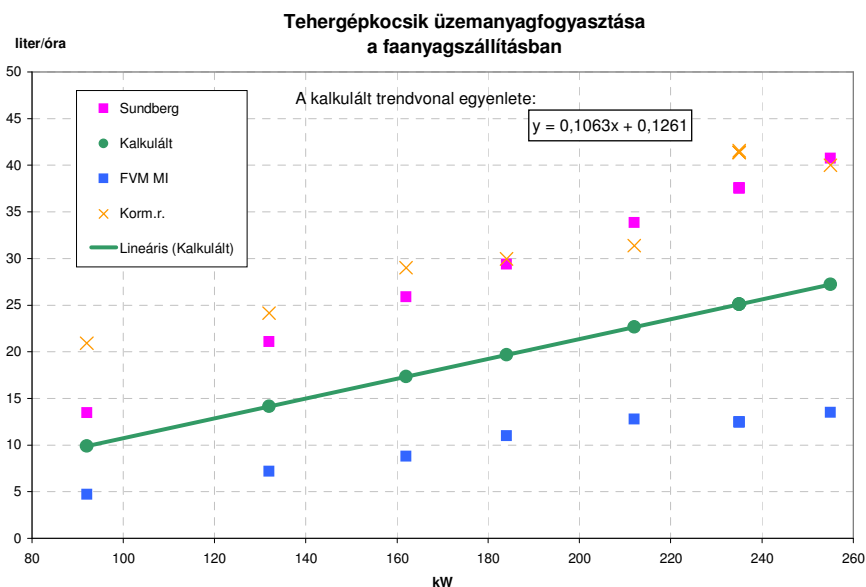
19. ábra Motorfűrészek üzemanyag-fogyasztása a fakitermelésben

A motorfűrészek üzemanyag-fogyasztásának meghatározásához a *KWF* egyenleteit, és a vizsgálati jelentéseiben közölt adatait használtam fel. Ezek azonban maximális teljesítményre vonatkoznak, ezért az adatok 70 %-át tekintetem üzemi körülmények közötti fogyasztásnak. Fentiek alapján egyéni kalkulációt készítettem, melynek egyenlete az ábrán látható.



20. Traktorok üzemanyag-fogyasztása a fahasználatban

A traktorok üzemanyag-fogyasztásának meghatározásához felhasználtam *Herpay-Mihály-Rumpf (1981)*, a *KWF (1996)*, *Sundberg (1982)* és a *kormányrendelet* adatait és ezek alapján egyéni kalkulációt készítettem. A kalkulált trendvonal egyenlete az ábrán látható.



21. ábra Tehergépkocsik üzemanyag-fogyasztása a faanyagszállításban

A tehergépkocsik üzemanyag-fogyasztásának meghatározására *Sundberg (1982)*, a *kormányrendelet* és *Gockler (2000)* adatait tudtam felhasználni, melyek alapján egyéni trendvonalat kalkuláltam, amelynek egyenlete az ábrán látható.

A fentebb ismertetettek alapján, az üzemanyag-fogyasztás normatív meghatározásához a következő egyenleteket használtam:

$$\begin{aligned} \text{Motorfűrészek:} & \quad \bar{u} = 0,4213 \cdot N + 0,1158 \\ \text{Traktorok:} & \quad \bar{u} = 0,1476 \cdot N + 0,4036 \\ \text{Tehergépkocsik:} & \quad \bar{u} = 0,1063 \cdot N + 0,1261 \end{aligned}$$

3.5.2.3 Az üzemóraköltség egyéb összetevői

Egységesen 6 %-os kamatlábbal számoltam.

A gázolaj árát 207 Ft-ban, a keverék üzemanyag árát pedig 230 Ft-ban vettem fel. A kenőanyag költségárányaként általában 4 %-ot, motorfűrészeknél 45 %-ot alkalmaztam.

Egyéb költség-hányadként – a lovak 2 %-os értéke kivételével – egységesen 0,4 %-ot alkalmaztam, a szakirodalomban általánosan használt értéknek megfelelően.

Az üzemeltetési költséget általában az üzemanyag-fogyasztás és az üzemanyagár szorzatának, valamint a kenőanyag költségárányal kiszámított kenőanyagköltségnek az összegeként határozzuk meg. Lovaknál erre vonatkozó fajlagos adatok nem állnak rendelkezésre. Ezért néhány hazai erdészettől kapott éves költségadatokat szereztem be. Javítási, karbantartási költségnek tekintetem a lószerszám-pótlás és javítás, az állatorvosi ellátás, az istálló-karbantartás, a hétvégi ápolás és őrzés költségeit. Üzemeltetési költségnek tekintetem az etetést, patkoltatást és a munkahelyre szállítást. Egyéb költségekhez csoportosítottam a biztosítást és más esetlegesen felmerülő költségeket. Az így százalékosan meghatározott üzemóra-szerkezetet összehasonlítottam német (KWF) adatokkal, majd úgy állapítottam meg az üzemeltetési költséget, hogy nagyjából 50-60 % közötti arányt tegyen ki. Ez látható a következő táblázatban:

Forrás	Leírás	Javítás	Üzem	Kamat	Egyéb	Ossz.
Német 1970	25,8	10,8	58,4	2,4	2,6	100
Német 1998	8,8	44,4	0,0	3,1	43,7	100
Hazai 1990	8,0	19,1	53,6	1,4	17,9	100
Alkalmazott	11,5	23,1	58,1	2,1	5,2	100

16. táblázat Lovak üzemóraköltség-szerkezete

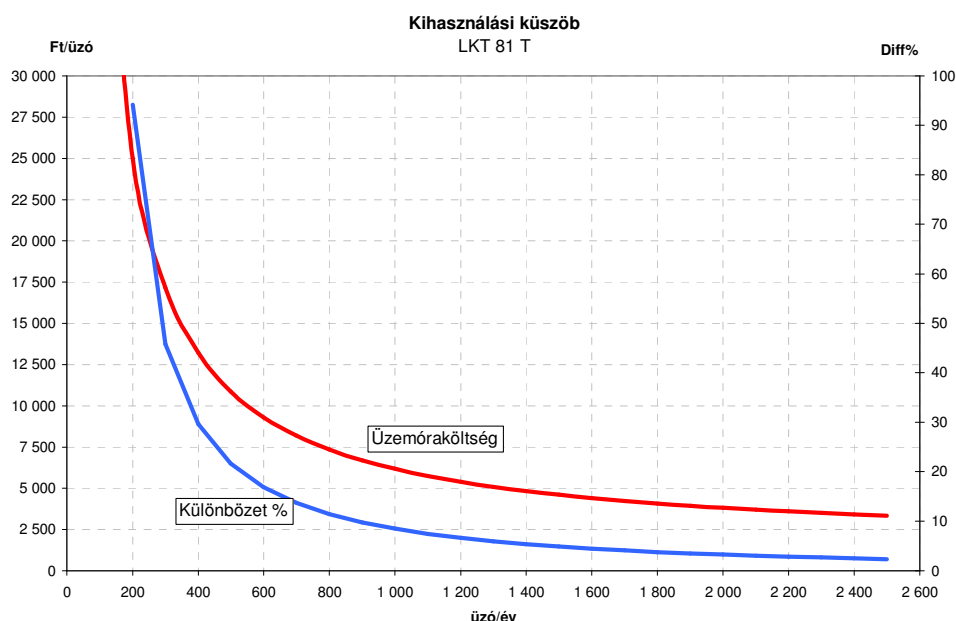
A ló üzemóraköltségének számításánál úgy értem el az 58,1 %-os arányt az üzemeltetési költségre vonatkozóan, ha 300 Ft-ban vettem fel azt.

3.5.3 A gépkihhasználás problémája

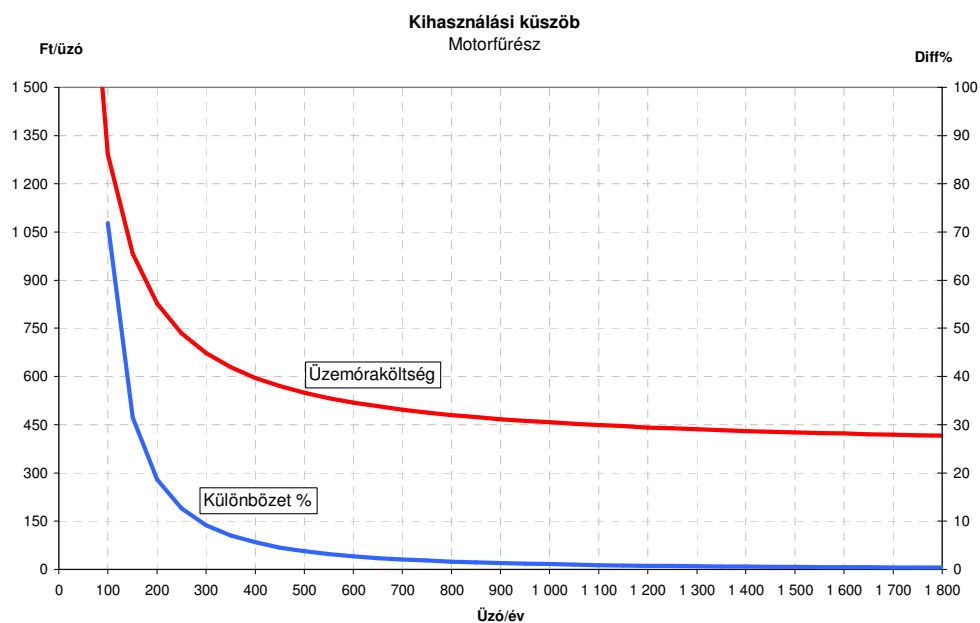
Magyarországon, a legtöbb gépnél évi 1800 üzemórával számolunk. Ugyanakkor a tapasztalatok, és az ERTI által elvégzett felmérések alapján az erdészetben dolgozó gépeknél általában 60 %-os kihasználással (P) szoktunk kalkulálni. *Gólya (1982)*. Ez az érték meg is jelenik az üzemóraköltség számítási képletében.

Grammel (1988) szerint „Egy gép kihasználása jelentős szerepet játszik a költségszerkezet és költségnagyság szempontjából”. A kihasználás (éves óraszám) növelésével meghatározható egy ún. „Kihhasználási küszöb”, amelynek eléréséig erősen csökkennek a változó költségek, és így az összes költség is, ezt követően pedig a költségcsökkenés egyre kisebb mértékű lesz.

Elvégeztem egy számítássorozatot egy csörlős vonszolóra (LKT 81T) és egy motorfűrészre vonatkozóan. Egészen alacsony éves óraszámotól indulva, fokozatosan növeltem a kihasználást, az egyéb tényezők változatlanul hagyása mellett. A számítások eredményeit a következő ábrákon mutatom be:



22. ábra Üzemóráköltség az éves üzemóraszám függvényében (LKT 81T)



23. ábra Üzemóráköltség az éves üzemóraszám függvényében (Motorfűrész)

Az ábrákon az egyik görbe a növekvő éves gépóraszám függvényében csökkenő óráköltséget mutatja, a másik görbe pedig a fokozatos csökkenés százalékos különbségét az előző értékhez képest. Látható, hogy a csörlős vonszolónál a görbék kb. 1600 óras évi kihasználásnál, a motorfűrész esetében pedig kb. 900 óras évi kihasználásnál kezdenek ellaposodni. Az osztrák Erdészeti Kutatóintézetben éppen ezeket az értékeket adják meg gazdaságos kihasználási adatként.

A kihasználási küszöb pontos meghatározása természetesen lehet vita tárgya, de közelítő értéként elfogadható. Az ismertetett módszerrel meghatározhatók más gépcsoportok kihasználási küszöbértékei is.

A munkaidő-kihasználtság (P%) értékét a hazai erdészeti gyakorlatban általánosan elfogadott 60 %-nak vettem, amit saját felméréseim is alátámasztottak. *Gólya (1982)*.

3.5.4 Az általam alkalmazott séma és a számítás eredményei

A gépek, eszközök üzemóráköltségének meghatározására alapvetően a magyar sémát alkalmaztam, néhány apró módosítással.

$$k_b = \frac{A \cdot a}{J \cdot 100} \cdot (1 + r) + \frac{A \cdot p}{200 \cdot J} + \ddot{u} \cdot A_{\ddot{u}} \cdot \left(1 + \frac{o}{100}\right) \cdot \frac{P}{100} + K_E + B_f \cdot b_j$$

Mivel az üzemanyag-fogyasztásra vonatkozóan – több rendelkezésre álló forrás alapján – sikerült viszonylag elfogadható normatív egyenleteket kialakítani, az üzemköltség meghatározását a FAO–ECE séma szerint végeztem el.

Bizonytalannak ítéltam a tárolás, őrzés, átállítás, áttelepülés költségeinek gépenkénti meghatározását, illetve nem rendelkezttem megfelelő biztonsággal ezekre vonatkozó adatokkal. Ezért fentieket, az adót és a kötelező biztosítást az „Egyéb költségek” rovatban vontam össze. Elfogadtam a KWF gépvizsgálati füzeteiben több helyen megadott értéket, ami a bérrel növelt üzemóráköltség 4 százalékában határozza meg az egyéb költségek arányát. Ennek kiszámításához szükséges egy „Eddig összesen” részösszeg képzése, ami az üzemóráköltség minden összetevőjét tartalmazza, az egyéb költségeken kívül.

Az így elvégzett üzemóráköltség számítások a 18-23. mellékletekben található.

A részletes számítási táblázatokról kiemelt fontosabb adatokat a következő táblázatokban közlöm:

Csoport	Típus	Beszerz. ár	Éves üz.	Leí-	Amorti-	Javítás	Kamat-	Üzemel-	Egyéb	Üzemóra-
		ÁFA nélkül	száma	rési	záció	karbant.	költség	tetési	költség	költség
		(A)	(J)	idő	költsége	költsége	(K _p)	költség	(K _E)	(k ₀)
	Ft	üző/év	év	Ft/üző	Ft/üző	Ft/üző	Ft/üzóra	Ft/üző	Ft/üző	
Csörlő	Farmi JL 351 PT	700 000	1 800	6	65	52	12	0	1	129
	Farmi JL 501 T	870 000	1 800	6	81	64	15	0	1	160
	FKS	450 000	1 400	4	80	80	10	0	1	171
	TUN 41	359 000	1 800	6	33	27	6	0	0	66
Csörl. vonsz.	DFU	1 400 000	1 800	6	130	156	23	592	6	906
	MTZ 50 +csörlő (haszn.)	380 000	1 800	6	35	63	6	861	6	972
	LKT 80 (használt)	2 500 000	1 800	6	231	231	42	1 439	10	1 953
	LKT 80 (szlovák felújított)	4 200 000	1 800	6	389	389	70	1 439	12	2 298
	LKT 80 (felújított)	8 800 000	1 800	6	815	815	147	1 439	15	3 230
	LKT 81	9 000 000	1 800	6	833	667	150	1 439	15	3 103
	LKT 81T	14 260 000	1 800	6	1 320	1 056	238	1 439	19	4 072
	LKT 90A	20 810 000	1 800	6	1 927	1 541	347	1 535	24	5 374
	LPKT 40	12 330 000	1 800	6	1 142	913	206	938	15	3 214
	Timberjack 240 C	25 646 400	1 800	6	2 375	1 900	427	1 768	28	6 498
Daru	Cranab Truckbear XL 63	7 200 000	1 800	6	667	667	120	0	6	1 459
	Essel 80.1	3 308 000	1 800	6	306	306	55	0	3	670
	Hiab 071 AW	4 596 000	1 800	6	426	426	77	0	4	931
	Hiab 102-3	5 912 000	1 800	6	547	547	99	0	5	1 198
	KCR 4010	2 640 000	1 800	6	244	244	44	0	2	535
	KCR 5010	3 130 000	1 800	6	290	290	52	0	3	634
	Loglift F 75 Z	7 381 000	1 800	6	683	683	123	0	6	1 496
Harv	Valmet 901 S2/6	67 900 000	1 800	7	5 389	5 389	1 132	2 087	59	14 055
	Timberjack 1270 B	78 260 000	1 800	7	6 211	6 211	1 304	3 723	73	17 522
Hasí	TH 01	350 000	1 800	6	32	42	6	0	5	86
	Kretzer SK-900/8	700 000	1 800	6	65	84	12	0	6	166
Kérg	KR 3	1 937 000	1 800	6	179	233	32	0	9	454
	Cambio 70-35	4 000 000	1 800	6	370	481	67	0	14	932
Kih. pó	RP 12	1 493 000	1 800	6	138	276	25	0	2	441
	SR 12 + 80 kNm daru	14 600 000	1 800	6	1 352	2 704	243	0	17	4 316
	SR 8 + 60 kNm daru	11 000 000	1 800	6	1 019	2 037	183	0	13	3 252
Kih. vont.	Timberjack 1010	45 000 000	1 800	6	4 167	3 333	750	1 596	42	9 889
	Valmet 840	55 000 000	1 800	6	5 093	4 074	917	1 768	50	11 902
	Valmet 860	66 000 000	1 800	6	6 111	4 889	1 100	2 435	61	14 596
	VKS 9041+Essel 80.1	29 610 000	1 800	6	2 742	2 193	494	1 496	31	6 955
Kötél	Mini kötél-daru	1 300 000	700	4	464	418	56	0	9	947
	Koller 300	6 400 000	1 600	6	667	600	120	0	12	1 398
Lovas	KK 70 kerékpár	244 000	1 400	6	29	58	5	0	0	93
	Ló	300 000	1 400	6	36	71	6	180	16	309
	Ló láncsal	320 000	1 400	6	38	76	7	180	16	317
Markoló	ER 600 rönkmarkoló	273 000	1 800	6	25	20	5	0	0	50
	E 050 rönkmarkoló	331 000	1 800	6	31	25	6	0	0	61
	Nokka Super	670 000	1 800	6	62	50	11	0	0	123
Motorfűrész	Motorfűrész 70-80 cm3	160 000	900	4	44	53	5	360	4	468
	Husqvarna 372 XP	137 000	900	4	38	46	5	352	4	444
	Stihl 046	150 000	900	4	42	50	5	394	4	495
	Stihl 036	120 000	900	4	33	40	4	310	4	391
	Stihl 025	82 000	900	4	23	27	3	209	4	265

17. táblázat Üzemóráköltségek (1. rész)

Csoport	Típus	Beszerz. ár	Éves üz.	Leí-	Amorti-	Javítás	Kamat-	Üzemel-	Egyéb	Üzemóra-
		ÁFA nélkül	száma	rési	záció	karbant.	költség	tetési	költség	költség
		(A)	(J)	(n)	(K _a)	(K _r)	(K _p)	(K _F)	(K _E)	(k ₀)
	Ft	üző/év	év	Ft/üző	Ft/üző	Ft/üző	Ft/üzóra	Ft/üző	Ft/üző	
Tisztítófűrés	Husqvarna 265 RX	221 000	900	4	61	74	7	200	4	346
	Husqvarna 250 PS	444 000	700	4	159	190	19	139	5	511
	KS 31 mászófűrés	500 000	700	4	179	214	21	169	5	588
	Oregon PP 1260	196 000	700	4	70	84	8	78	3	244
Ny. Sandvik ágfűrés, nyéllal	17 200	700	2	12	6	1	0	2	21	
Sz. Szgk	3 500 000	700	6	833	833	150	1 159	14	2 990	
Tgk.	IFA W 50	4 550 000	1 800	6	421	843	76	1 292	13	2 645
	IFA L 60	5 620 000	1 800	6	520	1 041	94	1 846	16	3 518
	KAMAZ 53212	7 510 000	1 800	6	695	1 391	125	2 262	20	4 494
	Rába 27.235 +80 kNm daru	24 500 000	1 800	6	2 269	2 722	408	3 274	37	8 710
	Rába 27.235 +Epsilon10.91Z	28 000 000	1 800	6	2 593	3 111	467	3 274	40	9 485
	Rába 27.235 +Essel 80.1	26 000 000	1 800	6	2 407	2 889	433	3 274	38	9 042
	Rába 27.235 +KCR-70	27 000 000	1 800	6	2 500	3 000	450	3 274	39	9 264
	Skoda 18.29 SA	14 298 000	1 800	6	1 324	1 589	238	2 955	27	6 133
	Tátra T 815 R 25	17 325 000	1 800	6	1 604	1 925	289	3 551	32	7 401
	MTZ 80	2 265 000	1 800	6	210	378	38	1 188	10	1 823
MTZ 82	3 563 000	1 800	6	330	594	59	1 188	11	2 183	
TZ-4K-14.32 hidr. korm.	1 563 000	1 400	6	186	186	33	264	5	675	
Traktor	Steyr M 9094 A Alap	9 949 000	1 800	6	921	921	166	1 381	16	3 405
	Steyr M 9145 A Opció	18 908 000	1 800	6	1 751	1 751	315	2 112	26	5 955
	Valtra/Valmet 900	14 595 000	1 800	6	1 351	1 351	243	1 323	20	4 289
	Valtra/Valmet 8550	26 210 000	1 800	6	2 427	2 427	437	2 324	33	7 647
	Yanmar YM 1510 D	1 200 000	1 400	6	143	143	26	341	5	658
	Zetor 6245 /új: 4340/	2 800 000	1 800	6	259	259	47	861	8	1 434
	Zetor 12045	8 592 000	1 800	6	796	796	143	1 477	15	3 227
	Zetor 12145	8 720 000	1 800	6	807	807	145	1 689	16	3 465
	T 150 K	6 520 000	1 800	6	604	1 207	109	2 382	20	4 321
	Rába 250	15 540 000	1 800	6	1 439	1 439	259	3 594	29	6 761
Vas	Vasló	2 300 000	1 400	6	274	274	49	144	5	746

17. táblázat Üzemóráköltségek (2. rész)

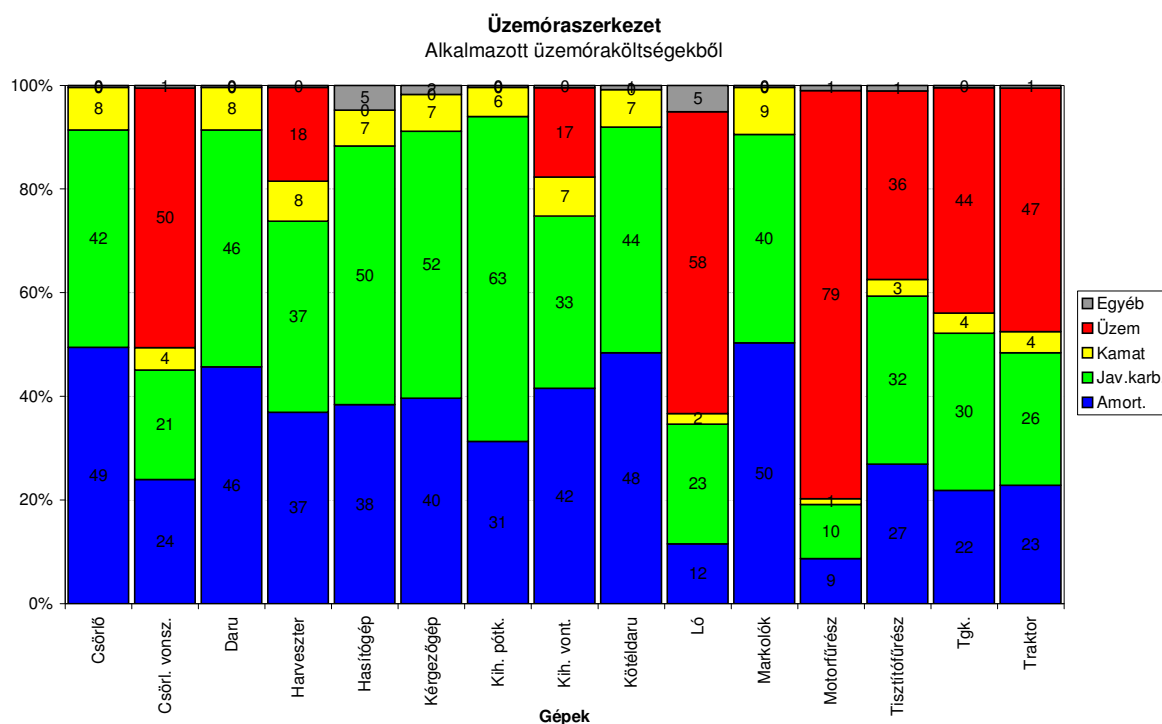
A következő ábrán az alkalmazott géporáköltségek szerkezete látható egyes gép- illetve eszközcsoportokra vonatkozóan. Az amortizáció, a javítás, karbantartás, a kamat, az üzemeltetési költség és az egyéb költségek képezik a szerkezet elemeit.

Az amortizáció 9-50 % között váltakozó súllyal szerepel a különböző eszköz- ill. gépcsoportok óráköltségében. Kirívóan alacsony a motorfűrészek és a lovak amortizációs aránya. Magas – esetenként 50 %-ot megközelítő – amortizációs aránnyal azok az eszközcsoportok rendelkeznek, amelyeknek nem rendelkeznek saját erőforrással. Ilyenek a csörlők, markolók, kihordó szerelvények pótkocsii, kérgező- és hasítógépek és a daruk. Persze szigorúan véve ezeknél is jelentkezne üzemeltetési költség (pl. hidraulikaolaj), de ezt az egyszerűség kedvéért a működtető erőforrásnál számoljuk el. A költség-hozam elemzéseknél pl. egy csörlő, egy traktor és egy ember együttese képezi a közelítés műveletét végrehajtó egységet.

A javítás, karbantartás költsége – a javítási hányadon keresztül – szoros összefüggésben van az amortizációval.

A kamat aránya változó. Némely esetben úgy tűnik, hogy akkor tesz ki nagyobb részarányt az óráköltségből, ha alacsony vagy nincs üzemeltetési költség.

Az üzemeltetési költség aránya kiugróan magas a motorfűrészeknél. Ennek oka egyrészt a gépnagysághoz képest viszonylag magas üzemanyag-fogyasztásban, másrészt a 45 %-os kenőanyag arányban keresendő.



24. ábra Üzemóráköltség-szerkezet

A lovaknál a magas üzemeltetési költség-arány magyarázataként egyrészt a viszonylag alacsony beszerzési ár említhető, másrészt pedig az a nem elhanyagolható szempont, hogy a ló a munkaidőn kívül is fogyaszt „üzemanyagot”.

A kihordó vontatók és a harveszterek üzemeltetési költség-aránya a – fejlett műszaki színvonal miatti – magas ár következtében fellépő magas amortizációhoz és javítás-karbantartáshoz képest tűnik alacsonynak.

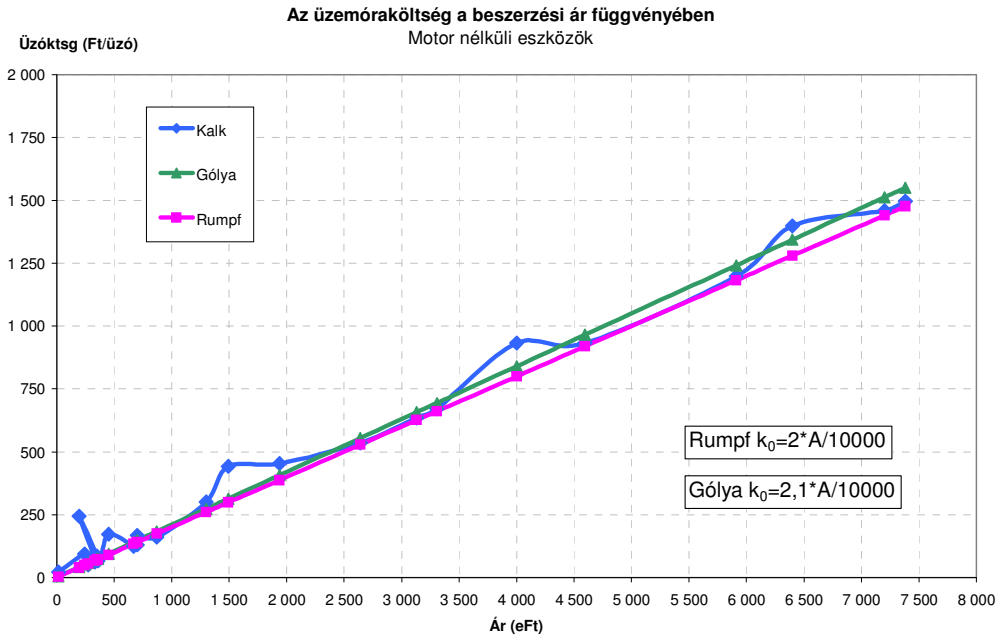
3.5.5 Az üzemóráköltség egyszerűsített számítási sémáinak vizsgálata

Számításaim során az előző fejezetben leírt üzemóráköltség számítási sémát használtam, megvizsgáltam azonban a 2.2.5.5 fejezetben ismertetett, egyszerűsített számítási sémák alkalmazhatóságát is.

A beszerzési ár szerint növekvő sorrendbe rakva a gépeket, számításokat végeztem *Samset* és *Rumpf* képleteivel, majd saját képlet elkészítésével is megpróbálkoztam. Úgy tűnt, hogy egyes esetekben *Samset*, másokban *Rumpf* képletével jutottam közelebb a fentebb leírt kalkulációval kiszámított óráköltségekhez. Végül két csoportra bontottam a vizsgált eszközöket.

A motor nélküli eszközök esetében a részletes kalkulációval kiszámítottához nagyon jól simulnak a *Rumpf* féle képlettel számított adatok. *Samset* képlete viszont itt teljesen használhatatlannak bizonyult, hiszen eleve 1 125 Ft-ról indult az egyenese. Ezt tehát nem is ábrázoltam.

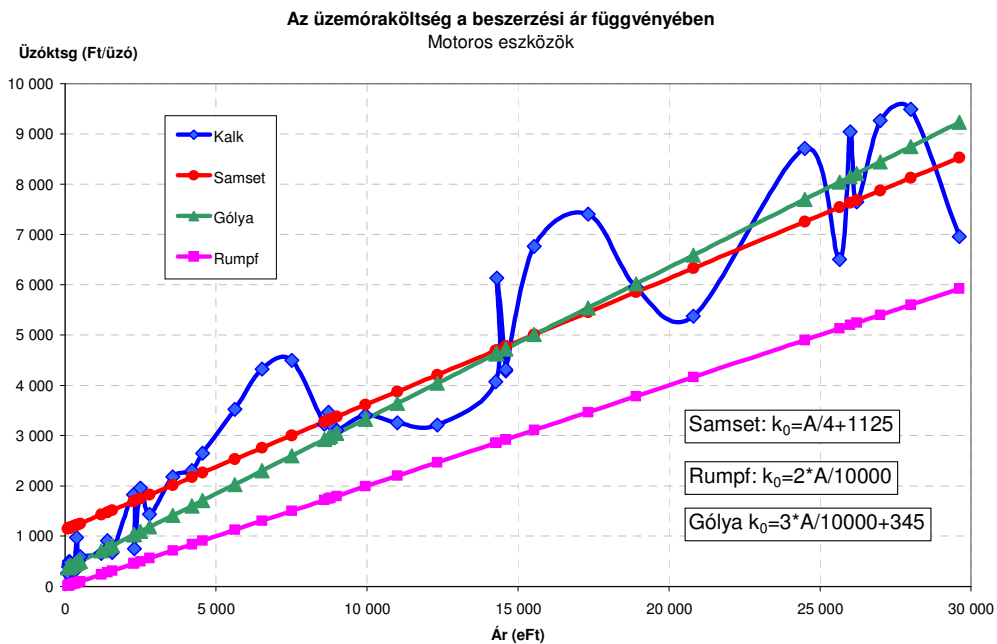
A *Rumpf* féle képlet együtthatóját 2-ről 2,1-re módosítva a kalkulált értékeket tökéletesen kiegyenlítő képlethez jutottam. Ez látható a következő ábrán:



25. ábra Üzemóráköltség a beszerzési ár függvényében (motor nélküli eszközök)

A saját motorral rendelkező eszközök, gépek csoportjában – elfogadva a részletes kalkulációval készült óráköltségeket viszonyítási alapnak – *Rumpf* képletével a ténylegeshez képest jelentősen alulbecsült értékek jöttek ki. Itt viszont *Samset* képlete tűnt az átlaghoz közel futónak.

Ezekre a gépekre is elkészítettem egy saját egyenletet. A képletek és az egyenesek futása az alábbi ábrán látható:



26. ábra Üzemóráköltség a beszerzési ár függvényében (motoros eszközök)

Összefoglalásképpen megállapítható tehát, hogy – szükség esetén – az óráköltség hozzávetőleges becslésére az alábbi képletek is alkalmazhatók:

Saját motorral nem rendelkező erdészeti eszközöknél:

$$k_0 = \frac{2,1 \cdot A}{10000}$$

Saját motorral rendelkező gépeknél:

$$k_0 = \frac{3 \cdot A}{10000} + 345$$

3.6 Műveletek elemzése, tervezése

3.6.1 Döntő-rakásoló munkájának tervezése

A döntő-rakásoló analitikus elméleti időegyenlete a következő:

$$t = \frac{Rf + \ddot{U}j + n_c \cdot D\ddot{o} + (n_c - 1) \cdot \ddot{A}t + Fr + Tj + Ra}{n_c \cdot V_b \cdot 100} \cdot \frac{100}{P}$$

Az analitikus időegyenlet adat-felvételezésénél külön-külön meg kell mérni az egyes műveletelemek időfelhasználását, és rögzíteni kell a műveletelemekre befolyással lévő tényezőket (üresjárat és teherjárat távolsága, mellmagassági átmérő, ciklusonkénti törzsszám, átállások távolsága), majd műveletelemenként átlagos időfelhasználásokat illetve egyenleteket kell számítani.

Átlagos időfelhasználás jellemző a „rakástól fordul”, „fordul rakásolni” és „rakásol” műveletelemekre, mivel ezeket a gép és a hely adottságai, illetve a gépkezelő képzettsége határozza meg.

A mozgások („üresjárat”, „teherjárat” és „átállás”) általában a távolsággal lineáris összefüggésben vannak, a „döntés” ideje pedig a döntendő fák tőátméréjétől függhet. Megjegyzendő azonban, hogy – méréseim szerint – a döntő-rakásoló döntőollójának ereje miatt, törzskiválasztó gyérítésekben a döntési idő állandónak tekinthető.

A mérések alapján elkészített analitikus időegyenlet a következő:

$$t = \frac{17,557 + 4,496 + 1,014 \cdot s_K + 10,711 \cdot n_c + (n_c - 1) \cdot (15,6 + 2,42 \cdot s_t) + 15,378 + 4,391 + 1,136 \cdot s_K + 8,295}{n_c \cdot V_b \cdot 100} \cdot \frac{100}{P}$$

Összevonások után az időegyenlet a következőképpen néz ki:

$$t = \frac{34,517 + 2,15 \cdot s_K + 26,311 \cdot n_c + 2,42 \cdot (n_c - 1) \cdot s_t}{n_c \cdot V_b \cdot P}$$

Ahhoz, hogy az időegyenlet tervezéshez is használható legyen, olyan tényezőknek kell benne lennie, amelyek a munka megkezdése előtt megmérhetők illetve ismertek. Ezért számítási képleteket dolgoztam ki az átlagos közelítési távolság és a ciklusonkénti darabszám meghatározására.

Az átlagos előközelítési távolság (s_1) szabályos hálózat esetén a rakatonkénti törzsszám (n_m), a pásztánként kitermelt sorok száma (i) és az átlagos tőtávolság függvényében számítható:

$$s_1 = \frac{\left(\frac{n_m}{i} - 1\right) \cdot s_t}{2}$$

A rakatonkénti törzsszám (n_m) a rakatokat közelítő markolós vonszoló markolójának és a közelítendő fáknak az adatai ismeretében határozható meg. A fáknál az átlagos mellmagassági átmérő ($D_{1.3}$), a $D_{1.0}/D_{1.3}$ viszonyszám (az 1 m-es magasságban és a mellmagasságban mért átmérő aránya: γ) és a fák keresztmetszeti felület-kihasználási tényezője (δ) adatai kelljenek. Méréseim szerint, δ értéke 0,4-0,7 között változik. A markolós vonszolónál a markolóval befogható keresztmetszet (F_c) ismeretére van szükség.

$$n_m = \frac{4 \cdot F_c \cdot \delta}{(\gamma \cdot D_{1.3})^2 \cdot \pi}$$

A ciklusonkénti darabszám (n_c) attól függ, hogy a döntő-rakásoló gyűjtőkarjába mennyi fa fogható be. Ennek meghatározásához ismerni kell a döntő-rakásoló gyűjtőkarja által befogható keresztmetszeti területet (B_c), a fák mellmagassági átmérőjét ($D_{1.3}$) és a fák keresztmetszeti felület-kihasználási tényezőjét (δ).

$$n_c = \frac{4 \cdot B_c \cdot \delta}{D_{1.3}^2 \cdot \pi}$$

A képletek behelyettesítésével, az összevonások és az egyszerűsítések elvégzésével, a döntő-rakásoló tervezésre alkalmas időegyenlete a következő:

$$t = \frac{8,629 \cdot D_{1.3}^2 \cdot \pi + 26,311 \cdot B_c \cdot \delta + \left(\frac{1,075 \cdot F_c \cdot \delta}{\gamma^2 \cdot i} + 2,42 \cdot B_c \cdot \delta - 0,605 \cdot D_{1.3}^2 \cdot \pi \right) \cdot s_t}{B_c \cdot \delta \cdot V_b \cdot P}$$

Soros EF sematikus törzskiválasztó gyérítést feltételezve, a következő adatokat vesszük fel:

$D_{1.3}$:	12 cm
B_c :	700 cm ² (a maximálisan befogható 1000 cm ² 70 %-a)
δ :	0,5
F_c :	3900 cm ² (a maximálisan befogható 7800 cm ² 50 %-a)
γ :	1,07
i :	2 sor
s_t :	2,2 m
V_b :	0,081 brm ³ ($D_{1.3}= 12$ cm, $H= 10$ m méretű átlagfa esetén)
P :	60 %

Fentiekből kiszámítható a fajlagos időfelhasználás (t), abból pedig a bruttó (T_b) és a nettó (T_n) teljesítmény üzemóránként:

t :	9,63 perc/brm ³
T_b :	6,23 brm ³ /üzó ($T_b=60/t$ képlettel)
T_n :	3,74 nm ³ /üzó (0,6-os nettósító tényezővel számolva)

Ezek alapján már elvégezhető a gép munkájának megtervezése.

3.6.2 Kihordó vontató munkájának tervezése

A skandináv államokból elterjedt kihordó vontatók az 1970-es évek második felében jelentek meg hazánk erdőgazdálkodásában. Igazi térhódításuk azonban mindmáig nem következett be, aminek elsősorban magas áruk az oka. A kihordó vontatók közeli rokonai az olcsóbb kihordó szerelvények, amelyek egy traktorból, egy daruból és egy rakoncás utánfutóból állnak. Szerkezeti megoldásaik miatt azonban általában rosszabb a manőverező képességük, lassabb a munkavégzésük, mint a kihordó vontatóké.

A kihordó vontatók alkalmazása mellett szólnak a következők:

- Egyszemélyes munkavégzésre alkalmasak a közelítésben.
- Feleslegessé teszik a csörlős vonszolók esetében szükséges, energiaigényes kötélkihúzási, felkapcsolási és lekapcsolási munkákat.
- Kisebb energiaráfordítással mozgatják a faanyagot, mint a vonszolva közelítő gépek.
- Lehetővé teszik az ún. „szaggatott” munkamódszerrel történő fakitermelést.
- Kíméletesebbek a visszamaradó állományhoz és az erdőtalajhoz.
- Tisztább marad az így közelített faanyag.

A kihordó vontatók munkájára alapvetően a gyűjtögetés a jellemző. A gép a vágásterületen többé-kevésbé szétszórva fekvő faanyagból egy rakományra való összegyűjtve, egy (esetleg több) felkészítő- vagy készletező helyre hordja azt.

A kihordó vontató analitikus elméleti időegyenlete a következő:

$$t = \frac{\ddot{U}j + n_a \cdot Er + n_b \cdot Ft + n_c \cdot \dot{A}t + Tj + n_d \cdot Lt + n_e \cdot lg + n_f \cdot \dot{A}t}{n_Q \cdot V \cdot 100} \cdot \frac{100}{P}$$

Analitikus időegyenlet készítésénél a képletben szereplő műveletelemek időadatait az egyes befolyásolási tényezők függvényében szokás mérni. Nagyon bonyolulttá teszi azonban az időegyenlet készítését és az időfelhasználás számítását az egyenkénti előrendezési, felterhelési, átállási, leterhelési és igazgatási műveletelemek cikluson belüli előfordulásainak meghatározása. Ezeket vagy átlagos értékkel, vagy az állományjellemzőkre való utalással lehet bevonni az időegyenletbe.

A képlet nevezőjében a rakomány nagyság (Q) is szerepelhet, ami azonban ugyancsak meghatározható a rakományban lévő darabszámból és az átlagos darabnagyságból.

Az alábbiakban, néhány – kihordó vontatókra készített – időegyenletet adok meg:

- 6 tonnás kihordó vontató 6 m-es hosszúfa közelítése esetén (*Herpay–Rumpf 1978*):

$$t_{(\ddot{u}z\acute{o} / m3)} = \frac{\frac{0,5}{V} + 0,0018 \cdot s_2 + 1}{66,4} \cdot \frac{100}{P}$$

- 12 tonnás kihordó vontató 6 m-es hosszúfa közelítésében (*Herpay–Rumpf 1978*):

$$t_{(\ddot{u}z\acute{o} / m3)} = 0,0297 \cdot s_2^{0,172} \cdot q^{-0,502} \cdot V^{-0,750} \cdot \frac{100}{P}$$

- 8,5 tonnás kihordó vontató 4 m-es, előközéltett fenyő papírfa közelítése esetén (Pethő 1979):

$$t_{(perc/m3)} = 0,3834 \cdot s_2^{0,398} \cdot \frac{100}{P}$$

- 6 tonnás kihordó vontató előközéltés nélküli tarvágásban (Gólya 1980):

$$t_{(perc/m3)} = \left(\frac{48,06 + 0,49 \cdot s_t \cdot h_f}{V} + 0,14 \cdot s_2 + 49,53 \right) \cdot \frac{1}{P}$$

A képletekben szereplő közelítési távolság (s_2), a közelítőgép rakománynagysága (q) és az átlagos tőtávolság (s_t) előre becsülhető. Az átlagos darabnagyság (V) szinte mindenütt szerepel az egyenletekben. Azonban ennek az előzetes (a kitermelés illetve a közelítés megkezdése előtti) megbecslése nehézségbe ütközik. Egy lábon álló állománynak illetve mellékállománynak (üzemtervi adatokból vagy a kitermelést megelőző becslésből) ismerjük azonban a mellmagassági átmérőjét. Ha tehát összefüggést tudunk találni a mellmagassági átmérő és a termelt darabok átlagos átmérője között, a termelendő választékossz (h_f) segítségével – amit a szabványok illetve a vevői igények meghatároznak – kiszámíthatjuk az átlagos darabnagyságot. Ezt azonban már egy külön fejezetben tárgyaltam.

3.6.3 Várható hatások vizsgálata. Hatásvizsgálat tükrözéssel

Az időegyenletekben illetve időnormákban szereplő befolyásoló tényezők (független változók) együttthatói és kitevői fontos információkat nyújtanak a hozzáértők számára arra vonatkozóan, hogy az adott befolyásoló tényező milyen erősségű hatást gyakorol az időfelhasználásra. Tehát ezekből – különösen szemléletesen a hatványkitevős időegyenleteknél – kiolvasható, hogy melyek a fontosabb, melyek a kevésbé fontos változók. Ha az időegyenletből költségegyenletet számítunk, belátható, hogy az egyes befolyásoló tényezők súlyának ismerete fontos információ a munkaszervezés szempontjából.

A hatások fontossági sorrendjének szemléletesé tételére kidolgoztam egy módszert, melyet az alábbiakban ismertetek.

Vegyünk példának egy csörlős vonszolót, melynek időegyenletében az átlagos darabnagyság (V), az átlagos közelítési távolság (s_2), az átlagos rakománynagyság (q) és a munkaidő-kihasználás (P) szerepelnek befolyásoló tényezőként. A költségegyenletben a felsoroltakhoz hozzájön még az üzemóraköltség (k_0). A következő táblázat fejlécében látható a csörlős vonszoló idő- és költségegyenlete.

Alapesetnek vegyük fel az említett befolyásoló tényezők átlagos értékeit:

$V = 0,75 \text{ m}^3$, $s_2 = 300 \text{ m}$, $q = 3 \text{ m}^3$, $P = 60 \%$ és $t_0 = 4 \text{ 072 Ft/üzó}$. Az ezen értékekkel kiszámított fajlagos költséget ($K = 725 \text{ Ft/m}^3$) tekintjük 100 %-nak.

Az összes többi befolyásoló tényező változatlanul hagyása mellett, növeljük V értékét 10 %-kal, 20 %-kal, 30 %-kal, 40 %-kal és 50 %-kal, majd csökkentjük fokozatosan ugyanilyen arányban. Számítsuk ki minden esetre a fajlagos költség viszonyát az alapeset fajlagos költségéhez képest. Ennek a számítássorozatnak az eredményei a „ V változtatása” c. táblázatrészben láthatók.

Hasonlóképpen járjunk el s_2 , q , P és k_0 esetében is. Ezen számítások láthatók a további táblázatrészekben.

Szálfa közelítése 72 kW-os csörlős vonszolóval

Időegyenlet:

$$t = \left(\frac{3,288}{\sqrt{V}} + 0,00586 \cdot s_2 \right) \cdot \frac{2}{\sqrt{q}} \cdot \frac{100}{P}$$

- t : Fajlagos idő (perc/m³)
 V : Átl. darabnagyság (m³/szálfa)
 s_2 : Átl. közelítési távolság (m)
 q : Átl. rakománynagyság (m³)
 P : Munkaidőkihasználtság (%)

Költségegyenlet:

$$K = \frac{k_0 \cdot t}{60}$$

- K : Fajlagos költség (Ft/m³)
 k_0 : Üzemóráköltség (Ft/üzó)
 t : Fajlagos idő (perc/m³)

Elemző táblázatok

V m ³	s_2 m	q m ³	P %	t p/m ³	t üzó/m ³	T m ³ /üzó	k_0 Ft/üzó	K Ft/m ³	Vált. %	$K/K_{\text{átl.}}$ %
Alapeset										
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	4 072	725	100	100,0

V változtatása										
0,38	300	3,00	60	13,716	0,229	4,374	4 072	931	50	128,3
0,45	300	3,00	60	12,816	0,214	4,682	4 072	870	60	119,9
0,53	300	3,00	60	12,116	0,202	4,952	4 072	822	70	113,3
0,60	300	3,00	60	11,552	0,193	5,194	4 072	784	80	108,1
0,68	300	3,00	60	11,085	0,185	5,413	4 072	752	90	103,7
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	4 072	725	100	100,0
0,83	300	3,00	60	10,350	0,172	5,797	4 072	702	110	96,8
0,90	300	3,00	60	10,053	0,168	5,968	4 072	682	120	94,0
0,98	300	3,00	60	9,792	0,163	6,128	4 072	665	130	91,6
1,05	300	3,00	60	9,559	0,159	6,277	4 072	649	140	89,4
1,13	300	3,00	60	9,349	0,156	6,418	4 072	634	150	87,5

s₂ változtatása										
0,75	150	3,00	60	8,998	0,150	6,668	4 072	611	50	84,2
0,75	180	3,00	60	9,337	0,156	6,426	4 072	634	60	87,3
0,75	210	3,00	60	9,675	0,161	6,202	4 072	657	70	90,5
0,75	240	3,00	60	10,013	0,167	5,992	4 072	680	80	93,7
0,75	270	3,00	60	10,352	0,173	5,796	4 072	703	90	96,8
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	4 072	725	100	100,0
0,75	330	3,00	60	11,028	0,184	5,441	4 072	748	110	103,2
0,75	360	3,00	60	11,367	0,189	5,279	4 072	771	120	106,3
0,75	390	3,00	60	11,705	0,195	5,126	4 072	794	130	109,5
0,75	420	3,00	60	12,043	0,201	4,982	4 072	817	140	112,7
0,75	450	3,00	60	12,382	0,206	4,846	4 072	840	150	115,8

18. táblázat Költségegyenlet befolyásoló tényezőinek hatásvizsgálata

Elemző táblázatok (folytatás)

V	s_2	q	P	t	t	T	k_0	K	Vált.	$K/K_{\text{átl.}}$
m^3	m	m^3	%	p/m^3	üzó/ m^3	$m^3/\text{üzó}$	Ft/üzó	Ft/ m^3	%	%

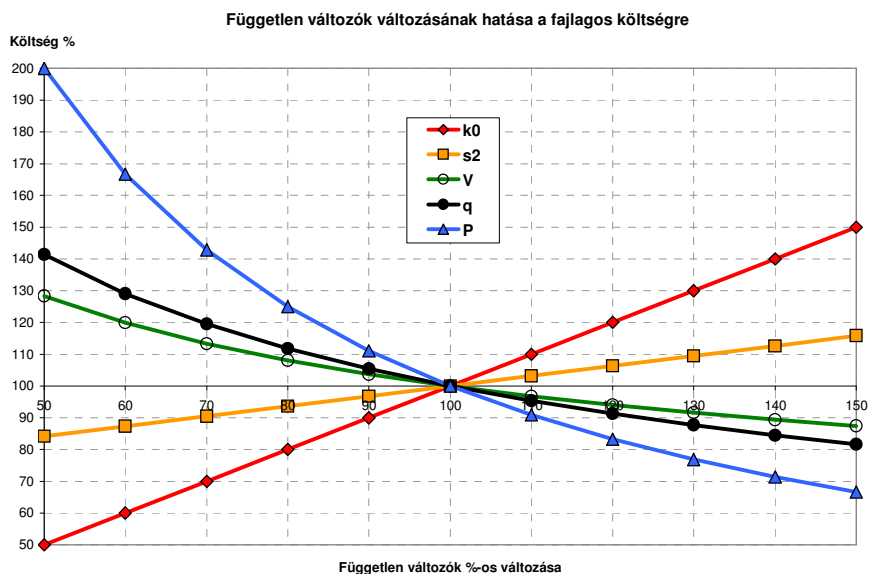
q változtatása										
0,75	300	1,50	60	15,118	0,252	3,969	4 072	1 026	50	141,4
0,75	300	1,80	60	13,801	0,230	4,348	4 072	937	60	129,1
0,75	300	2,10	60	12,777	0,213	4,696	4 072	867	70	119,5
0,75	300	2,40	60	11,952	0,199	5,020	4 072	811	80	111,8
0,75	300	2,70	60	11,268	0,188	5,325	4 072	765	90	105,4
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	4 072	725	100	100,0
0,75	300	3,30	60	10,192	0,170	5,887	4 072	692	110	95,3
0,75	300	3,60	60	9,759	0,163	6,148	4 072	662	120	91,3
0,75	300	3,90	60	9,376	0,156	6,400	4 072	636	130	87,7
0,75	300	4,20	60	9,035	0,151	6,641	4 072	613	140	84,5
0,75	300	4,50	60	8,728	0,145	6,874	4 072	592	150	81,6

P változtatása										
0,75	300	3,00	30	21,380	0,356	2,806	4 072	1 451	50	200,0
0,75	300	3,00	36	17,817	0,297	3,368	4 072	1 209	60	166,7
0,75	300	3,00	42	15,271	0,255	3,929	4 072	1 036	70	142,9
0,75	300	3,00	48	13,362	0,223	4,490	4 072	907	80	125,0
0,75	300	3,00	54	11,878	0,198	5,051	4 072	806	90	111,1
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	4 072	725	100	100,0
0,75	300	3,00	66	9,718	0,162	6,174	4 072	660	110	90,9
0,75	300	3,00	72	8,908	0,148	6,735	4 072	605	120	83,3
0,75	300	3,00	78	8,223	0,137	7,297	4 072	558	130	76,9
0,75	300	3,00	84	7,636	0,127	7,858	4 072	518	140	71,4
0,75	300	3,00	90	7,127	0,119	8,419	4 072	484	150	66,7

k_0 változtatása										
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	2 036	363	50	50,0
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	2 443	435	60	60,0
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	2 850	508	70	70,0
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	3 258	580	80	80,0
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	3 665	653	90	90,0
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	4 072	725	100	100,0
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	4 479	798	110	110,0
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	4 886	871	120	120,0
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	5 294	943	130	130,0
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	5 701	1 016	140	140,0
0,75	300	3,00	60	10,690	0,178	5,613	6 108	1 088	150	150,0

18. táblázat Költségegyenlet befolyásoló tényezőinek hatásvizsgálata (folytatás)

A következő ábra azt mutatja be, hogy – az alapesethez képest – az egyes befolyásoló tényezők százalékos változtatásai milyen százalékos változást okoznak a fajlagos költségekben, a többi befolyásoló tényező változatlanul hagyása mellett.

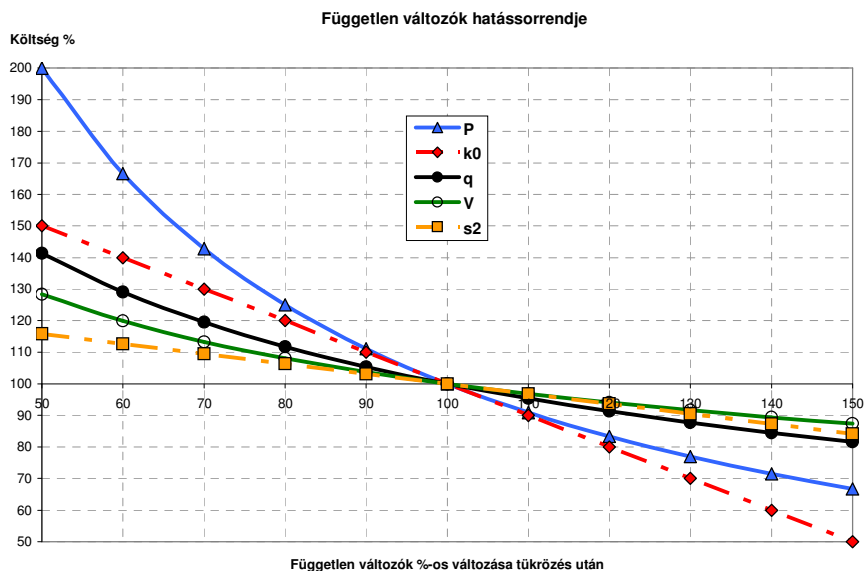


27. ábra Költségegyenlet befolyásoló tényezőinek hatása az önköltségre

Látható, hogy az üzemóráköltség (k_0) 30 %-os növekedése 30 %-kal, a közelítési távolság 30 %-os növekedése pedig 10 %-kal növeli a fajlagos költséget (K). A darabnagyság 30 %-os növekedése 8.4 %-os, a rakománynagyság 30 %-os növekedése 12.3 %-os, a munkaidő-kihasználás 30 %-os növelése pedig 23.1 %-os fajlagos költségcsökkenést eredményez.

Természetesen egyes tényezők növelésének határt szabnak egyéb feltételek. A rakomány nagysága pl. nem növelhető a teherbíró-képesség fölé.

Mivel azonban egyes befolyásoló tényezők növekedése a fajlagos költség (önköltség) növekedését, másoké pedig annak csökkenését okozza, tükrözzük az önköltség 100 %-ánál lévő függőleges tengelyen keresztül a költségnövekedést okozó független változókat. Példánkban ezek a k_0 és az s_2 . A tükrözés utáni állapot látható a következő ábrán:



28. ábra Független változók hatássorrendje (tükrözés utáni állapot)

Az ábrából látható, hogy a legnagyobb önköltség-növekedést a kihasználtság csökkenése, a legkisebbet pedig a közelítési távolság növekedése okozza. A költségnövekedés elkerülése érdekében tehát elsősorban a kihasználtság növelésére, majd az üzemóráköltség leszorítására kell törekedni.

Az önköltség-csökkentés szempontjából viszont az üzemóráköltség csökkentésével érhető el a legnagyobb eredmény, a rakomány nagyság növelése hozza a legkevesebb költségcsökkenést. Más szavakkal, a vizsgált csörlős vonszoló – költségcsökkentés szempontjából – kevésbé érzékeny a rakomány nagyság növelésére, sokkal inkább a kihasználás növelésével (szervezés!) és az üzemóráköltség csökkentésével (karbantartás!) érhetünk el kedvezőbb költségszintet.

Míg a költségnövekedés szempontjából a darabnagyság fontosabb a közelítési távolságnál, költségcsökkentési oldalról fordított a helyzet.

Az ismertetett módszer számításait egyszerű Excel táblázatban sematizáltam, így az alapadatok bevitele és a fejléc kicserélése után bármilyen gép, eszköz befolyásoló tényezőinek hatásvizsgálatára könnyen alkalmazható.

3.7 Fakitermelési munkarendszerek leírása

3.7.1 Külföldi osztályozási rendszerek

A XX. század 20-as, 30-as éveiben Hilf munkatudományi vizsgálatokkal megállapította, hogy szorosan összefügg a teljesítmény a munkacapat nagyságával. Ezért az egyszemélyes és a kétszemélyes munkarendszerek alkalmazását javasolta, az addig szokásos nagy csapatos munkavégzéssel szemben.

Az 50-es években elterjedő gépesítés nyomán a jellemző gép szerinti osztályozás kezdődött el. Így motorfűrész, később csuklós traktoros és kötél-darus, majd a 60-as évektől processzoros és felkészítőtelepi módszerekről beszéltek. A konkrét géptípusokkal történő megjelölés alkalmat adott az összehasonlításra, de mivel maguk a géptípusok elég gyorsan elavulnak, nem vált be az ilyen osztályozás. Talán kissé ellentmond ennek az a még ma is meglévő magyar gyakorlat, amely LKT-s munkarendszerről (a szakmai köznyelvben: technológiáról) beszél.

Előfordultak a gépesítettség fokára utaló, különböző számú csoportokat képző osztályozások is, amikből mára egy négyfokozatú osztályozás maradt meg: kézi eszközös, motormanuális, teljesen gépesített és automatizált rendszerek. Még mai is létezik hasonló osztályozás Ausztriában: nem gépesített, részgépesített, magasan gépesített és teljesen gépesített rendszerek. Megjegyzendő azonban, hogy az osztrákok ezt elsősorban az egyes rendszerek eltérő élőmunka-felhasználásának kimutatása céljából használják.

Az ENSZ Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Szervezete (FAO), a Nemzetközi Munkaügyi Szervezet (ILO) és az Erdészeti Kutatóintézetek Nemzetközi Szervezete (IUFRO) az alábbi, nemzetközileg elfogadott felosztást használja:

- Rövidfás rendszer (Shortwood System; Kurzholzsystem). A fát a tő mellett rövid hosszakra vágják, majd ebben a formában közelítik és szállítják feldolgozásra.
- Hosszúfás v. szálfás rendszer (Tree Length System; Rohschaftverfahren). Az állományban a döntést követően csak a gallyazást és a csúcslevágást végzik el. A közelítés és a szállítás hosszú állapotban történik, a felkészítést vagy ideiglenes erdei felkészítő helyeken, vagy a feldolgozó üzem fogadóterén végzik.
- Teljes fás rendszer (Fulltreesystem; Vollbaumsystem). Döntés után a koronával együtt közelítik a teljes fát. A felkészítés az előbbihez hasonlóan történik.
- Egész fás rendszer (Whole-Tree-System; Ganzbaumsystem). A tuskót és a gyökereket is hasznosító rendszer.

Ennek az osztályozásnak a fa közelítés ill. szállítás közbeni hossza és feldolgozottsága képezi az alapját.

Egy másik osztályozás azon alapul, hogy rendszerint hol koncentrálnak térben a felkészítési munkák.

- Tő melletti. A felkészítés a vágásterületen vagy a közelítőnyomokon történik.
- Felkészítőhelyi. A felkészítés az erdei utakon vagy azok mellett, ideiglenesen kialakított helyeken történik
- Telepi. A felkészítés kiépített telepeken történik.

3.7.2 Magyar munkarendszer-osztályozások

Hiller–Pankotai (1973) „A fahasználat korszerű fogalmai” című kiadványban a következőképpen határozzák meg a négy alapvető munkarendszert:

- Választékban való termelés rendszere – melynek lényege, hogy a felkészítést a vágásterületen végezzük. Lehet tő melletti készletezéses és rakodói készletezéses változata.
- Hosszúfás termelési rendszer – ahol a gallyazáson kívül a felkészítés műveleteit a vágásterületen kívül végezzük. Erdei rakodón vagy a feltáróút hosszában kialakított készletezéses és telepi felkészítéses változatai lehetnek.
- Teljes fában (koronával) való termelés rendszere – ahol a teljes felkészítés a vágásterületen kívül történik. A boreális égöv kiskoronájú fái esetén alkalmazható, hazai gyakorlatban alig használatos munkarendszer.
- Aprítékban való termelési rendszer – ahol az egyetlen választéknak az aprítéknak termelése a vágásterületen mozgó gépcsoporttal történik. A jövő utópisztikus rendszerének tekinthető.

Káldy (1976) szerint „A fakitermelési termelési rendszer célja a megtermesztett fa kitermelése... itt négy alrendszert célszerű elkülöníteni: rövidfás, hosszúfás, teljesfás és aprítékban történő alrendszert”.

Bondor (1978/1) szerint „a termelési rendszer növényfajokra, tehát fafajokra lekötött fogalom. Ezért nem helyes „szaporítóanyag-termelési rendszerekről”, „hosszúfás rendszerekről” beszélni, mert ezek a munkafolyamatok magának a termelési rendszernek az építőkövei. A nemzetközi irodalomban használt nomenklatúrával való egyezés érdekében is célszerűbb ezeket munkarendszereknek nevezni”.

Bondor (1978/2) szerint a fahasználat négy alapvető munkarendszere a következő:

- Rövidfás munkarendszer
- Hosszúfás munkarendszer
- Teljesfás munkarendszer
- Apríték munkarendszer

Megjegyzi ugyanakkor, hogy az aprítás „lehet más munkarendszerek kiegészítő része is”.

Bondor–Radó–Temesi (1979) aszerint javasolják felosztani a munkarendszereket, hogy hol történik a kitermelt faanyag felkészítése. „Így megkülönböztethető:

- vágástéri felkészítéses munkarendszer,
- felső vagy közbenső rakodói felkészítéses munkarendszer,
- központi manipulációs telepi felkészítéses munkarendszer,
- kombinált munkarendszer”.

Rumpf (1983) szerint a fakitermelési „munkarendszereket általában az anyagmozgatás tárgyának kezdő (közelítés közbeni) állapota szerint különböztetjük meg...”.

Ugyancsak *Rumpf (1983)* szerint a munkarendszer változatok „elkülönítését jellemzően a faanyag felkészítési helye szerint végezzük el”.

3.7.3 Az általam javasolt munkarendszer-osztályozás

A munkarendszerek osztályozásánál a *Rumpf (1983)* által kialakított elveket követem. A munkarendszerek megkülönböztetése tehát a szerint történik, hogy a faanyag (anyagmozgatás tárgya) a közelítés közben milyen állapotban van.

A lehetséges fakitermelési munkarendszerek a következők:

- Teljesfás munkarendszer
- Hosszúfás munkarendszer
- Rövidfás munkarendszer
- Aprítékos munkarendszer
- Kombinált munkarendszer

A teljesfás munkarendszer Magyarországon szinte nem is létezik. Az 1970-es és 1980-as években azonban alkalmazták az áthelyezhető aprítógépeket, amikhez (főleg gyérítésekben) teljesfában közelítették a faanyagot. Ezek tehát nem aprítéktermeléses munkarendszerek voltak, mint ahogy annak idején sokan nevezték, hanem teljesfásak.

Hosszúfás az a munkarendszer, amelynél közelítés közben a leendő erdei választékok még többszörös hosszban vannak jelen. Bár egy másfajta logika szerint meg lehetne még különböztetni ágafás és szálfás munkarendszereket (utóbbi kifejezést a gyakorlat szálfás technológia néven használja) is, ezeket azonban a hosszúfás munkarendszerekhez sorolom.

A rövidfás munkarendszer elnevezés jelen esetben úgy értendő, hogy a közelítés közben már a végső erdei termék állapotában, vagyis választékban van a faanyag. Talán helytállóbb lenne a választékban termeléses megnevezés, ez azonban félrevezető, hiszen minden munkarendszer választékban termel. Német nyelvterületen ismert a „Sortimentsverfahren” megnevezés, ami magyarul választékos munkarendszernek fordítható, ez a kifejezés azonban furcsán hangzik a magyar fülnek.

Aprítékos munkarendszerről akkor beszélhetünk, ha járva aprító gép vagy átállások közben állva aprító gép dolgozik benne, így a közelítés közben a faanyag már apríték állapotban van.

A kombinált munkarendszer elvileg mindegyik eddigi munkarendszer kombinációjában előfordulhat. A mai hazai gyakorlatban leggyakrabban a hosszúfás és rövidfás rendszerek együttes megvalósulását tapasztalhatjuk. Ez abban a jellemző esetben fordul elő, amikor az értékesebb választékokat (rönkfélések) a vágásterületen választékolják, majd kihordó vontatóval vagy csörlős vonszolóval rövidfaként közelítik, a többi anyagot (tető, darufa stb. néven) ugyanezek a gépek hosszúfaként közelítik. Kihordó vontatóknál ez a korlátozott rakfelülethossz és a rönkfélék elkülönített máglyázása miatt, csörlős vonszolóknál pedig a hosszú fa vonszolásával okozható törsűrűlések elkerülése miatt szokott sor kerülni a kombinálásra. Kombinált az a munkarendszer is, amelyben a faanyag egy részét hosszúfában, másik részét egységgrakatos formában közelítik.

A munkarendszer változatok elkülönítésére *Rumpf (1983)* a faanyag felkészítési helyét tartja indokoltnak. Ez elfogadható megoldás, ha abban gondolkodunk, hogy a felkészítés a vágásterülettől a feldolgozó üzemig, bárhol történhet. Mivel azonban az utóbbi évtizedben, nálunk többnyire a felső felkészítőhelyi változatok domináltak, Észak- és Nyugat-Európában

pedig szinte egyeduralkodóvá vált a harveszter-forwarder megoldás, érdemes megfontolás tárgyává tenni egy másik lehetőséget.

Javaslatot teszek arra, hogy a munkarendszer-változatokat a közelítés eszköztípusa szerint különítsük el. Eszköztípuson az eszköz (gép) műszaki megoldását értem.

A jól ismert „LKT hosszúfás munkarendszer” megnevezése tehát „Csörlős vonszolós hosszúfás munkarendszer” lehetne, mivel a közelítést csörlős vonszoló végzi, hosszúfában.

Az említett „harveszter-forwarder megoldás” elnevezése „Harveszteres, kihordó vontatós, rövidfás munkarendszer” lehetne, hiszen az előközelítést harveszter végzi, a közelítést pedig kihordó vontató, rövidfában.

Néhány további elnevezési javaslat:

- Fogatos hosszúfás munkarendszer.
- Fogatos rövidfás munkarendszer.
- Utánfutós traktoros rövidfás munkarendszer.
- Markolós traktoros rövidfás munkarendszer. Lehet hosszúfás is.
- Csörlős traktoros hosszúfás munkarendszer.
- Kihordó szerelvényes rövidfás munkarendszer. Lehet hosszúfás is.
- Kihordó vontatós rövidfás munkarendszer. Lehet hosszúfás is.
- Csörlős vonszolós rövidfás munkarendszer.
- Kötéldarus rövidfás munkarendszer. Lehet hosszúfás is.
- Harveszteres, kötéldarus rövidfás munkarendszer.
- Processzoros, kötéldarus hosszúfás munkarendszer.

A javasolt nevezéktannal közelebb kerülnénk a Nyugat-Európában szokásos elnevezésekhez, és nagyobb információ tartalommal rendelkeznénk a munkarendszer technikai megoldásait illetően.

3.7.4 Munkarendszerek leírása (ábrázolása)

3.7.4.1 Néhány jellemző ábrázolási megoldás

Táblázatos leírás

Egy táblázatba foglal össze több munkarendszert vagy munkarendszer-változatot. A táblázat fejlécében a munkarendszerek azonosítását szolgáló rövidítések vagy számok illetve a táblázat belsejére utaló megnevezések találhatóak. Az oldallécben felsorolja a lehetséges műveleteket, a tábla belső részében pedig a műveleteket végrehajtó gépeket, eszközöket.

Szervesen kapcsolódnak a táblázathoz a munkarendszerek műszaki-gazdasági mutatói, az alkalmazási területre utaló, a szervezési és szakképzettségi igényt megbecslő táblázatrészek. *Rumpf (1983)* nyomán mutatok be egy ilyen megoldást.

MŰVELETEK	RÖVIDFÁS MUNKARENDSZEREK									
	MUNKARENDSZEREK SZÁMA									
	I./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®	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
Előkészítés	Kézi	Kézi	-	Kézi	Kézi	Kézi	Kézi	Ló	Ló	Ló
Közéltés	ERTI kp.	Valm.870	Valm.870	Valm.870	ERTI kp.	MTZ-Zelop	ERTI kp.	Valm.870	Valm.882	T150 RP12
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 /	4,9	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 /Ft/év/	368	844	806	1203	374	704	376	757	765	893
Fajl. eszköztétek /Ft/m ³ /	29	69	262	262	16	48	16	71	66	68
Egy főre eszk.ért. /eFt/Ft/	54	330	967	1389	34	202	34	306	336	375
Eszközhat. /m ³ /100eFt/év/	683	256	83	87	1097	349	1099	247	228	238
Fajl.üza.fogyaszt. /Ft/m ³ /	79	89	79	131	68	56	67	88	90	72
Fajl. energiárford. /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
Gépesítettség szintje	KE	MG	MG	FG	KE	MG	KE	MG	MG	MG
ALKALMAZÁSI TERÜLET ÉS EGYÉB JELLEMZŐK										
Átlagos darabnagyság /m ³ /	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3	0,4-0,7	0,4-0,7	0,8-1,3	0,8-1,3	0,8-1,3	1,4<
Használat módja	TKVGY	TKVGY	TKVGY	TKVGY	NFGY	NFGY	VÉGHASZN.	VÉGHASZN.	VÉGHASZN.	VÉGHASZN.
Lejtés	Általános	Sík, enyhe lejtő	Sík, enyhe lejtő	Sík, opt. felt.	Általános	Síkvidék	Általános	Sík, enyhe lejtő	Sík, enyhe lejtő	Sík, enyhe lejtő
Fafaj /csoport/; stb.	alkalmazható	Ny, F	Ny, F 2-3 választ.	Ny, F célválaszt	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 mag.	Alacsony	Alacsony	Alacsony	Közepes	Közepes	Közepes
Megjegyzések MF = motorfűrészes * Döntés Bobcattal * tő mellett végezve Lásd még: hosszufás mr. KE = kézi eszközös termelés Közéltési távolság: 250 m megjegyzéseit MG = műveletgépesítés Szállítási távolság: 25 km FG = folyamatgépesítés 1981. évi árakkal, költségekkel számolva										

19. táblázat Munkarendszerek táblázatos leírása

Ismereteim szerint, mindmáig ez a leírási forma tekinthető a munkarendszerek összehasonlító leírásai közül a legsokeoldalúbbnak és leginkább információban gazdagnak.

A továbbiakban néhány olyan megoldást ismertetek, amelyek a munkarendszerek rövid leírására (ábrázolására) szolgálnak példaként.

Képlettel leíró séma

Temesi (1982) egy olyan leírási módszert javasol, amelyben a munkarendszerek műveletei képletszerű formában követik egymást. Eszerint, a motorfűrésszel, állományban végzett döntés, gallyazás (esetleg elődarabolás) pl. a következőképpen írható le:

$$MF \frac{DG(De)}{á}$$

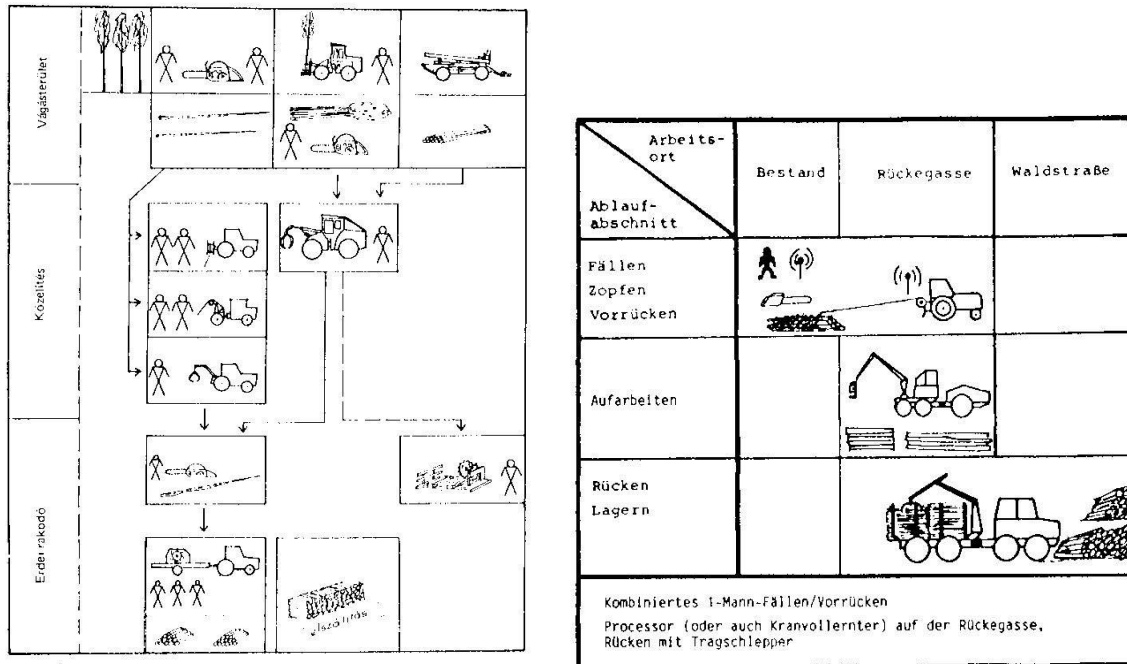
A fenyves gyérítésekben alkalmazható két változat képletsora, az alábbiakban látható:

1.
 a) $MF \frac{DG(De)}{á} - UT_c \frac{Ke}{á \dots n} - MF \frac{Dv}{n} + E \frac{Rs}{n} \left| UT_k \frac{K}{n \dots r} + E \frac{Rs}{r} \right.$
 b) $MF \frac{DGe}{á} - UT_c(ST_c) \frac{Ke}{á \dots n} - MF \frac{GDv}{n} + E \frac{Rs}{n} \left| ST_k \frac{K}{n \dots r} + E \frac{Rs}{r} \right.$

29. ábra Munkarendszerek képlettel való leírása

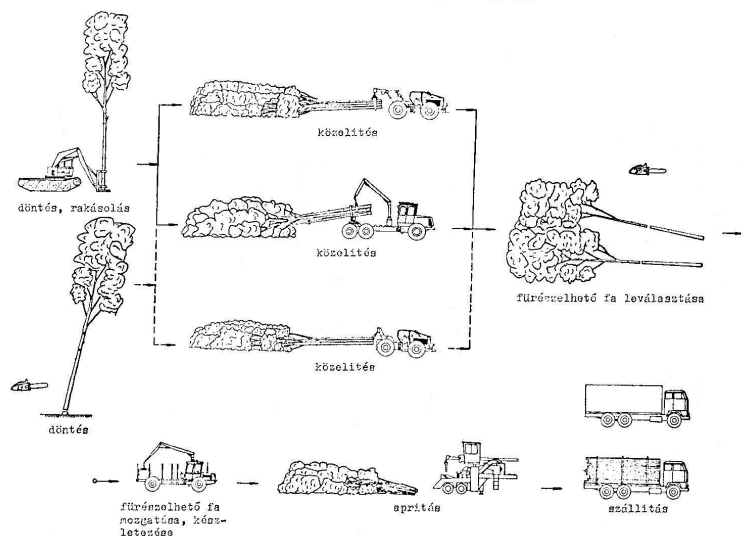
Folyamatábrák

Jellegrajzos folyamatábrákat használnak a munkarendszerek leírására az ERTI Gépesítési Információk sorozatában megjelentetett „Piros füzetek”, és hasonló megoldást alkalmaz a KWF is. Előbbiek a munkarendszer változatokat a műveletek végrehajtási helye szerint szakaszolják, és jellegábrákon mutatják be a végrehajtás eszközeit és személyi feltételeit. Utóbbiak a végrehajtás helye, és a műveletcsoportok szerinti szakaszolásban közlik a jellegábrákat. Természetesen mindkét módszer kiegészül a végrehajtási módok szöveges leírásával, és néhány műszaki-gazdasági mutató közlésével. A következő két ábrán ezek a megoldások láthatók.



30. ábra Munkarendszerek folyamatábrás leírása 1. 2.

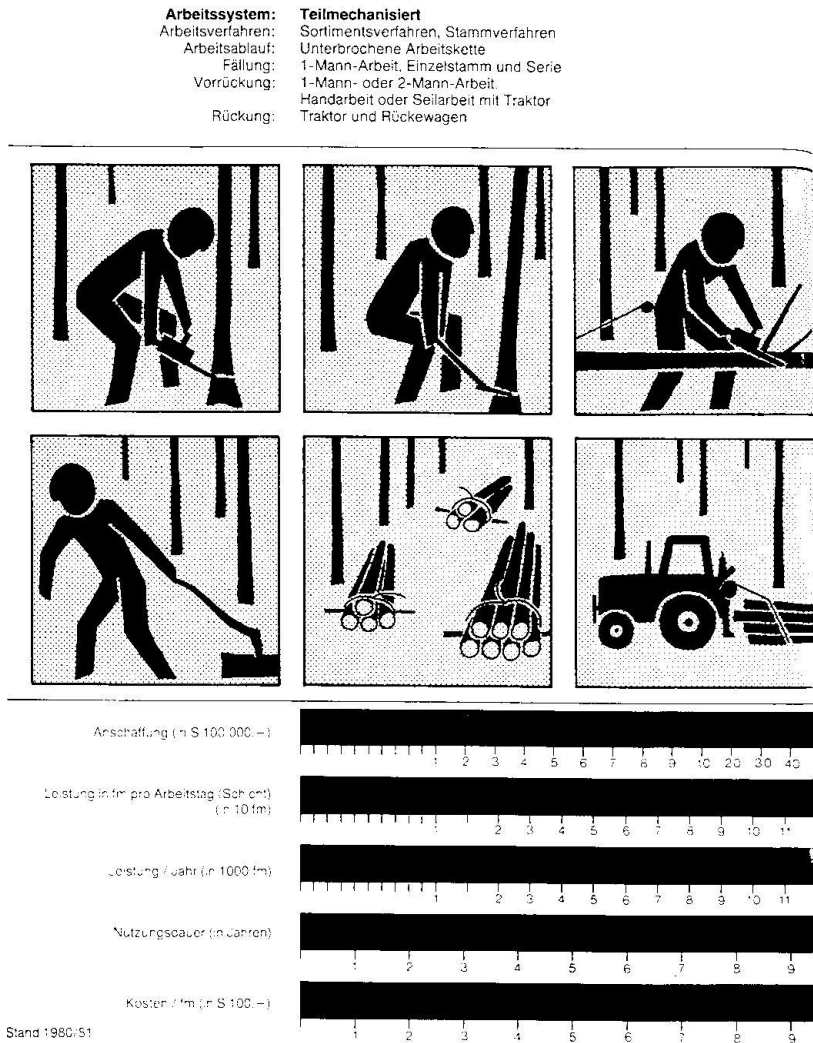
A folyamatábrás megoldásra egy másik példa a *Horváth Lajos (1978)* által alkalmazott ábrázolási forma, amely a következő ábrán látható.



31. ábra Munkarendszerek folyamatábrás leírása 3.

Jellegábra sorozat szalagdiagramokkal

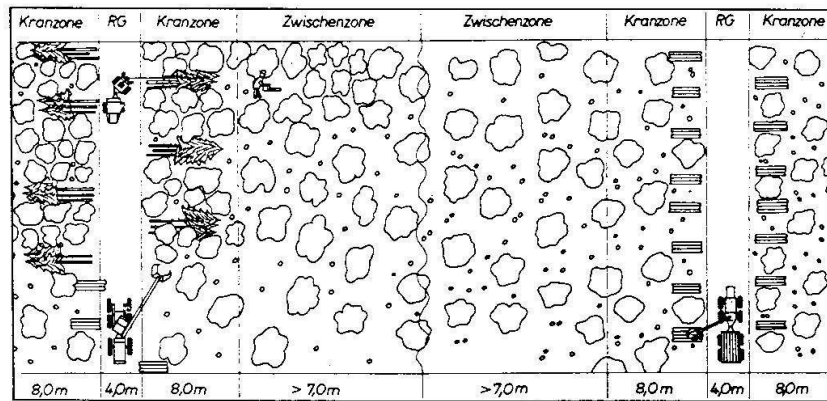
Az osztrák „Kooperationsabkommen Forst-Platte-Papier” által kiadott „Holzernte in der Durchforstung” című füzet sorozatban egy-egy lapon látható egy-egy munkarendszer. A munkarendszer megnevezése, a módszer, a folyamat, és a fontosabb műveletek rövid szöveges leírása után, a végrehajtott műveletek jellegábrái láthatók, alattuk pedig a munkarendszer fontosabb mutatóinak (beruházási igény, műszakteljesítmény, éves teljesítmény, használati időtartam és fajlagos költség) értéke, szalagdiagramon.



32. ábra Munkarendszerek leírása jellegábrás szalagdiagrammal

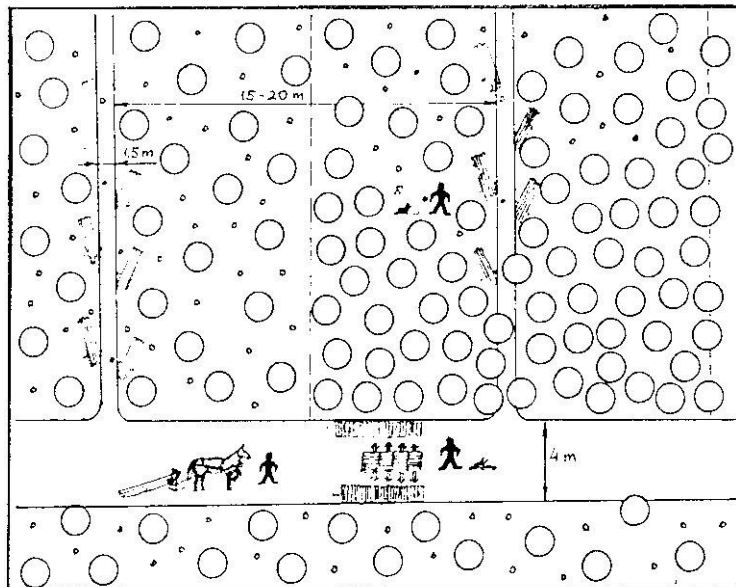
Felülnézeti sémák

Többé-kevésbé sematikus ábrázolásban, felülnézetben láthatók a munkarendszerben végrehajtott műveletek. Az ábrázolás egyúttal a térbeli rend áttekintésére is szolgál. Ilyen sémákat is alkalmaz a KWF. A következő ábrán motorfűrészkes dőntés, traktorcsörlős előközelítés, processzoros felkészítés és kihordó vontatóval végzett közelítés látható.



33. ábra Munkarendszerek leírása felülnézeti sémával (KWF)

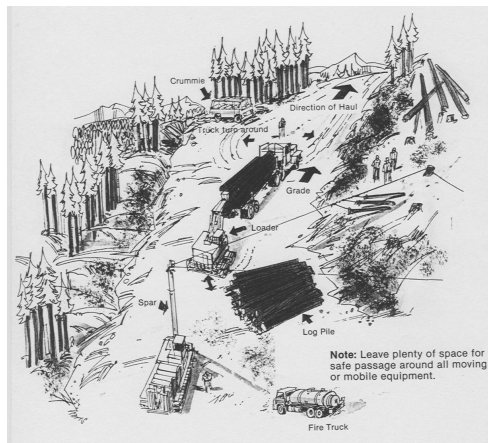
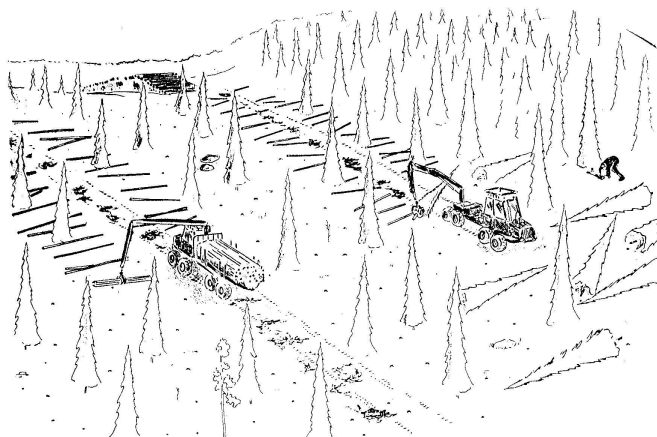
Hasonló módszert alkalmaztunk a munkarendszerek térbeli rendjének és műveleteinek ábrázolására az ERTI Technológiafejlesztési Csoportjában. A következő ábrán a motorfűrészes döntés, gallyazás, elődarabolás és előközelítés, az ezt követő bukókeretes szánkóval történő lovas közelítés, és a tömeges darabolás és sarangolás látható.



34. ábra Munkarendszerek leírása felülnézeti sémával (ERTI)

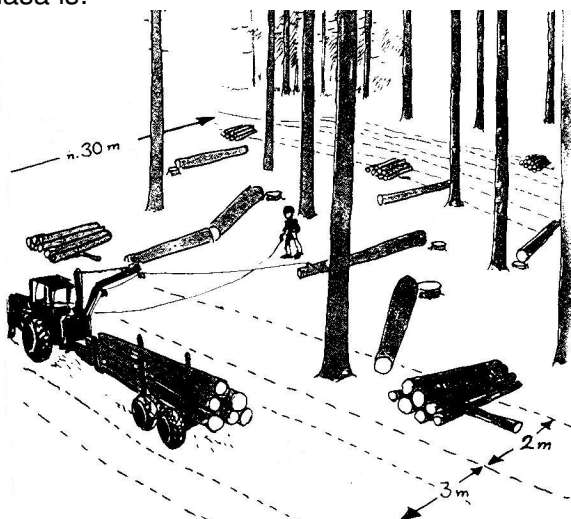
Távlati képes ábrázolások

A felülnézeti sémákhoz hasonlóan, de szinte távlati fénykép-szerűen történik a munkarendszerek ábrázolása. A rajzokon bizonyos torzításokat alkalmaznak, a fontos részek kiemelése, ill. a jobb áttekintés érdekében. Az állomány ilyen ábrákon nagyon ritka, a gépek pedig általában túlzottan nagyok. A vizuális áttekintés azonban nagyon egyszerűvé teszi a lényeg megértését. Egy skandináv és egy amerikai példával illusztrálom ezt a – grafikus közreműködését igénylő – megoldást.



35. ábra Munkarendszerek leírása távlati képes ábrázolással

Végül bemutatok egy ugyancsak fénykép-szerű ábrázolási módot, amelyet talán „betekintő” típusnak lehetne nevezni, hiszen ennek segítségével szinte bekukucskálhatunk az erdőben folyó munkába. A következő ábrán előközelítés látható, de ugyanígy lehetséges egy teljes munkarendszer ábrázolása is:




36. ábra Munkarendszerek leírása betekintő képes ábrázolással

Ezen a helyen nem tudom megállni, hogy ne hivatkozzam egy – talán túlságosan is közhelyszerű – mondásra, miszerint „nincs új a nap alatt”. Szakmánkban jól ismert a *Wessely* professzor által készített festmény. Álljon itt ez is, mint a „fakitermelési munkarendszerek” máig legtökéletesebb ábrázolási módja.



3.7.4.2 Az általam alkalmazott munkarendszer-leírás

A munkarendszerek megjelenítésére olyan megoldást kerestem, aminek viszonylag nagy az információtartalma, lehetőleg konkrét példát is tartalmaz, és alkalmas a katalogizálásra. Tehát egy olyan sémára épül, aminek a szerkezete „kényszeresen vezeti” a kitöltőjét az adott munkarendszer minél sokoldalúbb átgondolására.

Vaslovas rövidfás munkarendszer				
A.				
Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	1
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVÁL			
4.	EDA			
5.	EKÓZ			
6.	VÁL	KÉZ	VT	1
7.	DA	MF	VT	1
8.	KÓZ	VASLÓ	VT	2
9.	VÁL			
10.	DA			
11.	GŐ	FSZE	VT	1
12.	HA	FSZE	FR	1
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO			
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MA	KÉZ	FR	1
Rendszerteljesítmény:				1,15 nettó m ³ /űző
18.	FELT	KCR	FR	2
19.	SZÁLL	TGK	UT	1
20.	LET	KCR	AR	2
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			
D _{1,3} *: Mellékállomány átl. mellm. átmérője				
Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány				
C.				
Átmérőhatárok		D.		
Fafaj/állomány	D _{1,3} * (cm) -tól -ig	Lejtőkategória		
A	8 - 20	VÁLT	SÍK	5°
AFE	8 - 20	10°	15°	20°
B	8 - 20	25°	30°	33°<
CS	8 - 20	E.		
EKL	8 - 20	Beavatkozásokénti arány (%)		
ELL	8 - 20	TISZT		
FE	8 - 20	TKGY	80	
GY	8 - 20	NFGY	10	
HNY	8 - 20	FFV BV		
KST	8 - 20	FFV VV		
KTT	8 - 20	EÜ	10	
NNY	12 - 20	TRV		
		Osszesen:	100	
H.				
Megjegyzés:				
EÜ termelésekben rönkök vonszolásos közelítésére is alkalmas. Talajkímélete kimagasló.				
B.				
Költségkalkuláció konkrét esetre				
Fafaj: KTT		D _{1,3} *: 15 cm		2002 évben
Min.o.: III.				
Fatérf. %	Mozgatási távolság	Normaidő üző/m ³	Üző. költség Ft/űző	Fajl. költség Ft/nm ³
100		0,195	1 088	212
100		0,238	1 088	259
100		0,160	492	79
100		0,280	1 088	305
100	100 m	0,871	1 859	1 619
43		0,285	492	60
1		0,470	492	2
0,2		0,347	4 241	3
85		0,354	492	148
15		0,177	492	13
Fakitermelés összesen:				2 700
100		0,087	3 338	290
100	20 km	0,292	5 114	1 493
100		0,090	3 338	300
Felterhelés, szállítás, leterhelés össz.:				2 084
Fahasználat mindösszesen:				4 785
F.				
Kíméletesség (+ + + 0 - - -):				+++
G.				
Térbeli rend (ábra/kép)				
				

20. táblázat Munkarendszerek javasolt leírása

Minden munkarendszer egy Excel munkalapon írható le, amely kinyomtatva A4 formátumú. Kitöltés közben csak a zöld színű cellákba lehet írni. Ezekből a többi cella tartalmának kiszámítása automatikusan megtörténik.

A fejezetben lehet megadni a munkarendszer megnevezését. Természetesen bármilyen nevezéktan használható.

Az **A.** jelű mező tartalmazza a munkarendszer általános leírását. Ebben a végrehajtandó műveletek, a végrehajtó gépek vagy eszközök, a végrehajtási hely, és az alaplétszám felsorolása történik meg. Segíti a kitöltést, hogy az alapsémában benne vannak az előforduló műveletek, amik „sorvezetőként” szolgálnak. Így csak a megfelelő művelethez tartozó eszközt, helyet és létszámot kell beírni. Ezután a „főlsleges műveletmegnevezések akár ki is törölhetők, a meglévő műveletek pedig a végrehajtás sorrendjébe rakhatók. Természetesen lehetőség van egészen más műveletek (pl. aprítás) beírására is. Az A. mező két részből áll, a felső része a tulajdonképpeni fakitermelés, az alsó pedig a szállítás és a hozzá kapcsolódó rakodások rögzítésére szolgál.

A **B.** jelű mezőben példaként, vagy konkrét beavatkozásra illetve erdőrésztetre vonatkozó kalkulációként, egy költségszámítás végezhető. A mező fejlécében rögzítendő a fafaj (esetleg állománytípus), a kalkuláció éve, a mellékállomány mellmagassági átmérője és a minőségi osztály. A mező belsejében, műveletenként kell megadni a művelettel érintett fatérfogat arányát, anyagmozgatási műveleteknél a mozgatási távolságot, a normaidőt és az üzemóraköltséget. Utóbbi tartalmazza a műveletet végrehajtó gép, eszköz és ember(ek) költségét is. A fajlagos költségek és a költségösszesítések számítása automatikusan történik. A közölt ábrán nem látható, az Excel táblázatban azonban megjelölhető a munkarendszer teljesítményét meghatározó gép (vezérgép), aminek alapján ugyancsak automatikusan (a vezérgép normaidejének reciprokát véve) történik a rendszerteljesítmény kiszámítása. A B. mezőben kiszámított „Fakitermelés összesen” költségadat tulajdonképpen a mai gyakorlatban vállalkozói díjként ismert fakitermelési közvetlen költséget adja. Ugyancsak kiolvashatók a szállítással kapcsolatos költségek („Felterhelés, szállítás, leterhelés összesen”), és a fahasználati összes közvetlen költség, az előző két költség összegeként.

A **C.** jelű mezőben lehet megadni a fafajonkénti alkalmazási tartományokat. Bizonyos munkarendszerek kötődnek egyes fafajokhoz és ésszerű átmérőhatárokhoz.

A **D.** jelű mező szolgál a munkarendszer célszerű lejtőkategóriáinak megjelölésére. A lehetőségek közül be kell sötétíteni azokat, amely lejtőkategóriákban nem célszerű az alkalmazás.

Az **E.** jelű mező arra szolgál, hogy megadjuk a munkarendszer fakitermelési beavatkozásokénti jellemző alkalmazását. Ez származhat felmérésből, de megfogalmazható elvárásként is.

Az **F.** jelű mező utal a munkarendszer kíméletességére. Értelemszerűen írandó be a zöld mezőbe, a hétfokozatú skála szerint.

A **G.** mezőbe a jellemző vagy alkalmazandó térbeli rend, illetve egy jellegzetes (többnyire a vezérgépet ábrázoló) kép kerülhet.

A **H.** jelű mező a fentiekben meg nem adott, de fontos információk bevitelére szolgál.

Az ismerttetett séma lehetővé teszi, hogy összeállítsuk a munkarendszerek katalógusát, ami folyamatosan frissíthető és bővíthető. Technológiai utasításként akkor használható, ha kiegészítjük egy részletes munkarendszer-leírással és biztonsági előírásokkal.

3.7.4.3 Példa a részletes munkarendszer-leírásra

Bukókeretes szánkós, fogatos hosszúfás munkarendszer (Kőszegi)

Alkalmazási terület: A munkarendszer fenyő törzskiválasztó gyérítésekben alkalmazható, ahol a mellmagassági átmérő 15 cm alatti, a tőtávolság kicsi, a kikerülő faanyag pedig alacsony értékű.

Szükséges eszközök: Könnyű motorfűrész, szerszámöv kézi közelítő ollóval és rugós mérőszalaggal, két végén karikával ellátott (kb. 1 m) heveder, ló bukókeretes szánkóval, capin, motorfűrész oldalpálca.

Térbeli rend: A feltáró utakra merőleges közelítőnyomok kb. 1,5 m szélesek, és egymástól 15-20 m távolságra helyezkednek el. A döntést a pásztnak a felkészítő helytől legtávolabbi pontján kell elkezdeni és a döntést a leendő közelítési irányhoz képest hátrafelé, hegyes szögben (halszálkaszerűen) kell végrehajtani. Az elődarabolat 4 m hosszú fákat kézi közelítő ollóval a közelítőnyomhoz kell húzni az ászokfán halszálkaszerűen elhelyezkedő rakatokba.

Technológia:

Döntés: Felgallyazás után ferdevágásos döntés. Fennakadt fa levétele kézi közelítő ollóval.

Gallyazás: Heveder álló fára kötése. Fekvő törzs törésének megemelése kézi közelítő ollóval és az olló beakasztása a heveder karikájába. Gallyazás ingamódszerrel, közben az elődarabolási helyek megjelölése.

Elődarabolás: A csúcsrész levágása és a csúcson lévő ágak összevágása után, a tőhöz visszafelé haladva.

Előkészítés, rakásolás: Kézi közelítő ollóval, 0,2-0,3 m³ nagyságú rakatokba.

Közelítés: Lovas bukókeretes szánkóval.

Darabolás: Az ászokfán elrendezett rakat tömeges darabolása oldalpálcás motorfűrészszel, 1 m-es választékokra.

Sarangolás: Kézzel, a választékok elkülönítésével.

Csepregi hosszúfás változat

A Kőszegi munkarendszer változata, azzal a különbséggel, hogy a gallyazást nem felemelt fán végezzük. A munkarendszer alkalmazható lomb gyérítésekben is.

Fenyőfői szálfás változat

A Csepregi munkarendszer-változat adaptálása a soros telepítésű, alföldi és kopár fenyvesekre. A nagy tőszám miatt, első belenyúlásként az ilyen állományokban csak sematikus gyérítésre kerülhet sor. Ez minden negyedik (esetleg minden harmadik vagy minden ötödik) sor kivételét jelenti.

A faanyag a kivett sor helyén képződő közelítőnyomon termelődik, nincs szükség az elődarabolásra, mivel nem kell kifordulni a közelítőnyomra a rakattal, és a famagasság sem teszi lehetővé több hosszú darab kinyerését. Az elődarabolás elmaradása miatt nem szükséges a rugós mérőszalag használata sem.

Ugyanakkor problémát jelent a közelítőnyomon felhalmozódó gallymennység. Ezért a ferde vágásos döntés után a dőlő fát a munkás jobbra húzza, a koronarész tehát a közelítőnyom jobb oldalán fekszik.

Az ingamódszerű gallyazás után az 5-7 m hosszú szálfát a közelítőnyom bal oldalán rakásolja ászokfára a munkás. Mivel a gallyanyagot a korona-összedarabolással együtt néhány vágással szintén összerogyasztja, a kivett sor helyén képződő közelítőnyom járhatóvá válik. A jobb oldalon elhelyezkedő gallyak egyúttal védik is a fák tövét a sérüléstől.

Az alap munkarendszer sémája a következő oldalon látható.

3.7.5 A Magyarországon alkalmazott munkarendszerek

A következő oldalakon, a Magyarországon jelenleg alkalmazott munkarendszerek sémái láthatók. A munkarendszerek a következők:

- Fogatos rövidfás munkarendszer (ló+KKP v. ló+szánkó)
- Fogatos hosszúfás munkarendszer (ló láncsal)
- Utánfutós traktoros rövidfás munkarendszer
- Markolós traktoros rövidfás munkarendszer (RV-s)
- Csörlős traktoros hosszúfás munkarendszer
- Csörlős vonszolós rövidfás munkarendszer (egységgrakatos)
- Csörlős vonszolós hosszúfás munkarendszer (LKT-s)
- Kihordó szerelvényes rövidfás munkarendszer
- Kihordó vontatós rövidfás munkarendszer
- Kötéldarus rövidfás munkarendszer

Fogatos rövidfás munkarendszer (ló+KKP v. ló+szánkó)

A.

Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	1
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVAL			
4.	EDA			
5.	EKÖZ			
6.	VÁL	KÉZ	VT	1
7.	DA	MF	VT	1
8.	KÖZ	LÓ+KKP	VT	2
9.	VÁL			
10.	DA			
11.	GÖ	FSZE	VT	1
12.	HA	FSZE	FR	1
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO			
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MÁ	KÉZ	FR	1
Rendszerteljesítmény:		1,15 nettó m ³ /üző		
18.	FELT	KCR	FR	2
19.	SZÁLL	TGK	ÚT	1
20.	LET	KCR	AR	2
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			

D_{1,3}*: Mellékállomány átl. mellm. átmérője

Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány

C.

Átmérőhatárok	
Fafaj/állomány	D _{1,3} * (cm) -tól -ig
A	8 - 25
AFE	8 - 25
B	8 - 25
CS	8 - 25
EKL	8 - 25
ELL	8 - 25
FE	8 - 25
GY	8 - 25
HNY	8 - 25
KST	8 - 20
KTT	8 - 20
NNY	12 - 15

D.

Lejtőkategória		
VÁLT	SÍK	5°
10°	15°	20°
25°	30°	33°<

E.

Beavatkozásokénti arány (%)	
TISZT	
TKGY	90
NFGY	10
FFV BV	
FFV VV	
EÜ	
TRV	
Összesen:	100

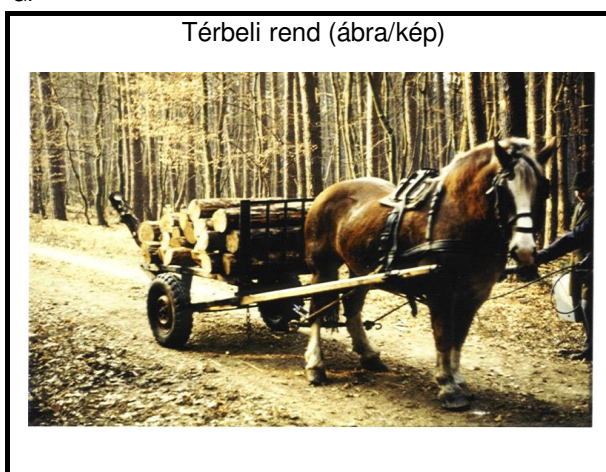
B.

Költségkalkuláció konkrét esetre				2002 évben	
Fafaj:	KTT	D _{1,3} *:	15 cm	Min.o.: III.	
Fatérf. %	Mozgatási távolság	Normaidő üzó/m ³	Üz. költség Ft/üzó	Fajl. költség Ft/nm ³	
100		0,195	1 088	212	
100		0,238	1 088	259	
100		0,160	492	79	
100		0,280	1 088	305	
100	130 m	0,867	1 514	1 313	
43		0,285	492	60	
1		0,470	492	2	
0,2		0,347	4 241	3	
85		0,354	492	148	
15		0,177	492	13	
Fakitermelés összesen:				2 394	
100		0,087	3 338	290	
100	20 km	0,292	5 114	1 493	
100		0,090	3 338	300	
Felterhelés, szállítás, leterhelés össz.:				2 084	
Fahasználat mindösszesen:				4 478	

F.

Kíméletesség (+ + + o - - -):	+++
---------------------------------	------------

G.



H.

Megjegyzés:

22. táblázat Fogatos rövidfás munkarendszer

Fogatos hosszúfás munkarendszer (ló láncsal)

A.

Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	1
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVAL			
4.	EDA	MF	VT	1
5.	EKÖZ			
6.	VÁL			
7.	DA			
8.	KÖZ	LÓ + LÁNC	VT	1
9.	VÁL	KÉZ	FR	1
10.	DA	MF	FR	1
11.	GÖ	FSZE	FR	1
12.	HA	FSZE	FR	2
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO			
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MÁ	KÉZ	FR	1
Rendszerteljesítmény:		1,08 nettó m ³ /üző		
18.	FELT	KCR	FR	2
19.	SZÁLL	TGK	ÚT	1
20.	LET	KCR	AR	2
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			

D_{1,3}^{*}: Mellékállomány átl. mellm. átmérője

Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány

C.

Átmérőhatárok		
Fafaj/ állomány	D _{1,3} [*] (cm)	
	-tól	-ig
A	8	15
AFE	8	15
B	8	20
CS	8	20
EKL	8	20
ELL	8	15
FE	8	15
GY	8	15
HNY	-	-
KST	-	-
KTT	8	20
NNY	-	-

D.

Lejtőkategória		
VÁLT	SÍK	5°
10°	15°	20°
25°	30°	33°<

E.

Beavatkozásokénti arány (%)	
TISZT	
TKGY	95
NFGY	5
FFV BV	
FFV VV	
EÜ	
TRV	
Összesen:	100

B.

Költségkalkuláció konkrét esetre				2002 évben
Fafaj:	KTT	D _{1,3} [*] :	15	cm
Min.o.:				III.
Fatérf. %	Mozgatási távolság	Normaidő üző/m ³	Üző. költség Ft/üző	Fajl. költség Ft/nm ³
100		0,195	1 088	212
100		0,238	1 088	259
100		0,070	1 088	76
100	130 m	0,925	929	859
100		0,116	492	57
100		0,200	1 088	218
43		0,285	492	60
1		0,470	492	2
0,2		0,347	4 241	3
85		0,354	492	148
15		0,177	492	13
Fakitermelés összesen:				1 908
100		0,087	3 338	290
100	20 km	0,292	5 114	1 493
100		0,090	3 338	300
Felterhelés, szállítás, leterhelés össz.:				2 084
Fahasználat mindösszesen:				3 992

F.

Kíméletesség (+ + + o - - -):	++
---------------------------------	-----------



H.

Megjegyzés:

23. táblázat Fogatos hosszúfás munkarendszer

Utánfutós traktoros rövidfás munkarendszer

A.

Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	1
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVAL			
4.	EDA			
5.	EKÖZ			
6.	VÁL	KÉZ	VT	1
7.	DA	MF	VT	1
8.	KÖZ	TRK+UF	VT	2
9.	VÁL			
10.	DA			
11.	GÖ	FSZE	VT	1
12.	HA	FSZE	FR	1
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO			
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MÁ	TRK	FR	1
Rendszerteljesítmény:		1,22 nettó m ³ /üző		
18.	FELT	KCR	FR	2
19.	SZÁLL	TGK	ÚT	1
20.	LET	KCR	AR	2
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			

D_{1,3}*: Mellékállomány átl. mellm. átmérője

Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány

C.

Átmérőhatárok	
Fafaj/állomány	D _{1,3} * (cm) -tól -ig
A	8 - 25
AFE	8 - 30
B	8 - 25
CS	8 - 25
EKL	8 - 25
ELL	8 - 25
FE	8 - 30
GY	8 - 25
HNY	8 - 25
KST	8 - 25
KTT	8 - 25
NNY	12 - 30

D.

Lejtőkategória		
VÁLT	SÍK	5°
10°	15°	20°
25°	30°	33°<

E.

Beavatkozásokénti arány (%)	
TISZT	
TKGY	80
NFGY	20
FFV BV	
FFV VV	
EÜ	
TRV	
Összesen:	100

B.

Költségkalkuláció konkrét esetre				2002 évben
Fafaj:	KTT	D _{1,3} *:	15 cm	Min.o.: III.
Fatérf. %	Mozgatási távolság	Normaidő üző/m ³	Üző. költség Ft/üző	Fajl. költség Ft/nm ³
100		0,195	1 088	212
100		0,238	1 088	259
100		0,160	492	79
100		0,280	1 088	305
100	200 m	0,820	3 388	2 778
		0,047	492	
		0,120	1 088	
43		0,285	492	60
1		0,470	492	2
0,2		0,347	4 241	3
85		0,354	492	148
15		0,177	2 926	77
Fakitermelés összesen:				3 924
100		0,087	3 338	290
100	20 km	0,292	5 114	1 493
100		0,090	3 338	300
Felterhelés, szállítás, leterhelés össz.:				2 084
Fahasználat mindösszesen:				6 008

F.

Kíméletesség (+ + + o - - -):	++
---------------------------------	-----------

G.



H.

Megjegyzés:

24. táblázat Utánfutós traktoros rövidfás munkarendszer

Markolós traktoros rövidfás munkarendszer (RV-s)

A.

Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	2
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVAL			
4.	EDA	MF	VT	1
5.	EKÖZ			
6.	VÁL			
7.	DA			
8.	KÖZ	TRK+MARK.	VT	1
9.	VÁL	KÉZ	FR	1
10.	DA	MF	FR	1
11.	GÖ	FSZE	FR	1
12.	HA	FSZE	FR	1
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO			
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MÁ	TRK+MARK.	FR	1
Rendszerteljesítmény:		2,73 nettó m ³ /üző		
18.	FELT	KCR	FR	2
19.	SZÁLL	TGK	ÚT	1
20.	LET	KCR	AR	2
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			

D_{1,3}*: Mellékállomány átl. mellm. átmérője

Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány

C.

Átmérőhatárok		
Fafaj/ állomány	D _{1,3} * (cm)	
	-tól	-ig
A	15	35
AFE	20	25
B	-	-
CS	15	35
EKL	-	-
ELL	12	35
FE	-	-
GY	-	-
HNY	12	40
KST	15	35
KTT	15	35
NNY	12	40

D.

Lejtőkategória		
VÁLT	SÍK	5°
10°	15°	20°
25°	30°	33°<

E.

Beavatkozásokon- kénti arány (%)	
TISZT	
TKGY	30
NFGY	40
FFV BV	5
FFV VV	
EÜ	
TRV	25
Összesen:	100

B.

Költségkalkuláció konkrét esetre				2002 évben
Fafaj:	KTT	D _{1,3} *:	25	cm
Min.o.:				III.
Fatérf. %	Mozgatási távolság	Normaidő üző/m ³	Üz. költség Ft/üző	Fajl. költség Ft/nm ³
100		0,125	1 580	198
100		0,151	1 088	164
100		0,053	1 088	58
100	200 m	0,366	2 926	1 071
100		0,067	492	33
100		0,155	1 088	169
37		0,225	492	41
7		0,613	492	21
0,2		0,347	4 241	3
62		0,354	492	108
38		0,109	2 926	121
Fakitermelés összesen:				1 986
100		0,066	3 338	220
100	20 km	0,247	5 114	1 263
100		0,069	3 338	230
Felterhelés, szállítás, leterhelés össz.:				1 714
Fahasználat mindösszesen:				3 700

F.

Kíméletesség (+ + + o - - -):	0
---------------------------------	----------

G.

Térbeli rend (ábra/kép)



H.

Megjegyzés:

25. táblázat Markolós traktoros rövidfás munkarendszer

Csörlős traktoros hosszúfás munkarendszer

A.

Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	2
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVAL			
4.	EDA			
5.	EKÖZ			
6.	VÁL			
7.	DA			
8.	KÖZ	TRK+CSÖRLŐ	VT	1
9.	VÁL	KÉZ	FR	1
10.	DA	MF	FR	1
11.	GÖ	FSZE	FR	1
12.	HA	FSZE	FR	1
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO			
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MÁ	TRK	FR	1
Rendszerteljesítmény:		1,96 nettó m ³ /üző		
18.	FELT	KCR	FR	2
19.	SZÁLL	TGK	ÚT	1
20.	LET	KCR	AR	2
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			

D_{1,3}*: Mellékállomány átl. mellm. átmérője

Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány

C.

Átmérőhatárok	
Fafaj/állomány	D _{1,3} * (cm) -tól -ig
A	15 - 35
AFE	15 - 35
B	15 - 40
CS	15 - 35
EKL	15 - 40
ELL	15 - 35
FE	20 - 30
GY	15 - 30
HNY	15 - 30
KST	15 - 35
KTT	15 - 35
NNY	15 - 30

D.

Lejtőkategória		
VÁLT	SÍK	5°
10°	15°	20°
25°	30°	33°<

E.

Beavatkozásokénti arány (%)	
TISZT	
TKGY	10
NFGY	60
FFV BV	
FFV VV	
EÜ	
TRV	30
Összesen:	100

B.

Költségkalkuláció konkrét esetre				2002 évben
Fafaj:	KTT	D _{1,3} *:	25 cm	Min.o.: III.
Fatérf. %	Mozgatási távolság	Normaidő üző/m ³	Üző. költség Ft/üző	Fajl. költség Ft/nm ³
100		0,125	1 580	198
100		0,151	1 088	164
100	300 m	0,510	2 963	1 511
100		0,067	492	33
100		0,155	1 088	169
37		0,225	492	41
7		0,613	492	21
0,2		0,347	4 241	3
62		0,354	492	108
38		0,109	2 926	121
Fakitermelés összesen:				2 369
100		0,066	3 338	220
100	20 km	0,247	5 114	1 263
100		0,069	3 338	230
Felterhelés, szállítás, leterhelés össz.:				1 714
Fahasználat mindösszesen:				4 082

F.

Kíméletesség (+ + + o - - -):	- - -
---------------------------------	--------------



H. Megjegyzés:

26. táblázat Csörlős traktoros hosszúfás munkarendszer

Csörlős vonszolós rövidfás munkarendszer (egységgrakatos)

A.

Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	2
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVAL			
4.	RAK	KÉZ	VT	1
5.	EKÖZ			
6.	VÁL	KÉZ	VT	1
7.	DA	MF	VT	1
8.	KÖZ	LKT	VT	1
9.	VÁL			
10.	DA			
11.	GÖ	FSZE	VT	1
12.	HA	FSZE	FR	1
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO			
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MÁ	LKT	FR	1
Rendszerteljesítmény:		3,39 nettó m ³ /üző		
18.	FELT	KCR	FR	2
19.	SZÁLL	TGK	ÚT	1
20.	LET	KCR	AR	2
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			

D_{1,3}*: Mellékállomány átl. mellm. átmérője

Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány

C.

Átmérőhatárok	
Fafaj/állomány	D _{1,3} * (cm) -tól -ig
A	-
AFE	-
B	15 - 30
CS	15 - 30
EKL	15 - 30
ELL	-
FE	-
GY	15 - 30
HNY	-
KST	-
KTT	15 - 30
NNY	-

D.

Lejtőkategória		
VÁLT	SÍK	5°
10°	15°	20°
25°	30°	33°<

E.

Beavatkozásokénti arány (%)	
TISZT	
TKGY	40
NFGY	50
FFV BV	10
FFV VV	
EÜ	
TRV	
Összesen:	100

B.

Költségkalkuláció konkrét esetre				2002 évben
Fafaj:	KTT	D _{1,3} *:	25 cm	Min.o.:
Fatérf. %	Mozgatási távolság	Normaidő üző/m ³	Üző. költség Ft/üző	Fajl. költség Ft/nm ³
100		0,125	1 580	198
100		0,151	1 088	164
62		0,354	492	108
100		0,083	492	41
100		0,196	1 088	213
100	300 m	0,295	4 692	1 384
37		0,225	492	41
7		0,613	492	21
0,2		0,347	4 241	3
62		0,354	492	108
38		0,082	4 692	146
Fakitermelés összesen:				2 427
100		0,066	3 338	220
100	20 km	0,247	5 114	1 263
100		0,069	3 338	230
Felterhelés, szállítás, leterhelés össz.:				1 714
Fahasználat mindösszesen:				4 141

F.

Kíméletesség (+ + + o - - -):	++
---------------------------------	----

G.

Térbeli rend (ábra/kép)



H.

Megjegyzés:

27. táblázat Csörlős vonszolós rövidfás munkarendszer

Csörlős vonszolós hosszúfás munkarendszer (LKT-s)

A.

Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	2
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVAL			
4.	EDA			
5.	EKÖZ			
6.	VÁL			
7.	DA			
8.	KÖZ	LKT	VT	1
9.	VÁL	KÉZ	FR	1
10.	DA	MF	FR	1
11.	GÖ	FSZE	FR	1
12.	HA	FSZE	FR	2
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO			
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MÁ	LKT	FR	1
Rendszerteljesítmény:		5,75 nettó m ³ /üző		
18.	FELT	HIAB	FR	1
19.	SZÁLL	TGK	ÚT	1
20.	LET	HIAB	AR	1
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			

D_{1,3}*: Mellékállomány átl. mellm. átmérője

Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány

C.

Átmérőhatárok	
Fafaj/állomány	D _{1,3} * (cm) -tól -ig
A	25 - 35
AFE	25 - 35
B	20 - 50
CS	25 - 35
EKL	25 - 50
ELL	25 - 35
FE	25 - 50
GY	20 - 30
HNY	25 - 40
KST	20 - 60
KTT	20 - 50
NNY	25 - 40

D.

Lejtőkategória		
VÁLT	SÍK	5°
10°	15°	20°
25°	30°	33°<

E.

Beavatkozásokénti arány (%)	
TISZT	
TKGY	
NFGY	30
FFV BV	10
FFV VV	10
EÜ	
TRV	50
Összesen:	100

B.

Költségkalkuláció konkrét esetre				2002 évben
Fafaj:	KTT	D _{1,3} *:	35 cm	Min.o.: III.
Fatérf. %	Mozgatási távolság	Normaidő üző/m ³	Üző. költség Ft/üző	Fajl. költség Ft/nm ³
100		0,094	1 580	149
100		0,096	1 088	104
100	400 m	0,174	4 692	816
100		0,047	492	23
100		0,120	1 088	131
35		0,210	492	36
10		0,730	492	36
0,2		0,347	4 241	3
52		0,354	492	90
49		0,058	4 692	132
Fakitermelés összesen:				1 520
100		0,055	5 270	290
100	20 km	0,221	5 114	1 130
100		0,055	5 270	290
Felterhelés, szállítás, leterhelés össz.:				1 710
Fahasználat mindösszesen:				3 230

F.

Kíméletesség (+ + + o - - -):	- - -
---------------------------------	-------



H.

Megjegyzés:
 Felújítóvágásokban csak 4-6 m-re történő elődarabolással alkalmazható, és a közelítőgép csak a kijelölt közelítőnyomokon mozoghat.

28. táblázat Csörlős vonszolós hosszúfás munkarendszer

Kihordó szerelvényes rövidfás munkarendszer

A.

Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	2
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVAL			
4.	EDA	MF	VT	1
5.	EKÖZ			
6.	VÁL			
7.	DA			
8.	KÖZ	KIHS	VT	1
9.	VÁL	KÉZ	FR	1
10.	DA	MF	FR	1
11.	GÖ	FSZE	FR	1
12.	HA	FSZE	FR	2
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO			
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MÁ			
Rendszerteljesítmény:		4,05 nettó m ³ /üző		
18.	FELT	HIAB	FR	1
19.	SZÁLL	TGK	ÚT	1
20.	LET	HIAB	AR	1
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			

D_{1,3}*: Mellékállomány átl. mellm. átmérője

Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány

C.

Átmérőhatárok		
Fafaj/ állomány	D _{1,3} * (cm) -tól -ig	
A	-	
AFE	30	35
B	15	40
CS	15	35
EKL	20	50
ELL	15	35
FE	15	35
GY	15	30
HNY	25	40
KST	20	25
KTT	15	35
NNY	25	40

D.

Lejtőkategória		
VÁLT	SÍK	5°
10°	15°	20°
25°	30°	33°<

E.

Beavatkozásokon- kénti arány (%)	
TISZT	
TKGY	10
NFGY	40
FFV BV	20
FFV VV	10
EÜ	
TRV	20
Összesen:	100

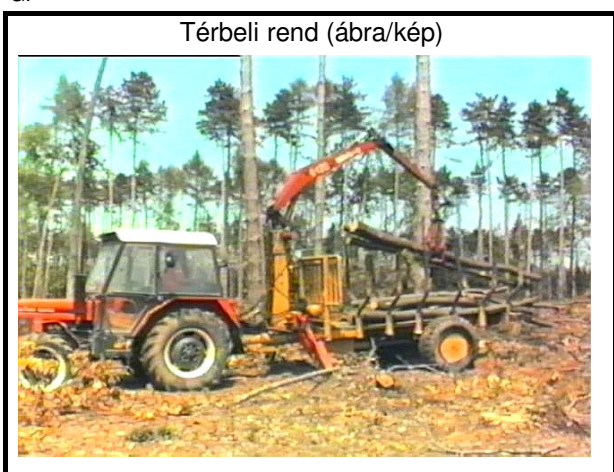
B.

Költségkalkuláció konkrét esetre				2002 évben
Fafaj:	KTT	D _{1,3} *:	35 cm	Min.o.: III.
Fatérf. %	Mozgatási távolság	Normaidő üző/m ³	Üz. költség Ft/üző	Fajl. költség Ft/nm ³
100		0,094	1 580	149
100		0,096	1 088	104
100		0,040	1 088	44
100	1000 m	0,247	4 823	1 191
100		0,047	492	23
100		0,120	1 088	131
35		0,210	492	36
10		0,730	492	36
0,2		0,347	4 241	3
52		0,354	492	90
Fakitermelés összesen:				1 806
100		0,055	5 270	290
100	18 km	0,186	5 114	951
100		0,055	5 270	290
Felterhelés, szállítás, leterhelés össz.:				1 531
Fahasználat mindösszesen:				3 337

F.

Kíméletesség (+ + + o - - -):	++
---------------------------------	-----------


G.




H.

Megjegyzés:

29. táblázat Kihordó szerelvényes rövidfás munkarendszer

Kihordó vontatós rövidfás munkarendszer				
A.				
Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	2
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVAL			
4.	EDA	MF	VT	1
5.	EKÖZ			
6.	VÁL			
7.	DA			
8.	KÖZ	KIHV	VT	1
9.	VÁL	KÉZ	FR	1
10.	DA	MF	FR	1
11.	GÖ	FSZE	FR	1
12.	HA	FSZE	FR	2
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO			
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MÁ			
Rendszerteljesítmény:		6,94 nettó m ³ /üző		
18.	FELT	HIAB	FR	1
19.	SZÁLL	TGK	ÚT	1
20.	LET	HIAB	AR	1
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			
D _{1,3} *: Mellékállomány átl. mellm. átmérője				
Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány				
B.				
Költségkalkuláció konkrét esetre				2002 évben
Fafaj:	KTT	D _{1,3} *:	35 cm	Min.o.: III.
Fatérf. %	Mozgatási távolság	Normaidő üző/m ³	Üző. költség Ft/üző	Fajl. költség Ft/nm ³
100		0,094	1 580	149
100		0,096	1 088	104
100		0,040	1 088	44
100	1000 m	0,144	10 509	1 513
100		0,047	492	23
100		0,120	1 088	131
35		0,210	492	36
10		0,730	492	36
0,2		0,347	4 241	3
52		0,354	492	90
Fakitermelés összesen:				2 128
100		0,055	5 270	290
100	18 km	0,186	5 114	951
100		0,055	5 270	290
Felterhelés, szállítás, leterhelés össz.:				1 531
Fahasználat mindösszesen:				3 659
F.				
Kíméletesség (+ + + o - - -):				+++
G.				
Térbeli rend (ábra/kép)				
				
E.				
Beavatkozások arány (%)				
TISZT				
TKGY				
NFGY			20	
FFV BV			20	
FFV VV			20	
EÜ				
TRV			40	
Összesen:			100	
H.				
Megjegyzés:				

30. táblázat Kihordó vontatós rövidfás munkarendszer

Kötéldarus rövidfás munkarendszer				
A.				
Munkarendszer általános leírása				
S.sz.	Művelet	Eszköz/Gép	Hely	Lét-szám
1.	DO	MF	VT	2
2.	GA	MF	VT	1
3.	EVAL			
4.	EDA	MF	VT	1
5.	EKÖZ			
6.	VÁL			
7.	DA			
8.	KÖZ	KÓPA	VT	3
9.	VÁL	KÉZ	FR	1
10.	DA	MF	FR	1
11.	GÖ	FSZE	FR	1
12.	HA	FSZE	FR	2
13.	KÉR	KRG	FR	3
14.	MO	LKT	FR	1
15.	MO			
16.	SA	KÉZ	FR	1
17.	MÁ	LKT	FR	1
Rendszerteljesítmény:		2,86 nettó m ³ /üző		
18.	FELT	HIAB	FR	1
19.	SZÁLL	TGK	ÚT	1
20.	LET	HIAB	AR	1
21.	FELT			
22.	SZÁLL			
23.	LET			
D _{1,3} *: Mellékállomány átl. mellm. átmérője				
Fatérf.: Művelettel érintett fatérfogat arány				
C.				
Átmérőhatárok		D. Lejtőkategória		
Fafaj/állomány	D _{1,3} * (cm) -tól -ig	VÁLT	SÍK	5°
A	-	10°	15°	20°
AFE	-	25°	30°	33°<
B	30 - 50	E. Beavatkozásokénti arány (%)		
CS	30 - 35	TISZT		
EKL	40 - 50	TKGY		
ELL	-	NFGY	25	
FE	30 - 50	FFV BV	15	
GY	30 - 30	FFV VV	10	
HNY	-	EÜ		
KST	-	TRV	50	
KTT	30 - 50	Összesen:	100	
NNY	-	F.		
Kíméletesség (+ + + o - - -):		+++		
G.				
Térbeli rend (ábra/kép)				
				
H.				
Megjegyzés:				

31. táblázat Kötéldarus rövidfás munkarendszer

3.7.6 Munkarendszerek alkalmazási arányai

3.7.6.1 A munkarendszerek alkalmazási arányainak időbeli alakulása

Az egyes munkarendszerek alkalmazási arányaira vonatkozóan részben szakirodalomból vett, részben saját felmérésekből származó adatokat közlök. Nehézséget okoz az összehasonlításban, hogy az idők folyamán változnak a csoportosítás szempontjai. Ugyancsak gondot jelent némely megoldás megfelelő besorolása. Az alábbi táblázatban közlöm az 1970-es, 1980-as években kialakított – hivatkozott szerzőktől származó – beosztást, és ezen szempontok szerint soroltam be azoknak a felméréseknek ill. adatgyűjtéseknek az eredményeit is, amelyekben magam is részt vettem. Ilyenek az ERTI 1989-es és 1991-es országos felmérése, valamint a költség–hozam elemzési felvételekből származó adatok.

A rövidfás, tő melletti felkészítéses munkarendszer-változatokhoz soroltam a kézi közelítéses, a fogatos rövidfás (szánkós vagy kerékpáros), az utóbbi években megjelent traktoros rövidfás (traktor, rövidfás utánfutóval) és egységgrakatos megoldásokat.

Rövidfás, anyagmozgatással komplex munkarendszer-változatnak tekintetem a markolós traktoros (RV-s), a kihordó szerelvényes, a kihordó vontatós és a kötélदारus eljárásokat. Ezek mindegyikében vitatható a rövidfás besorolás, hiszen általában külön végzik a méretesebb választékok (rönkféseségek) és külön, az egyéb (többszörös hosszban hagyott) választékok közelítését. Ugyanakkor hagyományosan azt a munkarendszert tekintették anyagmozgatással komplexnek, amelyben a termeléssel egyidejűleg történik az anyagmozgatás, ez pedig sem a kihordós, sem a kötélpályás megoldásoknál nem tekinthető kizárólagosan jellemzőnek.

Magyarországi fahasználati munkarendszerek arányai

Munkarendszer, változat	1975	1976	1981	1989	1991	1999
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Rövidfás, tő melletti felkészítéssel	22	20	15	30	27	28
Rövidfás, anyagmozgatással komplex	37	20	20	11	16	23
Hosszúfás, felső felkészítőhelyi	22	50	45	49	50	49
Hosszúfás, felső felkészítőtelepi	12		5			
Hosszúfás, alsó felkészítőtelepi	7		10			
Teljesfás			3	3		
Aprítékos		10	2	4	5	
Egyéb				3	2	
Összesen	100	100	100	100	100	100

1. Herpay et al. (1978)

2. Káldy javaslata (1976)

3. Rumpf (1982)

4. ERTI országos felmérés (14 erdőgazdaság)

5. ERTI országos felmérés (14 erdőgazdaság)

6. Költség-hozam elemzések adatgyűjtéseiből (8 erdőgazdaság)

32. táblázat Magyarországi fahasználati munkarendszerek arányai

A táblázatból néhány következtetés mégis levonható. Az 1980-as évek elejéig fokozatosan csökkenő, újabban pedig ismét emelkedő tendenciát mutatnak a rövidfás (választékban termeléses) munkarendszerek. A visszamaradó állomány kímélete szempontjából kedvezőnek mondható ez az utóbbi tendencia.

A hosszúfás munkarendszerek aránya 1981-ig emelkedett, azóta stagnál. Az 1980-as évek második felében azonban megszűntek a telepi felkészítéssel munkarendszer-változataik. Az utóbbi években eltűntek a teljesfás és az aprítéktermeléses munkarendszerek. Az utóbbi két munkarendszer (a stacioner aprítógépet kiszolgáló teljesfás, és a mobil aprítógéppel dolgozó aprítékos) a jövőben ismét szerephez juthat, amennyiben – a gáz árának és a megújuló energiaforrások előtérbe kerülésének függvényében – ismételtelen megnövekszik az igény az energetikai célú apríték előállítására. Ez utóbbi nem befolyásolja teljes bizonyossággal a fakitermelési munkarendszerek alakulását, mivel a tüzelési célú apríték előállítását a felhasználás helyén is végezhetik.

A munkarendszerek alakulásánál nem érdektelen megnézni, milyen változások történtek az utóbbi években, az egyes közelítő-eszköz kategóriák figyelembevételével.

Magyarországi fahasználati munkarendszerek arányai a közelítőeszközök szerinti bontásban

Közeliítő eszköz, munkarendszer-változat	1989	1999
	1.	2.
Kézi	0,8	0,2
Fogatos rövidfás (szánkó, kerékpár)	24,2	13,2
Fogatos hosszúfás (lánc)	5,1	1,3
Traktoros rövidfás (traktor+utánfutó)		12,2
Traktoros markolós (RV)	8,5	9,2
Traktoros hosszúfás (traktor+csörlő)	10,2	13,6
Egységgrakatos (LKT rövidfás)	5,5	2,7
LKT hosszúfás	33,4	34,2
Kihordó (kih. vontató, kih. szerelv.)	2,5	13,3
Kötélpályás		0,1
Aprítékos	3,8	
Egyéb	6,0	
Osszesen	100	100

1. ERTI országos felmérés (14 erdőgazdaság)
2. Költség-hozam elemzések adatgyűjtéseiből (8 erdőgazdaság)

33. táblázat Munkarendszerek arányai közelítőeszközök szerint

A táblázatból úgy tűnik, hogy az 1990-es évek fordulóján – sokunk megdöbbenésére – ismét megjelent kézi közelítéssel megoldások ma már visszaszorulóban vannak.

Erőteljesen csökkent (sok helyen már meg is szűnt) a fogatos közelítés, helyette az utánfutóval ellátott mezőgazdasági traktorok kerültek előtérbe a vékonyabb nevelővágásokban.

Mivel az 1999-ből és azt megelőző évekből (költség-hozam elemzésekből) származó adatok dunántúli erdőgazdaságok fakitermeléseit tükrözik, a markolós traktoros (RV-s) közelítésnek országosan feltételezhetően nagyobb az aránya. Ezt a közelítést ugyanis elsősorban az Alföldön használják elterjedten.

A kihordó vontatókkal és szerelvényekkel végzett közelítések emelkedő aránya örvendetes, jó tendencia. A munkabérek növekedésével pedig egyre inkább versenyképes is lesz.

Más országok közül Ausztriára vonatkozóan vannak adataim. Egy stájerországi felmérés (*Landeskammer f. Land- u. Forstwirtschaft 1985*) szerint, a munkarendszerek alkalmazási aránya az erdészeti üzemnagyságok szerint az alábbi:

Munkarendszer, változat	2-5	5-20	20-50	50-200	200<
	ha-os üzemnagyságnál				
Választéktermeléses	96,0	93,2	86,4	70,7	49,0
Hosszúfás	3,9	6,0	13,5	29,1	37,4
Teljesfás	0,1	0,8	0,1	0,2	13,6
Osszesen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

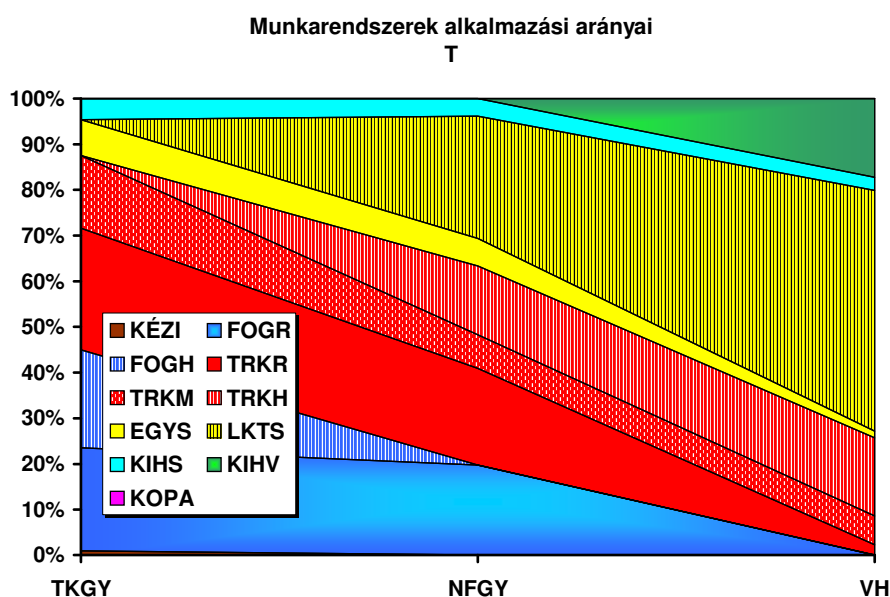
34. táblázat Munkarendszerek arányai (Stájerország 1985)

Jirikowski 1991-es előadásában Ausztriára, 1988-ra vonatkozóan az alábbi munkarendszer-arányokat adta meg: Választéktermeléses: 36,5%, hosszúfás: 63,5 %.

3.7.6.2 A fakitermelési munkarendszerek jelenlegi alkalmazási arányai

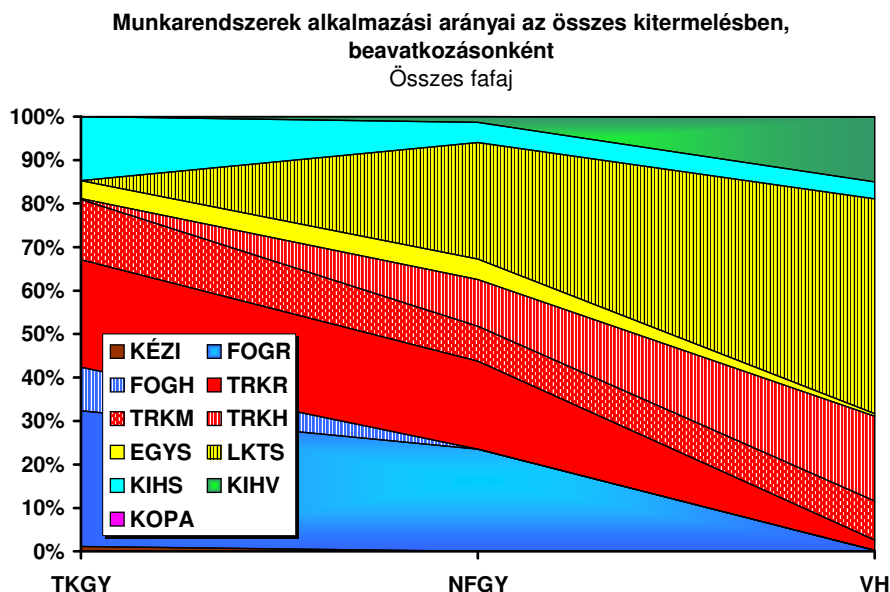
A munkarendszerek alkalmazási arányaira vonatkozó legfrissebb eredmények, a már említett fahasználati költség–hozam elemzések melléktermékei. Országos illetve vállalati szinten, hosszú évek óta végzünk *Rumpf* Jánossal közösen költség–hozam elemzéseket. Az ezekhez szükséges alapadatokat rendszerint erdészeti szintről kapjuk meg. Más adatok mellett, az erdészetek megadják a fafajonkénti és beavatkozásonkénti (TKGY, NFGY stb.) kitermelt fatérfogatokat és a munkarendszer-változatok beavatkozásokon belüli alkalmazási arányait is. Ezekből, az 1990-es évek második fele óta, egy – meglehetősen bonyolult – ötlépcsős számítássorozattal jutottam el oda, hogy meghatározzam erdőgazdasági szinten, fafajonként, a munkarendszerek mellmagassági átmérő-fokozatonkénti alkalmazási arányait. A beavatkozásokat fafajonként meghatározott átmérő-kategóriákhoz kötve, kimutathatók a beavatkozásonkénti arányok.

Ezt követően az erdőgazdaságonkénti, fafajon belüli beavatkozásonkénti arányokat, az erdőgazdaság adott fafajból, adott beavatkozásnál kitermelt fatérfogatának ugyanazon fafaj ugyanolyan beavatkozásánál kitermelt összes fatérfogathoz viszonyított arányával kellett súlyozni, hogy a mintába bevont erdőgazdasági csoportra jellemző arányszámot kapjak. Természetesen ezt a számítássorozatot minden fafaj, minden beavatkozására el kellett végezni. A beavatkozásokat végül mindössze három csoportba soroltam be: Törzskiválasztó gyérítés, növedékfokozó gyérítés és véghasználat. Példaképpen bemutatom a munkarendszerek alkalmazási arányait a tölgyek egyes beavatkozásaiban.



37. ábra Munkarendszerek alkalmazási arányai (Tölgy)

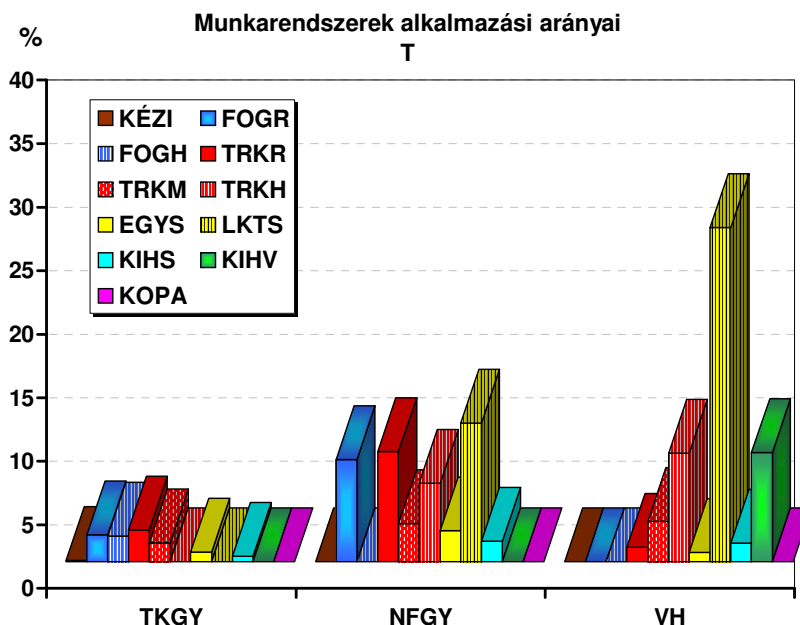
Ugyanez az alkalmazási arány az összes fafajra vonatkozóan a következő ábrán látható.



38. ábra Munkarendszerek alkalmazási arányai (Összes fafaj)

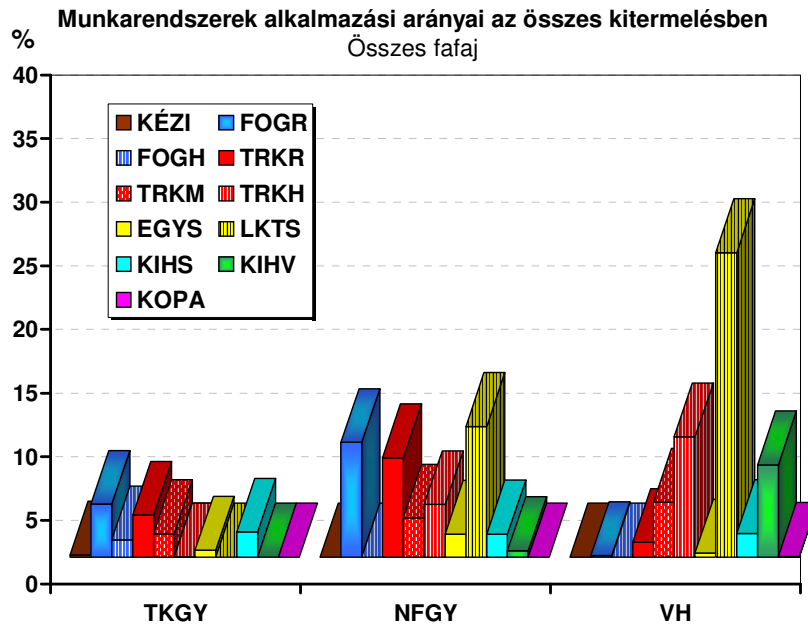
A fenti ábráról azonban csak az olvasható le, hogy az egyes beavatkozásokon belül (100 %-nak tekintve az adott beavatkozásnál kitermelt fahennyiséget), milyen a munkarendszer-változatok alkalmazási aránya.

Reálisabb képet kapunk, ha figyelembe vesszük az egyes beavatkozások fakitermelési mennyiségeit is. Ezt mutatja (ugyancsak tölgyekre) a következő ábra:



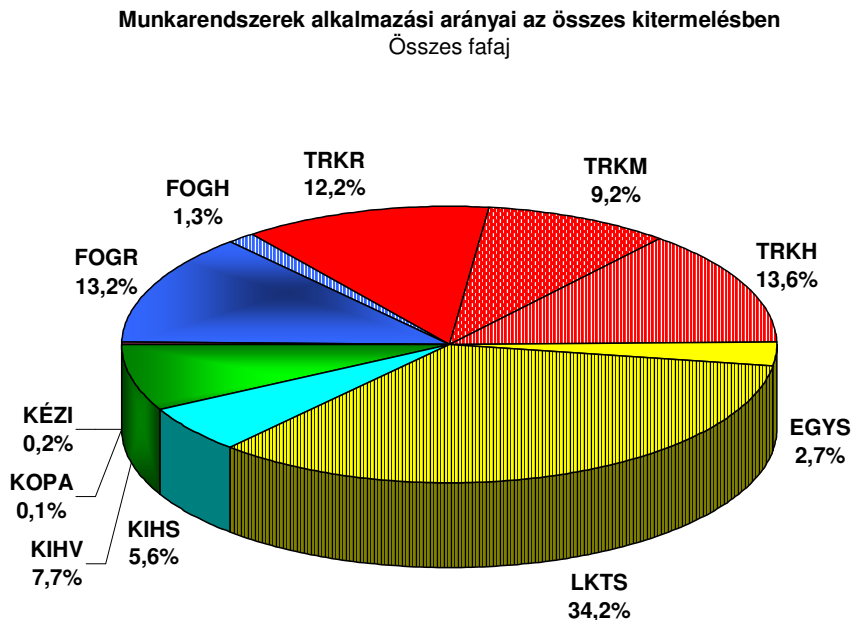
39. ábra Munkarendszerek fatérfogatarányos alkalmazási arányai (Tölgy)

Az összes fafajra vonatkozó hasonló kimutatás látható a következő ábrán:



40. ábra Munkarendszerek fatérfogatarányos alkalmazási arányai (Összes fajfaj)

Itt már szerepet kapnak az egyes beavatkozások eltérő famennyiségei is. A véghasználatok nagyobb fatérfogatai miatt nagyobb súllyal jelennek meg az itteni munkarendszer-változatok. Végül – a fajfajonkénti és beavatkozásokonkénti arányokat összesítve – a vizsgált vállalati körre vonatkozó, fatérfogat-arányos megoszlást kapjuk:



41. ábra Munkarendszerek alkalmazási arányai az összes kitermelésben

Ezek az arányok szerepelnek a 33. táblázatban is.

3.8 A munkarendszerek elemzésének felhasználásai

3.8.1 Munkarendszerek elemzése gazdasági döntések megalapozásához

A normatív közvetlen költségeket a "Soproni Sorozatelemzési Módszer" elvei szerint számítottam, fajonként a III. minőségi osztályra. A minőségi osztályon belül mellmagassági átmérő-fokozatonként végeztem számításokat. Kocsánytalan tölgy fafajra az átmérőfokozatok például a következők: 8, 15, 20, 25, 30, 35 és 50 cm. Az erdészetek által beküldött jellemző munkarendszerek összesítése alapján például FOGATOS RÖVIDFÁS munkarendszert alkalmaztam 8-20 cm között, TRAKTOROS RÖVIDFÁS munkarendszert 8-25 cm között, TRAKTOROS HOSSZÚFÁS munkarendszert 15-35 cm között, LKT HOSSZÚFÁS (SZÁLFÁS) munkarendszert 20-50 cm között stb.

A fahasználati közvetlen költségek számításának menetére az alábbi táblázat szolgál példaként.

KOLTSEGTABLÁZAT

Technologia: TRKH (Traktoros hosszúfas munkarendszer)
Fafaj: KTT Atmero: 25 cm Min.o.: 2

Technologia Muv.-Gep/Hely	Letszam Fo	Normaido Uzo/m3	Elomunka Ora/m3	Uzoktsq Ft/uzo	Koltseg Ft/m3
DO-MF/VT	2	0.125	0.250	1580.00	197.50
GA-MF/VT	1	0.151	0.151	1088.00	164.29
KOZ-TRCS/VT_300m	1	0.510	0.510	2963.00	1511.13
VALR-KEZ/FR	1	0.067	0.067	492.00	32.96
DAR-MF/FR	1	0.155	0.155	1088.00	168.64
GO-FSZE/FR 37%	1	0.225	0.083	492.00	40.96
HA-FSZE/FR 7%	2	0.613	0.086	492.00	21.11
KER-KR/FR .2%	3	0.347	0.002	4241.00	2.94
SA-KEZ/FR 62.1%	1	0.354	0.220	492.00	108.16
MA-TRM/FR 37.9%	1	0.109	0.041	2926.00	120.88
FEL-KCR/FR	2	0.066	0.132	3338.00	220.31
SZALL-TGK/UT_20km	1	0.247	0.247	5114.00	1263.16
LET-KCR/AR	2	0.069	0.138	3338.00	230.32
Osszesen:			2.082 ora/m3	4082.36 Ft/nm3	3225.06 Ft/brm3

HOZAMTABLAZAT

Fafaj: KTT Atmero: 25 cm Min.o.: 2

Valaszték	Brutto%	Netto%	Ar(Ft/m3)	Netto ar
RONK	22.28	28.20	21964.00	6193.85
FAGY_FA	4.74	6.00	9841.00	590.46
PAPIRFA	0.16	0.20	6408.00	12.82
ROSTFA	5.14	6.50	5264.00	342.16
EGYEB_IP	2.92	3.70	8010.00	296.37
TUZIFA	43.77	55.40	4577.00	2535.66
Osszesen:	79.00	100.00		9971.31 Ft/nm3
				7877.34 Ft/brm3
Apadek(%):	21.00			

35. táblázat Költség–hozam elemzés számítási táblázata

A traktoros hosszúfas munkarendszer első sorának jelentése a következő:

DO-MF/VT (döntés motorfűrészsel vágásterületen) 2 fő létszámmal, 0.125 üző/m³ normaidővel, ahol az élőmunkaráfördítés 0.250 óra/m³, az üzemóráköltség (motorfűrész + motorfűrészkezelő + segítő) 1.580.- Ft/üző, a fajlagos költség pedig (a normaidő és az üzemóráköltség szorzataként) 197.50 Ft/m³.

A további műveletek értelem szerint a következők:

- GA-MF/VT: Gallyazás motorfűrészsel vágásterületen,
- KOZ-TRCS/VT_300m: Közelítés csörlős mg. traktorral. Távolság: 300 m,
- VALR-KEZ/FR: Választékolás kézzel, felső rakodón,
- DAR-MF/FR: Darabolás motorfűrészsel, felső rakodón,
- GO-FSZE/FR 37%: Göcsözés fejszével (37 %-ot), felső rakodón,
- HA-FSZE/FR 7%: Hasítás fejszével (7 %-ot), felső rakodón,
- KER-KR/FR .2%: Kérgezés kis kérgezőgéppel (0.2 %-ot), felső rakodón,
- SA-KEZ/FR 62.1%: Sarangolás kézzel (62.1 %-ot), felső rakodón,
- MA-TRM/FR 37.9%: Máglyázás traktorral (37.9 %-ot), felső rakodón,
- FEL-KCR/FR: Felterhelés kis kategóriájú daruval, felső rakodón,
- SZALL-TGK/UT_20km: Szállítás tehergépkocsival, úton, 20 km-re,
- LET-KCR/AR: Leterhelés kisebb daruval, alsó rakodón v. feladóállomáson.

A göcsöződő és hasítandó mennyiséget – a fafaj és az átmérő függvényében – országos átlagadatokból készült segéd táblázatokból keresi ki a program, a kérgeződő, a sarangolandó ill. máglyázandó mennyiséget pedig a választékszerkezet alapján határozza meg.

A kérgezésnél két kérgezőgép-kategóriát alkalmaztam, az átmérő és a kérgeződő mennyiség függvényében: a kisebb kérgezőgép egy KR nagyságrendű, a nagyobb pedig egy CAMBIO nagyságrendű gép.

Fel- és leterhelésnél két darukategóriát választhat a program az átmérő függvényében. A kisebb az ún. KCR kategória, a nagyobb pedig a HIAB kategória. A különböző nagyságrendeknél értelem szerűen eltérő normaidőkkel kalkulál a program.

Az egyes műveletekhez szükséges létszámot – az alkalmazott gép és az átmérő függvényében – ugyancsak beépített segéd táblázatokból választja ki a program.

A normaidők fafajonkénti egyszerűsített táblázatokból kerültek felhasználásra. Az egyszerűsítés azt jelenti, hogy az olyan befolyásoló tényezőket, mint pl. a terpeszség, tereplejtés, rakomány nagyság, közelítési távolság stb. a fafajra jellemző országos átlagadatokkal szerepeltettük, ill. átlagos értékekkel vettük fel. Így az alkalmazott táblázatokat a mellmagassági átmérőtől való függőségre egyszerűsítettük le. Ez természetesen konkrét erdőrészletre vonatkozó elemzésnél nem állná meg a helyét, de országos és vállalati elemzésekénél bizonyítottan jól használható. Az élőmunkaráfördítést (létszám x normaidő) a költség–hozam elemzésekben nem használjuk, ennek kiszámítása csak információs célokat szolgál.

A műveletenként kiszámított költségek összegzésével kapjuk a munkarendszer fajlagos költségét, ami a példában 4082.36 Ft/nm³. Ebből – a hozamtáblázatban kimutatott – apadék segítségével, a bruttó m³-enkénti költséget is kiszámítja a program: 3225.06 Ft/brm³.

Fontos felhívni a figyelmet arra, hogy fentiek a közvetlen fahasználati költségek, tehát tartalmazzák a fel- és leterhelés, valamint a szállítás költségeit is. A szakmai gyakorlatban ismert, ún. vállalkozói díjakkal akkor vethető egybe a számítás eredménye, ha ezeket levonjuk az „Összesen” költségből. A példában tehát a közvetlen fakitermelési költség (esetleges vállalkozói díj) 2368.57 Ft/nm³ lenne.

A program alkalmas az árbevételek számítására is. Ennek eredménye a hozamtáblázati részben látható. A nettó %-ban bevitt választékszerkezet és a betáplált választékárak összeszorozásával, majd a szorzatok összegzésével, megkapjuk az adott mellékállományú beavatkozás várható fajlagos árbevételét. A példában ez 9971.31 Ft/nm³. Az ugyancsak előre betáplált apadék segítségével a bruttó m³-re vetített árbevétel is számítható: 7877.34 Ft/brm³.

Meg kell jegyezni, hogy az így kiszámított költségek közvetlen fakitermelési, illetve fahasználati költségek, amelyeket természetesen növelnek az üzemági, üzemi és vállalati általános költségek, valamint a normál nyereség, az árbevételt pedig csökkenti az erdőfenntartási járulék.

Hasonló számítások sorozatos elvégzésével fafajonként és minőségi osztályonként, valamint a fafajokon belül átmérő-fokozatonként kalkulálhatók az árbevételek és költségek, illetve a kettő különbségeként a jövedelmek.

A számítások eredményeit az alábbi célterületeken lehet felhasználni:

- vállalkozói díjak megállapítása,
- fahasználati éves költségek tervezése,
- fafajok gazdaságossági számításai,
- erdőértékszámítás,
- erdők jövedelemtermelő képességének meghatározása.

Rumpf Jánossal 1986 óta közösen végzett fahasználati költség–hozam elemzéseink eredményeit a felsorolt területeken, vállalati és országos szinten, nagyon sokszor fel is használták kollégáink.

3.8.2 Munkarendszerek környezeti elviselhetősége

A fakitermelési munkarendszereket ill. munkarendszer-változatokat elvi vagy tapasztalati alapon kialakított "pontozásos" vagy "százalékos indexelési" módszerekkel szokták összehasonlítani a kíméletesség szempontjából.

Pontozásos az *Ormos–Rumpf–Keresztes (1990)* által alkalmazott módszer, és a *Mihály (1993)* által leírt súlyszámós értékelés is. Százalékos indexelési módszert dolgozott ki *Suwala (2000)*, amely a fakárok indexét és a felső talajréteg kárindexét átlagolja.

A fakitermeléssel okozható károsítások azonban nem korlátozódnak a faállományban és a talajban okozott károkra. Ezért megpróbáltam kidolgozni egy olyan értékelő módszert, amely figyelembe veszi a fakitermelés hatását az erdei környezet többi elemére is.

A módszer elve a következő: Felsoroljuk a fakitermeléssel potenciálisan okozható károsításokat, és azokhoz súlyszámokat rendelünk. Az így kialakított súlyozást, aminek összege változó lehet, egy táblázatkezelő program két db százalékos skálára alakítja át. Az egyik skála az összes lehetséges károsítást tartalmazó "Kíméletlenségi mutató", a másik pedig a környezeti károsításokat magában foglaló "Környezetkíméletlenségi mutató" számításához szükséges.

S. sz.	Fakitermeléssel okozható károsítás		Súlyszámok	Össz. súly%	Körny. súly%
1.	Fák	Fák gyökér- és tőrsérülése	12	12,3	17,5
2.		Fák törzs- és koronasérülése	8	8,0	11,4
3.	Talaj	Talajtömörödés	5	5,0	7,1
4.		Talajerózió	6	6,2	8,8
5.		Tápanyagutánpótlás elvesztése	3	2,9	4,1
6.	Újulat	Újulat, aljnövényzet eltírása	9	8,7	12,3
7.		Újulat, aljnövényzet törése	7	7,3	10,4
8.	Állatok	Fészek, boly, odú elvesztése	3	3,1	4,4
9.		Állatok táplálékának csökkenése	2	1,9	2,7
10.		Állatok életterének zavarása	3	3,2	4,6
11.	Víz	Vízlefolyás akadályozása	3	2,8	3,9
12.		Növény, talaj, víz olajszennyezése	6	5,9	8,4
13.	Levegő	Füstgázok levegőbe kerülése	3	3,1	4,4
14.	Fa-anyag	Faanyag sérülése	5	4,7	
15.		Faanyag szennyeződése	3	3,1	
16.	Ember	Balesetveszély	9	9,1	
17.		Zajártalom	5	4,9	
18.		Vibrációártalom	3	3,4	
19.		Kedvezőtlen klíma (eső, hideg stb)	4	4,3	
Összesen:			100	100,0	100,0

Segéd táblázat a súlyozás ellenőrzéséhez

I.	Fák	20	20,3	28,9
II.	Talaj	14	14,1	20,0
III.	Újulat	16	16,0	22,7
IV.	Állatok	8	8,2	11,7
V.	Víz	9	8,7	12,3
VI.	Levegő	3	3,1	4,4
VII.	Fa-anyag	8	7,8	
VIII.	Ember	22	21,8	
Összesen:		100	100,0	100,0

36. táblázat Fakitermeléssel okozható károsítások súlyozása

A „Fakitermelés kíméletlenségi mátrixa” c. táblázatban felsoroljuk a fakitermelésben előforduló összes lehetséges munkaműveletet (26 db), és azok lehetséges végrehajtási eszközeit. PI. a DÖ/MF, motorfűrészes döntést, a KÖZ/CSV, csörlős vonzószólós közelítést jelent stb.

A táblázatkezelő program lehetővé teszi a mátrix bővítését, és igény szerinti megváltoztatását is. A mátrix belsejében (technikai okokból) „1” jelet tettünk azokhoz a károsításokhoz, amelyek előfordulhatnak az adott művelet adott eszközzel történő végrehajtásakor. A motorfűrészkes döntés pl. törzs és koronasérülést okozhat, de nem jellemző, hogy a faanyag szennyeződéséhez vezet stb. Értelemszerűen a mátrix kitöltése is megváltoztatható.

Fakitermeléssel okozható károsítás	JEL KÉZ	DÖ MF	DÖ GÉP	GA MF	GA GÉP	KÖZ LÓ	KÖZ CSV	KÖZ KSZ	KÖZ KHV	KÖZ KOP	VÁL KÉZ	DA MF	DA GÉP	HA FSZ	HA GÉP	KÉR FSZ	KÉR GÉP	APR GÉP	GŐ FSZ	MO LÓ	MO GÉP	SA KÉZ	MÁ KÉZ	MÁ GÉP	FT GÉP	SZA TGK	Össz (db)
Fák gyökér- és tőrsérülése		1	1		1	1	1	1	1																		7
Fák törzs- és koronasérülése			1	1		1	1	1	1	1																	7
Talajtömörödés				1	1		1	1																	1	5	
Talajerózió				1	1		1						1													1	4
Tápanyagutánpótlás elvesztése					1	1		1			1								1							1	5
Újulat, aljnövényzet eltírása				1	1		1	1	1	1			1														7
Újulat, aljnövényzet törése			1	1		1	1	1	1	1			1														9
Fészek, boly, odú elvesztése	1	1	1				1	1	1	1									1								8
Állatok táplálékának csökkenése			1	1		1	1	1	1										1								9
Állatok életterének zavarása			1	1	1	1		1	1	1		1	1			1					1				1	1	17
Vízlefolyás akadályozása				1	1		1						1														5
Növény, talaj, víz olajszennyezése	1	1	1	1	1		1	1	1	1		1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
Füstgázok levegőbe kerülése			1	1	1	1		1	1	1		1	1		1	1	1	1	1	1		1			1	1	17
Faanyag sérülése			1	1	1	1						1	1									1					8
Faanyag szennyeződése							1	1													1	1					4
Balesetveszély	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	26
Zajártalom			1	1	1	1		1	1	1		1	1			1		1	1			1			1	1	17
Vibrációártalom			1	1	1	1						1						1									6
Kedvezőtlen klíma (eső, hideg stb)	1	1				1	1				1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1				16
Kíméletlenségi mutató	17	71	90	42	89	47	92	73	68	46	13	39	52	13	31	13	31	38	13	17	34	13	13	31	26	40	1051
Környezeti kíméletlenségi mutató	4,4	64	96	21	96	43	100	83	76	39	0	17	47	0	17	0	17	29	0	0	17	0	0	17	17	37	839

37. táblázat Fakitermelés kíméletlenségi mátrixa

A mátrix utolsó oszlopában látható, hogy egy adott károsítást hányféle művelet és végrehajtási mód okozhat. A mátrix utolsó előtti sorában számítja ki a program a „Kíméletlenségi mutatót”, ami az egyes károsítások súly % értékeinek és a mátrix belsejében lévő számoknak a szorzatösszege.

Ezzel számszerűsíthetők azok a köztudott igazságok, hogy pl. a kézzel végzett sarangolás (SA/KÉZ) – 13-as mutatóval – potenciálisan kíméletes művelet, a közelítés csörlős vonszolóval (KÖZ/CSV) pedig – 92-es mutatóval – potenciálisan egyike a legkíméletlenebbeknek. Az utolsó sor a fakitermelési műveletek környezetkíméletlenségi mutatóit tartalmazza. Ebből a szempontból a sarangolás abszolút kíméletesnek tekinthető (0), a közelítés csörlős vonszolóval viszont potenciálisan abszolút kíméletlen (100).

Ha egy konkrét munkarendszert kívánunk elemezni, akkor a fenti mátrixból – az adott munkarendszer műveleteit tartalmazó – kivonatot kell készíteni. Így pl. a csörlős vonszolás munkarendszerben értelemszerűen szerepel a KÖZ/CSV, de nem szerepel a KÖZ/KHV stb.

Hosszúfás, felső felkészítőhelyi felkészítéses munkarendszer, csörlős vonszolás közelítéssel

Össz. %	Körny. %	Fakitermeléssel okozható károsítás	JEL	DŐ	GA	KÖZ	VÁL	DA	HA	KÉR	GŐ	MO	SA	MÁ	FT	SZA	Össz (db)
			KÉZ	MF	MF	CSV	KÉZ	MF	FSZ	FSZ	FSZ	GÉP	KÉZ	GÉP	GÉP	TGK	
12,3	17,5	Fák gyökér- és tőrsérülése	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8,0	11,4	Fák törzs- és koronasérülése	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5,0	7,1	Talajtömörödés	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
6,2	8,8	Talajerózió	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
2,9	4,1	Tápanyagutánpótlás elvesztése	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8,7	12,3	Újulat, aljnövényzet eltávolítása	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7,3	10,4	Újulat, aljnövényzet törése	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3,1	4,4	Fészek, boly, odú elvesztése	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
1,9	2,7	Állatok táplálékának csökkenése	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
3,2	4,6	Állatok étletterének zavarása	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	8
2,8	3,9	Vízlefolyás akadályozása	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
5,9	8,4	Növény, talaj, víz olajszenyezése	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	8
3,1	4,4	Füstgázok levegőbe kerülése	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	8
4,7		Faanyag sérülése	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	5
3,1		Faanyag szennyeződése	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
9,1		Balesetveszély	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
4,9		Zajártalom	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	8
3,4		Vibrációártalom	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3
4,3		Kedvezőtlen klíma (eső, hideg stb.)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	0	10
100		Kíméletlenségi mutató	17	71	42	92	13	39	13	13	13	34	13	31	26	40	459
	100	Környezetkíméletlenségi mutató	4,4	64	21	100	0	17	0	0	0	17	0	17	17	37	296

38. táblázat Csörlős vonszolás hosszúfás munkarendszer kíméletlenségi mátrixa

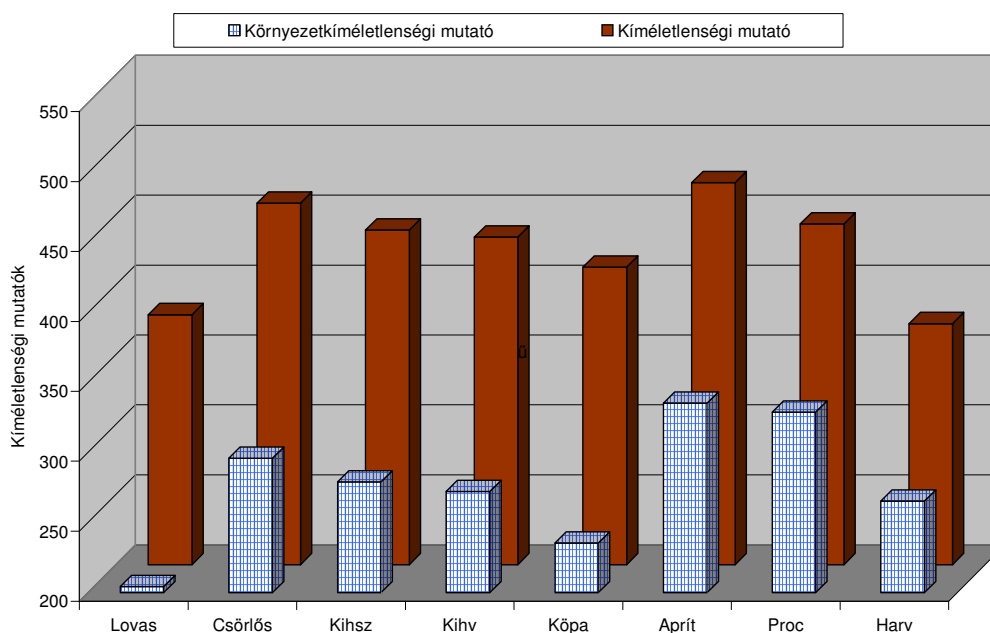
Az összegző oszlopban, valamint a kíméletlenségi és a környezetkíméletlenségi mutatók soraiban, ebben az esetben az adott munkarendszerre jellemző szám adatok szerepelnek.

A csörlős vonszolás munkarendszer kíméletlenségi mutatója 459, környezetkíméletlenségi mutatója pedig 296. Ugyanezen adatok a kihordó vontatós munkarendszerre: 434 és 272.

A kihordó vontatós munkarendszer tehát mindkét mutató tekintetében kíméletesebb, mint a csörlős vonszolás.

Az alapmátrixból tetszés szerinti számban készíthetők ilyen – munkarendszerekre vagy munkarendszer-változatokra vonatkozó – mátrixkivonatok. A táblázatkezelő program lehetővé teszi, hogy az alapmátrixban végrehajtott bármilyen változtatás hatása azonnal végigfusson az összes, kapcsolt mátrixkivonaton.

Az egyes fakitermelési munkarendszerek kéméletlenségi mutatói és környezetkíméletlenségi mutatói láthatók a következő ábrán.



42. ábra Egyes munkarendszerek kéméletlenségi mutatói

Látható, hogy a két mutatósor hasonlóképpen alakul, és hogy a lovas közelítéses megoldást a kötélpályás és (meglepő módon) a harveszteres követi a környezetkíméletesség szempontjából. Hangsúlyozni kell azonban, hogy a munkarendszerben dolgozó ember jelentős mértékben csökkentheti, vagy növelheti egy adott munkarendszer kéméletlenségét.

Megemlítendő az is, hogy a kéméletlenségi mutatók helyett célszerűbb lenne kéméletességi mutatókat használni, de a gyakorlatban egyszerűbb és elterjedtebb az okozott károk mérése, ezekből pedig a kéméletlenség számítható.

A súlyszámok megadása és a károkozás lehetőségének megadása (1 beírása a mátrixba) szubjektív megítélésen alapul. De minél több szakember (erdész, természetvédő, műszaki stb.) vesz részt az értékelésben, annál inkább közelíthetnek az objektivitáshoz. Az alaptáblázatok (súlyszámok táblázata és fakitermelés kéméletlenségi mátrixa) elkészítése után pedig a további értékelés automatikusan történik.

Tovább finomítható a rendszer, ha a potenciális károkozásnál az igen (1) vagy nem (0) válasz helyett figyelembe vesszük a károkozás nagyságát is. Egy aprítógép működése pl. sokkal nagyobb zajjal jár, mint egy traktoré. Az ilyen mércék beépítését lehetővé tevő kutatások egyes részterületeken már megindultak, másokon azonban további vizsgálatokra van szükség. Ugyancsak további finomítást jelent, ha figyelembe vesszük az egyes műveletek fakitermelésen belüli arányát is.

A leírt értékelő módszer rugalmasan alkalmazható a munkarendszerek kéméletlenség szerinti értékelésére, általános és konkrét műszaki–biológiai–gazdasági vizsgálatoknál is.

3.8.3 Választékonkénti és műveletcsoportonkénti költségek számítása

A „Soproni Sorozatelemzési Módszer” segítségével, műveletenként végzett költség számítások felhasználhatók a választékonkénti termelési költségek és az egyes műveletcsoportok termelési költségeinek meghatározására is.

Egy ilyen példát mutatok be a következő táblázatban:

Fafaj: KTT		Gazdaság: Minta		D _{1,3} : 25 cm					
Művelet	Érintett fatér-fogat	Számított költség	Műveleti abszolút költség	Választékszerkezet					
				RONK	FAGY	PAP	RÖST	EGYIP	TUZI
	%	Ft/nm ³	Választékonkénti költségek (Ft/nm ³)						
DÓ	100	198	198	198	198	198	198	198	198
GA	100	164	164	164	164	164	164	164	164
KÖZ	100	1 511	1 511	1 511	1 511	1 511	1 511	1 511	1 511
MO	100	0							
VAL	100	33	33	33	33	33	33	33	33
DA	100	169	169	110	135	212	212	135	212
GO	37,0	41	111		41	41	41	41	41
HA	6,0	21	352			18	53		88
KER	0,2	3	1 470			1 470			
SA	62,1	108	174			174	174		174
MA	37,9	121	319	319	319			319	
Választékonkénti költségek felsőrakodón:				2 334	2 401	3 821	2 386	2 401	2 421
FEL	100	220	220	220	220	220	220	220	220
SZALL	100	1 263	1 263	1 263	1 263	1 263	1 263	1 263	1 263
LET	100	230	230	230	230	230	230	230	230
Választékonkénti költségek feladóállomáson:				4 048	4 114	5 535	4 100	4 114	4 135
Összesen:		4 082	6 214						
Műveletcsoportonkénti költségek (Ft/nm ³)									
Kitermelt faanyag 1 m ³ -erére vetítve					Műveletcsoport 1 m ³ -erére				
Fakitermelés				713	Fakitermelés				848
Közelítés, mozgatás, máglyázás				1 632	Közelítés, mozgatás, máglyázás				1 830
Kérgezés				3	Kérgezés				1 470
Hasítás				21	Hasítás				352
Felterhelés, szállítás				1 483	Felterhelés, szállítás				1 483
Leterhelés				230	Leterhelés				230
Ellenőrzés:				4 082	Ellenőrzés:				6 214

39. táblázat Választékonkénti és műveletcsoportonkénti költségek számítása

A táblázat értelmezése a következő: A fejlécben látható az adott gazdaság adott fafájának adott beavatkozására illetve adott mellmagassági átmérőfokozatára jellemző választékszerkezet.

Az első oszlop a műveletek felsorolását tartalmazza. A második oszlop jelzi, hogy az egyes műveleteken az összes famennyiségnek hány százaléka halad keresztül. A harmadik oszlop tartalmazza a költség számítási futtatások műveletenkénti és összes költségét. A negyedik oszlopban láthatók az ún. műveleti abszolút költségek. Pl. a fahasználati költségen belül 21 Ft-ot kitevő hasítás költsége itt azért 352 Ft, mert a 6.0 %-os hasítási aránnyal átszámítva, ennyi költség jut 1 m³ hasítandó anyagra.

A táblázat jobb oldali része szolgál a választékonkénti költségek meghatározására. Mivel a döntés minden választékot érint, így a 198 Ft/nm³ döntési költség minden választékot egyformán terhel. Hasítani azonban csak a papírfa, rostfa és tűzifa egy részét kell, ezért csak ezeknél a választékoknál jelenik meg terhelő költségként a hasítási költség. Hasonló a helyzet a göcsözés, kérgezés, sarangolás és máglyázás műveleteinél. A darabolás eltérő számadatai abból adódnak, hogy más mennyiségű darabolás terheli a különböző hosszúságú választékokat. A 3-4. oszlopban szereplő darabolási költségek átlagos költségek, ezért a normatáblázatok hossz kategóriáihoz tartozó normaidők átlagos

normaidőhöz viszonyított arányszámát használtam fel szorzóként az egyes választékokra jutó darabolási költségek kiszámításához.

A választékszerkezet alatti összesen sorban megadtam a választékok bekerülési költségét a felsőrakodói készletezéssel bezáróan. Ezekben az adatokban csak a fakitermelési költségek szerepelnek.

A felterhelés, szállítás, leterhelés sorok alatti összesen sor adatai az egyes választékok bekerülési költségét jelentik, a szállítás utáni leterhelésig minden költséget beleértve. Látható, hogy a legkisebb költséggel a rönkök termelhetők meg (4065 Ft/nm³), míg az 1 m³ megtermelésére jutó költség a papírfánál a legnagyobb (5942 Ft/nm³).

A táblázat alsó részében kiszámítottam az egyes műveletcsoportokra jutó költségeket.

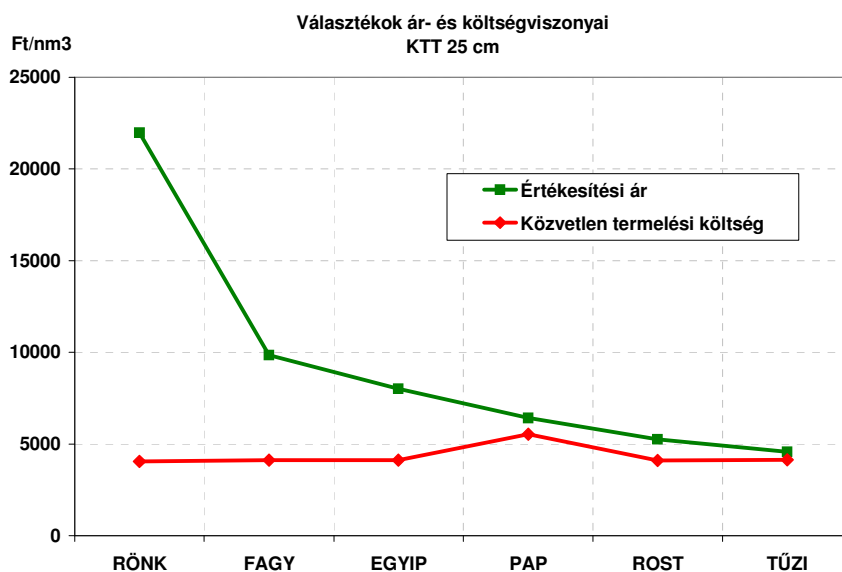
A „Fakitermelés” műveletcsoport alatt – ebben az esetben – a döntés, gallyazás, választékolás, darabolás, göcsözés és sarangolás értendő. Ez lenne egy olyan vállalkozó munkacsapat vállalkozói díja, amelynek nincs közelítő gépe. Természetesen, ha a hasítást is ők végzik, akkor a hasítás költsége is ide számítandó. A többi műveletcsoport ill. művelet esetében, a megnevezésükből adódóan értelemszerűen következik, hogy milyen költségeket takarnak.

A kitermelt anyag 1 m³-ére vetített adatok a valós költségeket mutatják, figyelembe véve, hogy bizonyos műveletek (műveletcsoportok) az összes famennyiségnek csak bizonyos hányadát érintik. Így itt pl. a megtermelt összes faanyag 1 m³-erére vetített hasítási költség 21 Ft/nm³. Az itteni számok a táblázat 3. oszlopából (Számított költség) vehetők ki.

A műveletcsoport 1 m³-ére vetített költségek az adott művelet ill. műveletcsoport megtermelt 1 m³-ére vonatkoznak. Így pl. 1 m³ hasított anyag hasítási költsége 352 Ft/nm³. Ezek a számok megegyeznek a táblázat 4. oszlopának (Műveleti abszolút költség) adataival.

Az ismertetett számítási menet fafajonként, átmérő-fokozatonként és minőségi osztályonként, vállalatonként, sőt országos szinten sorozatban végezhető – mint ahogy megbízásból végeztem is ilyen számításokat – és rendkívül hasznos információkat nyújt gazdasági döntések (pl. választékszerkezet módosítás) megalapozásához.

A választékönkénti költségeket összevetve a választékok árával, kimutatható, hogy melyek a gazdaságosan, és melyek az esetleges veszteséggel megtermelhető választékok. Ezt mutatja a következő ábra:



43. ábra Választékok ár- és költségviszonyai

Itt még egyik választék sem tűnik veszteségesnek, de vékonyabb állományokban már a közvetlen költségek is meghaladják egyes választékok árát. Ugyancsak figyelembe veendő, hogy emelkedik a termelési költség, ha hozzászámítjuk a különféle általános költségeket is.

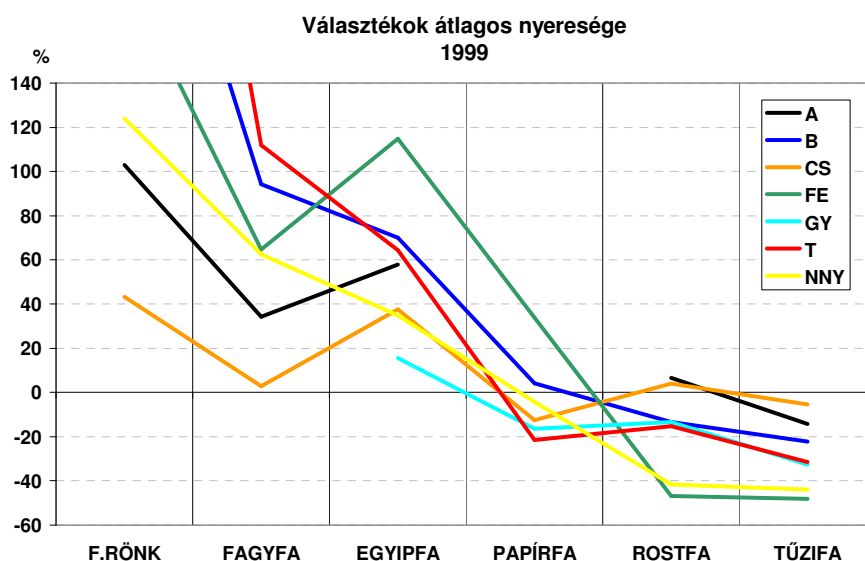
A *Herpay–Rumpf (1978)* által közölt nyereség feltételi egyenlet szerint, az üzemi általános költséggel, a vállalati általános költséggel és a nyereséggel növelt közvetlen költség, és az erdőfenntartási járulék összege nem lehet nagyobb az árbevételnél.

Pethő (1980) ezt a képletet egy meghatározott választék (papírfá) termelésére vonatkozóan, a választék előállítására fordított összes közvetlen költség elfogadható maximumának kiszámítására alakította át.

Ez adta számomra az ötletet, hogy a képlet átrendezésével a választékonkénti eredményt is meg lehetne határozni. A választékonkénti nyereség (vagy veszteség) százalékos értéke a választékár, az erdőfenntartási járulék, a közvetlen termelési költség, az üzemi általános költségarány és a vállalati általános költségarány ismeretében kiszámítható. Az általam átalakított képlet a következő:

$$Ny\% = 100 \cdot \left(\frac{Á - F_j}{K \cdot \left(1 + \frac{Ü\%}{100}\right) \cdot \left(1 + \frac{V\%}{100}\right)} - 1 \right)$$

Egy 1999-ben, a főbb állományalkotó fajokra elvégzett országos vizsgálatokból ismertem a fajonkénti és választékonkénti átlagos közvetlen termelési költségeket. *Rumpf* Jánostól megkaptam az ugyanerre az évre vonatkozó, fajonkénti országos átlagos választékárakat. Egy konkrét vállalati vizsgálat alapján, 30 %-os üzemi általános költségarányt, és 10 %-os vállalati általános költségarányt vettem fel. Mivel az erdőfenntartási járulék bruttó fatérfogatra vonatkozik, a nyugat-dunántúli régióra vonatkozó járulékokat fajonként átszámítottam nettó fatérfogatra, az átlagos (III.) minőségi osztályú, átmérő-fokozatonként ismert apadékok átlagolt értékeivel. Így már felhasználhattam a fenti képletet, a fajonkénti, választékonkénti átlagos nyereségszázalék meghatározására. A számítások eredményét mutatja a következő ábra:



44. ábra Választékok átlagos jövedelmezősége

Az ábrán – kimagasló értéke miatt – nem látható, hogy a tölgy fűrészrönk nyereségaránya 453 %, a bükké 291%, a fenyőé pedig 190 %. A méretes választékok átlagosan mind nyereségesek, egyedül a cser fagyártmányfa van a határon. A méteres sarangolt választékok viszont szinte kivétel nélkül veszteségesek.

Fontos hangsúlyozni, hogy az ábra átlagadatokból készült – nem tükrözi tehát a vastagságból adódó különbségeket – és a felvett adatok (pl. általános költségek arányai) is vitathatók. A számítási módszer azonban alkalmas a választékok gazdaságossági vizsgálatára.

4 Az eredmények értékelése

4.1 Új eredmények tézisszerű ismertetése

- A motorfűrészek vágásteljesítményének vizsgálatával megállapítható az egyes géptípusok optimális alkalmazási tartománya.
- Új eljárás a BEYA módszer, ami fenyő törzskiválasztó gyérítésekben ergonómiailag kedvező munkavégzést tesz lehetővé.
- A ledarabolás kutatása áttörést eredményezett a szakmában, a korábban tiltott módszer biztonságtechnikailag is engedélyezett lett.
- A lovas közelítés visszahúzódóban van, a vonóerőigény-vizsgálatok és különösen az egyszerű közelítőeszközök fejlesztése azonban előnyös változásokat eredményezett.
- A ló helyettesítésére alkalmas kis gépek vizsgálata, különösen a kistraktor markoló kialakítása elősegíti a „kisléptékű” erdőgazdálkodás fahasználati oldalának fejlődését.
- A baleseti oktatás kialakított módszere lehetővé teszi a veszélyek és forrásaik feltárását, és útmutatást ad a veszély csökkentésének módjára.
- Új eredmény a kézi közelítés teljesítményének optimalása, amely elősegíti a fakitermelés humanizálását.
- Új módszer a választékok térfogatának meghatározására kidolgozott számítási eljárás, amely lehetővé teszi a darabnagyság előzetes meghatározását a mellmagassági átmérőből és a famagasságból.
- A várható hatások vizsgálatára kidolgozott tükrözéses módszer lehetővé teszi a műveleti költségek befolyásoló tényezőinek helyes megítélését.
- Önálló eredmény a saját fejlesztésű munkarendszer ill. annak változatai.
- Új eredmény a munkarendszerek leírására kidolgozott séma, ami lehetővé teszi a munkarendszerek rugalmas nyilvántartását és katalogizálását, emellett konkrét számítások végzésére is alkalmas.
- A munkarendszerek környezeti elviselhetőségének vizsgálatára kidolgozott új módszer jól használható az általános kíméletesség megítélésére.
- A választékonkénti költségek meghatározásának módszere és az abból levezetett, nyereségesség meghatározására szolgáló számítási eljárás lehetővé teszi az egyes választékok reális megítélését, és elősegíti a gazdasági döntések megalapozását.

4.2 Várható tendenciák

Pethő (2002) szerint: „Ma is változatlanul nagy gondot kell fordítani a részek vizsgálatára az egész harmonikus működése érdekében. A műveletgépesítésben még mindig van tartalék, az automatizálás irreális cél a magyar erdőkben.”

„A fakitermelési módszereknek, a felújító és nevelő vágásoknak az erdő életvilágát kímélő fejlesztéséhez további kutatások szükségesek”, véli *Solymos (2002)*.

A faanyag-számbavétel és az adattovábbítás terén jelentős előrelépés várható az elektronikus adatrögzítés terjedése révén.

Elvileg szóba jöhetnek a jövőben a harveszterek is, ha a munkabéreink az EU színvonalához közelítenek.

Várható az integrált vállalkozások növekedése, mint az Skandináviában az erdőbirtoklástól a papíriparig terjedő tulajdonnal rendelkező nagy társaságoknál látható. *Höfle (2002)*.

Ennek egyik jele az Osztrák Államerdészet (ÖBF) és a finn Állami Erdőigazgatóság (Metsähallitus) által alapított „Foria-ÖBF GmbH”, amely Közép- és Kelet-Európában kíván foglalkozni erdőgazdasági szolgáltatással, a fakereskedelemtől kezdve a komplett erdészeti menedzsmentig bezárólag. Az első támaszpontjait Lengyelországban, Romániában és Ukrajnában kiépítő társaság a régió piacvezető szerepére törekszik és 2007-re évi 45 millió Euró éves forgalmat céloz meg. *Holz Zentralblatt 2002. június 28.*

Az erdőhasználatról végül egy svájci professzor optimista véleményét idézem:

„Miközben jelenleg még inkább szakmánk extenzívebbé formálásáról beszélünk, a környezetről szóló legújabb jelentések a biomasszatermelés intenzívebbé tételét követelik. Ezen felsőrendű célon belül a fanyersanyag termelése a következő 20 évben valószínűleg reneszánszát fogja élni.” *Heinimann (1996)*.

5 A megállapítások gyakorlati alkalmazásának lehetőségei

- Az ismertetett kutatási módszerekből alkalmazásra került az idő- és költségelemzés módszere, amit – Rumpf Jánossal közös munkaként – meg is jelentetett oktatási anyagként a DAAD-FORNET program freiburgi kiadásban.
- A leírtak közül – elsősorban a műveletfejlesztés és az eszközfejlesztés területén – számos eredmény bevezetésre került a gyakorlatba. Így gyártásra kerültek a kézi eszközök, a lovas közelítőeszközök, a kistraktor markoló. Bevezetésre került a BEYA módszer, alkalmazzák a ledarabolás módszerét és a műveleti technológiákat.
- Megvalósult a baleseti okkutatásra kidolgozott módszer.
- A helyes motorfűrész-megválasztásra alkalmazható a vágásteljesítmény-vizsgálatok leírt eredménye.
- Gyakorlati használatra alkalmas a darabnagyság meghatározására kidolgozott számítási eljárás, használhatók az üzemanyag-fogyasztási és az egyszerűsített üzemóráköltség-bebecslési képletek.
- Bevezetésre került az oktatásba a leírt munkatechnikák jó része, gyakorlatokon használják az erdőmérnök-hallgatók a kézi eszközöket és a mini kötélدارut.
- Használjuk az erdőmérnök-hallgatók oktatásánál a munkarendszerek környezeti elviselhetőségének értékelésére kidolgozott módszert.
- Bevezetésre alkalmas a munkarendszer-leírás sémája és a választékonkénti költség- és nyereségszámítás módszere.
- A leírt munkarendszerekről, a saját fejlesztésű munkarendszerekről és a műveleti technológiákról 45 db 180 perces videokazettát megtöltő archívum áll rendelkezésre.
- Az országban, 396 előadásban és 45 szakmai bemutatón kerültek bemutatásra a kidolgozott technológiák.
- Öt erdőgazdaságnál betanításokon kerültek átadásra a fakitermelésben dolgozók számára, a kidolgozott technológiák és munkarendszerek.
- Szakmérnöki jegyzetet írtam a technológiaelemzés és technológiafejlesztés módszereiről.

6 Kivonatok

6.1 A disszertáció magyar nyelvű kivonata

A fakitermelési munkarendszerek az ökológia, az ökonómia, a szociális biztonság és a társadalmi igények keretfeltételei között működnek. A disszertációban a szerző e szempontok alapján foglalkozik a gyérítésekben alkalmazható fakitermelési munkarendszerekkel és az ezekben megvalósuló műveletekkel.

A kutatás célja az ember, az eszköz, a munka tárgya és a technológia feladatorientált, optimális összehangolása. A szerző az adatgyűjtés és feldolgozás, a munkatanulmányozás, az időelemzés, az időegyenletek készítése, a technológiaelemzés és technológiafejlesztés, a költségszámítás és a Soproni Sorozatelemzés módszereit alkalmazza.

A fakitermelési műveletek vizsgálata számos, a gyakorlatban már megvalósított vagy megvalósítható eredményt hozott. A szalagos gyérítésjelölés, a motorfűrészek vágásteljesítmény-vizsgálata, a döntési, gallyazási munkatechnikák fejlesztése, a BEYA-módszer, a ledarabolás és a tömeges darabolás módszere tekinthetők ilyeneknek. A kézi eszközök, lovas közelítőeszközök és a gyérítésekben alkalmazható kiségek kutatása, mind kézzelfogható eredményt hoztak.

A szerző elemzi a munkaidő kihasználását a fakitermelésben és a közelítésben. Az emberi tényező fontosságára hívja fel a figyelmet a baleseti okkutatás, a munkásvédelmi felszerelések és az emberi teljesítmény-optimalás témájának vizsgálata. A munka tárgyára vonatkozóan kidolgozott átlagos darabnagyság meghatározását szolgáló módszer lehetővé teszi a tervezés megalapozását.

Az üzemóráköltség számításához szükséges alapadatok, mint a normatív üzemanyag-fogyasztás és az alkalmazott üzemóráköltség számítási séma meghatározóak a műveleti költségek és a munkarendszerek fajlagos költségének kalkulációja szempontjából.

A munkarendszerek osztályozására és leírására új megoldások készültek. A munkarendszerek leírásának táblázatos sémája alkalmas a munkarendszerek katalogizálására is. A munkarendszerek vizsgálatának eredményei (elsősorban a költségszámítás) gazdasági döntések megalapozásához, választékok nyereségességének meghatározásához használhatók, az ismertetett módszerekkel. A munkarendszerek környezeti elviselhetőségének elemzési módszere lehetővé teszi a fakitermelés értékelését az erdei környezet többi elemére hatása szerint.

A szerző által ismertetett eredmények alkalmazásra kerültek oktatási anyagok formájában (DAAD-FORNET program, szakmérnöki jegyzet) és kutatási segédanyagokként (üzemóráköltségek). Az erdőgazdasági gyakorlatba bevezetésre kerültek a műveletfejlesztés (ledarabolás, BEYA-módszer, kézi közelítési módszerek) és az eszközfejlesztés (kistraktor markoló, bukókeretes szánkó) eredményei. Gyakorlati bevezetésre alkalmas a darabnagyság meghatározására kidolgozott módszer, a munkarendszer-leírási séma, a hatásvizsgálat tükrözéses módszere és a választékonkénti jövedelmezőség számítási módszere.

6.2 A disszertáció angol nyelvű kivonata

TREE HARVESTING WORKING SYSTEMS IN THINNINGS

János Gólya

Working systems of tree harvesting are supposed to operate in the framework of ecology, economy, social security and social requirements. The author has applied all the relevant methods available in the course of the scientific research such as: data acquisition system and analysis, time management, time–equation study, technology development research, cost analysis, Sopron Data Set Analysis. The thesis was designed to investigate and develop the operational procedure of the tree harvesting working methods available, such as BEYA–Method, crosscutting of standing trees, horse skidding and forwarding with small machinery. The thesis also was designed to provide an analysis of time management of working hours, prevention of accidents and work safety issues, optimal human efficiency indices and methods of cost analysis. Working systems of logging are described and findings of the research analysis contribute to support the decision–making procedure, in which assortment composition of profitability cost analysis is guaranteed, meanwhile it also provides efficient methodology to implement sophisticated environmental impact analysis.

Köszönetnyilvánítás

Becsülettel meg kell vallanom, kishitűen nem hittem, hogy eljutok életemnek erre a pontjára, amit ez az összegző munka fémjelez. Hogy ez mégis így történt, abban nagy szerepe van a következő embereknek:

Szász Tibornak köszönhetem, hogy kezdő mérnökként rögtön kutatói pályára kerültem. Ennek a pályának a kezdetén nagyon fontosak voltak számomra **Márkus László** baráti, szakmai tanácsai és biztatásai.

Ormos Balázs és **Keresztes György** kollégáim nélkül az ismertett eredmények nagy része nem jöhetett volna létre.

Egyáltalán nem jutottam volna el idáig **Rumpf János** segítségével nélkül. Az ő hatalmas tudását és ehhez párosuló szerénységét, hosszú évek óta tartó közös munkánkban, és témavezetőmként is mindig magam mellett éreztem.

Szívből köszönöm mindnyájuknak.

Kedves **feleségemnek**, nagyszerű **gyermekeimnek** és **édesanyámnak** a szeretetüket és a bennem való hitüket köszönöm.

Édesapám emlékének tartozom azon kisgyerekkori élményem felelevenítésével, amikor a szőlejében lévő cseresznyefára felmásztam mézgát gyűjteni. Akkor és ott hangzott el a kérdés: „Mi leszel, ha nagy leszel, fadoktor?”

Hogy így lesz-e, azt kedves bírálóim és a bírálóbizottság tudós tagjai döntenek el.

Sopron, 2003. február 25.

Gólya János

7 Felhasznált irodalom

- Anonymous (1980): Yarding and Loading Workers. Compensation Boards of British Columbia 182 p.
- Beck, W. (1989): Zum Einsatz von Pferden im Rückeprozeß. Sozialistische Forstwirtschaft 4.
- Bondor Antal (1978/1): Az erdőgazdasági munkarendszerek fejlesztésének fő irányai I. rész. Az Erdő 3. 109-116 p.
- Bondor Antal (1978/2): Az erdőgazdasági munkarendszerek fejlesztésének fő irányai II. rész. Az Erdő 6. 243-247 p.
- Bondor Antal – Radó Gábor – Temesi Géza (1979): Az erdőnevelés gépesítése. Mezőgazdasági Kiadó Budapest 226 p.
- Dérföldi Antal – Szász Tibor – Huszár Endre – Huszár Endréné (1961): Munkatanulmány egy síkvidéki tölgyesálerdőben végzett tarvágásos fakitermelésről. Erdészeti Kutatások 1-3. 3-36 p.
- Dérföldi Antal – Huszár Endre – Szász Tibor (1962): Munkatanulmány egy síkvidéki tölgyesálerdőben végzett tarvágásos fakitermelésről 2. közlemény. Erdészeti Kutatások 1-3. 189-208 p.
- Dummel, Klaus (2001): Erster Deutscher Waldgipfel: Nachhaltigkeit – Ein Generationsvertrag mit der Zukunft. Forsttechnische Informationen 11. 113-121p. Groß-Umstadt
- Erler, Jörn (2001): 125 Jahre Waldarbeit Teil 2. Beginn der Forstlichen Arbeitswissenschaft. Forst und Technik 11. 18-19 p.
- Frauenholz, O. – Botka, A. – Wolf, F. (1990): Holzernte in der Durchforstung; Schleppergelände. Kooperationsabkommen Forst–Platte–Papier 72 p. Wien
- Gockler Lajos (2000): Mezőgazdasági gépek ára és üzemeltetési költsége 2000-ben. FVM Műszaki Intézet 41 p. Gödöllő
- Gólya János (1979): Bobcat döntő-rakásoló munkájának szervezése. ERTI Szervezési információs füzet 30 p. Budapest
- Gólya János (1980): A kihordó vontatók munkájának szervezése. ERTI Szervezési információs füzet 15 p. Budapest
- Gólya János – Pethő József (1981): Valmet kihordó munkájának szervezése. Agrártudományi közlemények 40. 265-268. p. Budapest
- Gólya János (1985): Faanyagközelítés bukókeretes szánkóval. Erdészeti Kutatások Vol. 76-77. 101-106. p.
- Gólya János (1986): „BEYA” eljárás. Erdészeti Kutatások Vol. 78. 147-151. p.
- Gólya János (1987): Új technológia fenyő törzskiválasztó gyéritésre. EFE Jegyzetsokszorosító 8 p. Sopron
- Gólya János (1987): A New Logging Technique For Selective Thinnings In Coniferous Stands. FAO/ECE/ILO: Small Scale Logging Operations And Machines, 186-192. p. Garpenberg
- Gólya János – Keresztes György – Ormos Balázs (1987) Kíméletes fahasználati technológiák gyakorlati alkalmazása. Kutatási jelentés 36 p. Sopron
- Gólya János (1989): Technológiafejlesztési eredmények törzskiválasztó gyéritésekben. Erdészeti Kutatások Vol. 80-81. 326-329. p.
- Gólya János (1989): Az erdőszeti technologiaelemzés és fejlesztés alapelvei. EFE Mérnöktovbábképző jegyzet 37. p. Sopron
- Gólya János (1989): Kőszegi hosszúfás technológia. Erdőgazdaság és Faipar 3. sz. 17-18. p.
- Gólya János (1989): Kőszegi hosszúfás technológia. Erdőgazdaság és Faipar 6. sz. 13. p.

- Gólya János (1991): Forsttechnische Erhebungen in Ungarn in den Jahren 1989 und 1991. Erdészeti Kutatások Vol. 82-83. 109-121. p.
- Gólya János (1991): Fahasználati felmérések Magyarországon 1989-ben és 1991-ben. Erdészeti Kutatások Vol. 82-83/II. 100-112. p.
- Gólya János (1991): A költség–hozam elemzésben alkalmazható jellemző technológiák az 1991. évi fahasználati felmérés alapján. Kutatási jelentés 6 p. Sopron
- Gólya János – Rumpf János (1993): Költség–hozam elemzések a fahasználatban. Wood Tech Erdészeti Szakmai Konferencia kiadványa 169-172. p. Sopron
- Gólya János (1995): Zwangsunternehmer in der ungarischen Forstwirtschaft. FORMEC '95. Mechanisierung der Waldarbeit, Tagungsbericht. 158-165. p. Sopron
- Gólya János (1996): Munkásvédelmi felszerelések az erdészetben. Wood Tech Erdészeti Szakmai Konferencia kiadványa 197-204. p. Sopron
- Gólya János – Rumpf János (1999): Egyszerű géprendszerek – korszerű fahasználati technológiák. MTA-AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás Nr. 23. 314-319. p. Gödöllő
- Gólya János (2001): A fakitermelési munkarendszerek vizsgálata kíméletesség szempontjából. MTA-AMB Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás Nr. 25. 300-304. p. Gödöllő
- Gólya János – Rumpf János (2001): Zeitanalyse-Methoden für Holzernte und Holzbringung. FORNET Lehrmodul Arbeitsstudium 45 p. Freiburg
- Gólya János (2002): Umweltverträglichkeit der Arbeitssysteme in der Holzernte. Treffen der Sektion Forsttechnik. Tagungsbericht. 5 p. Sopron
- Gólya János – Rumpf János (2002): Fakitermelési munkarendszerek környezeti elviselhetősége. X. Wood Tech Erdészeti Szakmai Konferencia kiadványa 87-92. p. Sopron
- Gólya János – Rumpf János (2002): Fakitermelési munkarendszerek környezeti elviselhetősége. X. Wood Tech Erdészeti Szakmai Konferencia kiadványa 87-92. p. Sopron
- Grammel, Rolf (1988): Holzernte und Holztransport. Verlag Paul Parey 242 p. Hamburg/Berlin
- Heinemann, Hans Rudolf (1996): Umweltverträgliche Forsttechnik als Voraussetzung für naturnahe Waldwirtschaft. Forst und Holz 51. évf. 9. sz. 299-310. p. Hannover
- Herpay Imre (1972): Svéd fagazdaság. Az Erdő 163-172. p.
- Herpay Imre (1975): A fahasználati munkarendszerek fejlesztésének elvi kérdései és néhány lehetősége. Az Erdő 5. 219-224. p.
- Herpay Imre – Rumpf János (1978): A fahasználat termelési folyamata I. Egyetemi jegyzet 223 p.
- Herpay Imre – Rumpf János – Kékesi József – Mihály Sándor (1977): Erdőhasználat I. Egyetemi jegyzet 169 p.
- Herpay Imre – Rumpf János – Kékesi József – Mihály Sándor (1978): Erdőhasználat II. Egyetemi jegyzet 204 p. Sopron
- Herpay Imre – Mihály Sándor – Rumpf János (1981): Energiatakarékos erdőművelési és fahasználati technológiák modelljei. Kutatási jelentés Sopron
- Hilf, H. H. (1950): Gesetzmäßigkeiten im Hauungsbetrieb. GEFFA Tagungsmappe Nürnberg
- Hiller István – Pankotai Gábor (1973): A fahasználat korszerű fogalmai. EMSZI EFE 156 p. Sopron
- Horváth Lajos (1976): Az új fakitermelő gépek technológiai tananyaga. 56 p. Szombathely
- Höfle, Hanns H. (2002): Zum Stand und zu den Tendenzen der Forsttechnik. Holz Zentralblatt 77. 939-939. p. Stuttgart

- Jirikowski, W. – Pröll, W. – Sperrer, S. – Trzesniowski, S. (1998): Holzernte in der Durchforstung; Harvester, Forwarder. Kooperationsabkommen Forst–Platte–Papier 120 p. Wien
- Jirikowski, W. – Frauenholz, O. (1992): Holzernte in der Durchforstung Kostenrechnung. Kooperationsabkommen Forst–Platte–Papier 100 p. Wien
- Káldy József (1976): A hosszúfás termelési rendszer hazai eredményeiről és a további teendőkről. Az Erdő 11. 481-489. p.
- Káldy József (1986): A fahasználat gépei. Akadémiai Kiadó 287 p. Budapest
- Keresztes György (1990): Fakitermelési állománykárok meghatározása. Kutatási jelentés 12 p. Sopron
- Keresztesi Béla (1976): Termelési rendszerek az erdőgazdaságban. Az Erdő 1. 1-3 p.
- Kunert, G. (1975): Arbeitszeitstudie und Kennzahlenermittlung der Forstarbeit. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin
- KWF (1985): Waldschonende Holzernte. Tagungsführer Ruhpolding
- KWF (1988): Waldpflege; Investition in die Zukunft. Tagungsführer 205 p. Heilbronn
- KWF (1992): Waldarbeit im Umbruch. Tagungsführer 132 p. Koblenz
- KWF (1996): Forsttechnik für naturnahe Waldwirtschaft. Tagungsführer 136 p. Oberhof
- LK Steiermark (1985): 1. Forsttechnische Erhebung für den Bauernwald. Landeskammer f. Land- u. Forstwirtschaft 34 p. Graz
- Mihály Sándor (1993): A fakitermeléssel okozott károk és a kíméletes fakitermelés lehetőségei. Kandidátusi értekezés 114 p. Sopron
- Morat, J. – Forbig, A. – Graupner, J. (1998): Holzernteverfahren. Vergleichende Erhebung und Beurteilung der Holzernteverfahren in der BRD. KWF-Bericht Nr. 25. 43-59. p.
- Ormos Balázs – Rumpf János – Keresztes György (1990): Kíméletes előhasználati fakitermelési technológiai és erdőfeltárási útmutató hegy és dombvidékre. Kutatási jelentés 110 p. Sopron
- Pallay Nándor (1936): Erdőhasználati időtanulmányok III. Erdészeti Kísérletek 1-2. 234-261 p.
- Pallay Nándor (1937): Erdőhasználati időtanulmányok IV. Erdészeti Kísérletek 1-2. 18-36 p.
- Pankotai Gábor (1971): Adatok a gépesített erdei munkák költségszámításához. EFE kiadványai 1. sz. Sopron
- Pethő József (1979): A fenyő-papírfa termelés modellje. Szakdolgozat
- Pethő József (1980): A fenyőpapírfa termelés munkarendszereinek értékelése. Az Erdő 5. 218-224. p.
- Pethő József (2002): Műszaki fejlesztés és az erdőgazdálkodás humanizálása. X. Wood Tech Erdészeti Szakmai Konferencia 76-80. p. Sopron
- REFA (1976): Anleitung für forstliche Arbeitsstudien Datenermittlung Arbeitsgestaltung. REFA Fachausschuß Forstwirtschaft und Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik Darmstadt 107 p.
- Rumpf János (1981): A fakitermelés műszaki fejlesztése. ERTI Gépesítési információ 28 p.
- Rumpf János (1982): Erdészeti munkák szervezése és technológiai III. /Fahasználat/ Egyetemi jegyzet 173 p.
- Rumpf János (1983): Munkaszervezést. Egyetemi jegyzet 207 p.
- Rumpf János (1984): A fakitermelés műszaki fejlesztése. Kandidátusi értekezés Sopron 170 p.
- Rumpf János (1986): Erdőhasználat I. Egyetemi jegyzet 219 p.
- Rumpf János (2001): Erdőhasználat. Oktatási segédlet Sopron

- Rumpf János – Gólya János (1990): Fahasználati költségek és hozamok. Kutatási jelentés 29 p. Sopron
- Samset, Ivar (1985): Winch and Cable Systems. 539 p. Dordrecht
- Schechtner, Karl (1985): Grossauer Verfahren – neue Erntetechnik mit dem Radschlepper. Allgemeine Forstzeitung 32-33. p. Wien
- Solymos Rezső (2002): Az erdészettudomány szerepe és feladatai az erdészet fejlesztésének tudományos megalapozásában. X. Wood Tech Erdészeti Szakmai Konferencia 10-21. p. Sopron
- Sopp László (2000): Fatömegszámítási táblázatok. Mezőgazdasági Kiadó Budapest
- Speidel, Gerhard (1952): Das Stückmassegesetz. GEFFA 40 p. Reinbek
- Stadlmann, H. (1986): Forstunfälle. Sozialversicherungsanstalt der Bauern 37 p. Wien
- Steinbrich, H. (1981): Zur Arbeitsplanung des Lohnunternehmers vor dem Holzrücken am Hang. Allgemeine Forstzeitschrift 5. 79-94. p. München
- Stampfer, Karl – Dürrstein, Hubert (2000): Aktuelle Trends in der Forsttechnik. 1-6. p.
- Sundberg, Ulf (1982): A Study on Cost of Machine Use in Forestry. Sveriges Lantbruks-universitet, Institutionen för skogsteknik 142. 89. p. Garpenberg
- Suwala, M. (2000): Die Bewertung von Baum- und Bodenschäden. Forsttechnische Informationen 11+12. 123-126. p. Groß-Umstadt
- Szász Tibor (1949): Korszerű erdei szerszámok és helyes karbantartásuk. ERTI Népszava 73 p.
- Szász Tibor (1959): A legnagyobb szerfakihozattal biztosító döntési módok és az irányított döntés. Erdészeti Kutatások 3. 239-239. p.
- Szász Tibor (1967): Fahasználati munkahelyek, szervezetek és technológiák tipizálása. Erdészeti Kutatások 1-3. 221-240. p.
- Szepesi László (1983): A korszerű motorfűrész. Technika 2. 11 p.
- Taylor, Frederick Winslow (1911): The Principles of Scientific Management
- Temesi Géza (1981): A gyérítések végrehajtásának műszaki-technológiai lehetőségei és fejlesztési koncepciója. ERTI Gépesítési információ 21 p. Budapest
- Temesi Géza (1982): A korszerű fakitermelő gépek alkalmazásának lehetőségei a gyérítésekben. Az Erdő 2. 60-65. p.
- Török Béla (1929): Az erdőhasználati munka racionalizálása. Erdészeti Kísérletek 3-4. 332-345. p.
- Török Béla – Plauder Nándor (1932): Erdőhasználati időtanulmányok. Erdészeti Kísérletek 1-4. 94-113. p.
- Török Béla (néhai) – Plauder Nándor (1935): Erdőhasználati időtanulmányok II. Erdészeti Kísérletek 3-4. 205-218. p.
- Ulreich József (1976): Rendszerelmélet és erdőgazdálkodás. Az Erdő 1. 8-12. p.
- Warkotsch, W. (1975): Darstellung und Analyse von Systemen und Verfahren der Holzernte. Allgemeine Forstzeitschrift 41. p. München
- MÉM rendelet (1989): Erdészeti Biztonsági Szabályzat. MŰSZI–FAINFORG 79 p. Budapest
- ÖBVA (2000): Forstmaschinen CD. Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien

8 Alkalmazott jelek és rövidítések

A:	Gép, eszköz komplett beszerzési ár (ÁFA nélkül)	Ft
A ₀ :	Gép beszerzési ára abroncs, kötelek stb. nélkül (ÁFA nélkül)	Ft
A ₁ ...A _n :	Abroncs, kötelek stb. beszerzési ára (ÁFA nélkül)	Ft
A _n :	Gépjárművek üzemanyag-fogyasztási alapsnormája	l/100 km
Aprít:	Aprítéktermeléses munkarendszer	-
A _ü :	Üzemanyag ára	Ft/l
a:	Amortizációs kulcs	/100/n/
a, b:	Együtthatók	-
Á:	Választék ára	Ft/nm ³
Át:	„Átállás” művelet ideje	perc/100
B _c :	A döntő-rakásoló gyűjtőkarja által befogható keresztmetszeti terület	cm ²
B _r :	Kifizetett munkabér	Ft/üzó
b _j :	Bérráulékszorzó	/1,5-1,8/
b _e :	Effektív fajlagos üzemanyagfogyasztás	g/kWh
β:	Sudarlóssági viszonyszám	m/fm
D:	Választék alsó vágáslapjának átmérője	cm
D _{1.3} :	Fák mellmagassági átmérője	cm
Dő:	„Döntés” művelet ideje	perc/100
d:	Választék felső vágáslapjának átmérője	cm
d _k :	Darab (hosszúfa, választék) középátmérője	cm
δ:	Fák keresztmetszeti felület-kihasználási tényezője.	/0,4-0,7/
E:	Egyéb költség (adó, tárolás)	Ft/év
EGYS:	Csörlős vonzó rövidfás (egységgrakatos) munkarendszer	-
Er:	Egy „Előrendezés” művelet átlagos ideje	perc/100
e:	Egyéb költség hányad	/0,4-0,5/
e _ü :	Üzemanyag kémiai energiája	/0,73-0,83/
F:	Üzemeltetési költség	Ft/pró
F _c :	A markolós vonzó markolójával befogható keresztmetszet	cm ² .
F _j :	Erdőfenntartási járulék (nettó fatérfogatra vonatkoztatva!!)	Ft/nm ³
FOGH:	Fogatos hosszúfás munkarendszer	-
FOGR:	Fogatos rövidfás munkarendszer	-
Fr:	„Fordul rakásolni” művelet ideje	perc/100
Ft:	Egy „Felterhelés” művelet átlagos ideje	perc/100
G _m :	Gépjármű megengedett legnagyobb össztömege	kg
G _s :	Gépjármű saját tömege	kg
γ:	D _{1.0} /D _{1.3} viszonyszám	-
H:	Famagasság	m
H:	Normál (osztrákoknál: maximális) használati időtartam	üzó
Harv:	Harveszteres munkarendszer	-
H _r :	Redukált használati időtartam	üzó
h:	Választék hossz, fahossz	m
h _f :	Darabhosszúság	m
Ig:	Egy „Igazgatás” művelet átlagos ideje	perc/100
i:	Pásztánként kitermelt sorok száma	db
J:	Éves üzemórák száma (normatív)	üzó/év
J ₀ :	Éves kihasználtság	üzó/év
K:	Fajlagos költség	Ft/m ³
K _a :	Amortizáció költsége	Ft/üzó
K _B :	Bérek költség	Ft/üzó
K _E :	Egyéb költség (adó, tárolás)	Ft/üzó
KÉZI:	Kézi közelítéses rövidfás munkarendszer	-

K _F :	Üzemeltetési költség	Ft/üzó
KIHS:	Kihordó szerelvényes rövidfás munkarendszer	-
KIHV:	Kihordó vontatós rövidfás munkarendszer	-
KOPA:	Kötéldarus rövidfás munkarendszer	-
K _p :	Kamat költsége	Ft/üzó
K _r :	Karbantartás, javítás költsége	Ft/üzó
K _T :	Tárolás, őrzés költsége	Ft/üzó
K _U :	Átállítás, fel- és levonulás költsége	Ft/üzó
K _u :	Gépkészítő(k) útiköltség-térítésének költsége	Ft/üzó
KWF:	Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik (Erdei Munka és Technika Kuratóriuma)	-
k _o :	Üzemóráköltség, óráköltség	Ft/üzó
k _m :	Gép műszak-költsége	Ft/műszak
k _B :	Üzemóráköltség bérrel	Ft/üzó
k _H :	Tárolás, őrzés éves költsége légköbméterenként	Ft/ m ³
k _n :	Hasznos-óra költség (produktív óra költség)	Ft/pró fő
L:	Alaplétszám	fő
LKTS:	Csörlős vonszolós hosszúfás (LKT-s) munkarendszer	-
Lt:	Egy „Leterhelés” műveletlem átlagos ideje	perc/100
N:	Gép teljesítménye	kW
N _{max} :	Gép max. teljesítménye max. fordulatszámnál	kW
n:	Élettartam, Leírási idő, Előregedési idő	év
n _{1...n_n} :	Abronc, kötelek stb. előregedési ideje	év
n _{a...n_f} :	Egy cikluson belül ismétlődő műveletlemek száma	db
n _c :	Egy ciklusban kitermelt törzsek száma	db/ciklus
n _é :	Évi munkanapok száma (éves munkaidőalap)	nap/év
n _m :	Rakatonkénti törzsszám	db
n _Q :	Rakományonkénti (rakatonkénti) darabszám	db
n _r :	Redukált élettartam, Redukált leírási idő	év
n _v :	m ³ -enkénti darabszám	db/m ³
Ny%:	Nyereség százalék	%
η:	Gép hatásfoka	-
o:	Kenőanyag költséghányad (üz.a.költséghez képest) /0,2-0,5/	-
P:	Kihasználtság; munkaidőkihasználás (produktív óra/ üzemóra)	%
Proc:	Processzoros munkarendszer	-
p:	Kamatláb /6,0/	%
Q _r :	Rakomány tömege	kg
Q _s :	Gép saját tömege	kg
q:	Rakomány (rakat) fatérfogata	m ³
Ra:	„Rakásol” műveletlem ideje	perc/100
Rf:	„Rakástól fordul” műveletlem ideje	perc/100
r:	Javítási hányad /0,6 – 0,8/	-
ρ:	Térfogati sűrűség	g/l
S:	Kötelező biztosítás éves díja	Ft/év
SBG:	Sundberg költség-szorzója	\$/l
S _w :	Kihasználási (terhelési) küszöb	óra/év
s ₁ :	Előközeltési távolság	m
s ₂ :	Közeltési távolság	m
s _t :	Átlagos tőtávolság	m
T _b :	Teljesítmény (bruttó m ³ -ben)	br m ³ /ó
T _H :	Tárolás helyigénye légköbméterben	Ft/ m ³
T _j :	„Teherjárat” műveletlem ideje	perc/100
T _n :	Teljesítmény (nettó m ³ -ben)	n m ³ /ó
TRKH:	Traktoros hosszúfás munkarendszer	-
TRKM:	Markolós traktoros rövidfás munkarendszer	-

TRKR:	Traktoros rövidfás munkarendszer	-
t:	Fajlagos időfelhasználás	perc/m ³
t _é :	Egésznapos munkaidőkiesések száma	db/év
t _m :	Műszakidő (műszak hossza)	óra
t _n :	Egy darabra jutó fajlagos idő	perc/db
t _ő :	Tárolás, őrzés éves költsége	Ft/év
t _v :	Egy m ³ -re jutó fajlagos idő	perc/m ³
t _v :	Műszakon belüli veszteségidő	perc
U:	Átállítás, fel- és levonulás éves költsége	Ft/év
u:	Gépkezelő(k) útköltség-térítése évente	Ft/év
Üá%:	Üzemi általános költség (közvetlen költség százalékában)	%
Üj:	„Üresjárat” műveletelem ideje	perc/100
ü:	Üzemanyag fogyasztás	l/üzó
V:	Darabnagyság (fatérfogat)	m ³ /db
Vá%:	Vállalati általános költség (közvetlen+üzemági ktsg. %-ában)	%
V _b :	Átlagtörzs fatérfogata	brm ³
V _{átm} :	Fatérfogat a felső és alsó vágáslap átmérőjének átlagából	m ³
V _{cs} :	Fatérfogat a csúcsköböző képlettel	m ³
V _{kör} :	Fatérfogat az átlagos körlapból	m ³
V _{kup} :	Fatérfogat a csonka kúp képletével	m ³
WLF:	Munkaterhelési tényező (Work Load Factor)	/0,4-0,8/ -

9 Ábrajegyzék

Sorszám	Ábra címe	oldal
1. ábra	A közelítő kerékpár által bejárt útvonalak	10
2. ábra	Keresztvágó fűrész vágásteljesítménye	30
3. ábra	Döntőfűrész vágásteljesítménye	30
4. ábra	Motorfűrész vágásteljesítménye	31
5. ábra	Vékony fák döntési módszerei	34
6. ábra	Hajkos döntés méretei	34
7. ábra	Csörlős döntés	34
8. ábra	Lovas közelítőeszközök átlagos és maximális vonóerőigénye	46
9. ábra	Lovas közelítőeszközök fajlagos vonóerőigénye	47
10. ábra	Védőfelszerelések és motorfűrész ára	56
11. ábra	Teherjárat idő a vonszolt fa térfogatának függvényében	58
12. ábra	Fajlagos teherjárat idő a vonszolt fa térfogatának függvényében	59
13. ábra	Teljesítményoptimum kézi ollóval történő vonszolásnál	59
14. ábra	Munkakiesések okai a fakitermelésben	61
15. ábra	A fakitermelés munkaidő-szerkezete	61
16. ábra	KTT törzsfa átmérő a $D_{1,3}$ %-ában	62
17. ábra	Hosszúfák átlagtérfogata a $D_{1,3}$ függvényében	64
18. ábra	Választéktérfogat számítási hibái a csonkakúp térfogathoz képest	66
19. ábra	Motorfűrész üzemanyag-fogyasztása a fakitermelésben	70
20. ábra	Traktorok üzemanyag-fogyasztása a fahasználatban	71
21. ábra	Tehergépkocsik üzemanyag-fogyasztása a faanyagszállításban	71
22. ábra	Üzemóráköltség az éves üzemóraszám függvényében (LKT 81T)	73
23. ábra	Üzemóráköltség az éves üzemóraszám függvényében (Motorfűrész)	73
24. ábra	Üzemóráköltség-szerkezet	77
25. ábra	Üzemóráköltség a beszerzési ár függvényében (motor nélküli eszközök)	78
26. ábra	Üzemóráköltség a beszerzési ár függvényében (motoros eszközök)	78
27. ábra	Költségegyenlet befolyásoló tényezőinek hatása az önköltségre	85
28. ábra	Független változók hatássorrendje (tükrözés utáni állapot)	85
29. ábra	Munkarendszerek képlettel való leírása	90
30. ábra	Munkarendszerek folyamatábrás leírása 1. 2.	91
31. ábra	Munkarendszerek folyamatábrás leírása 3.	91
32. ábra	Munkarendszerek leírása jellegábrás szalagdiagrammal	92
33. ábra	Munkarendszerek leírása felülnézeti sémával (KWF)	93
34. ábra	Munkarendszerek leírása felülnézeti sémával (ERTI)	93
35. ábra	Munkarendszerek leírása távlati képes ábrázolással	94
36. ábra	Munkarendszerek leírása betekintő képes ábrázolással	94
37. ábra	Munkarendszerek alkalmazási arányai (Tölgy)	113
38. ábra	Munkarendszerek alkalmazási arányai (Összes fafaj)	113
39. ábra	Munkarendszerek fatérfogatarányos alkalmazási arányai (Tölgy)	113
40. ábra	Munkarendszerek fatérfogatarányos alkalmazási arányai (Összes fafaj)	114
41. ábra	Munkarendszerek alkalmazási arányai az összes kitermelésben	114
42. ábra	Egyes munkarendszerek kíméletlenségi mutatói	120
43. ábra	Választékok ár- és költségviszonyai	123
44. ábra	Választékok átlagos jövedelmezősége	123

10 Táblázatok jegyzéke

Sorszám	Táblázat címe	oldal
1.	táblázat A termék-előállítás tartalmi és formai oldalai	6
2.	táblázat Fakitermelési beavatkozások jellemzői	7
3.	táblázat Beavatkozások átlagos jellemzői	7
4.	táblázat Norma adatok számítása időegyenletek alapján	17
5.	táblázat Sundberg költség szorzói	21
6.	táblázat Technológiai vizsgálat típus terve	23
7.	táblázat Vaslovas rövidfás munkarendszer költség számítási táblázata	26
8.	táblázat Szalagos gyérítés jelölés költség kalkulációja	28
9.	táblázat Motorfűrészek osztályozása	29
10.	táblázat Fajlagos teherjárat idő elemzése	58
11.	táblázat Közéltető gépek munkaidő szerkezete	62
12.	táblázat Választékok átlagos darab nagyságának számítása (eltérő hosszak)	63
13.	táblázat Választékok átlagos darab nagyságának számítása (azonos hosszak)	64
14.	táblázat Javítási hányad értékei	68
15.	táblázat Üzemanyag fogyasztási normák számítása a rendelet szerint	70
16.	táblázat Lovak üzemóraköltség szerkezete	72
17.	táblázat Üzemóraköltségek (1. rész, 2. rész)	75-76
18.	táblázat Költség egyenlet befolyásoló tényezőinek hatás vizsgálata	83-84
19.	táblázat Munkarendszerek táblázatos leírása	90
20.	táblázat Munkarendszerek javasolt leírása	95
21.	táblázat Kőszegi hosszúfás munkarendszer	98
22.	táblázat Fogatos rövidfás munkarendszer	100
23.	táblázat Fogatos hosszúfás munkarendszer	101
24.	táblázat Utánfutós traktoros rövidfás munkarendszer	102
25.	táblázat Markolós traktoros rövidfás munkarendszer	103
26.	táblázat Csörlős traktoros hosszúfás munkarendszer	104
27.	táblázat Csörlős vonszolós rövidfás munkarendszer	105
28.	táblázat Csörlős vonszolós hosszúfás munkarendszer	106
29.	táblázat Kihordó szerelvényes rövidfás munkarendszer	107
30.	táblázat Kihordó vontatós rövidfás munkarendszer	108
31.	táblázat Kötéldarus rövidfás munkarendszer	109
32.	táblázat Magyarországi fahasználati munkarendszerek arányai	110
33.	táblázat Munkarendszerek arányai közéltető eszközök szerint	111
34.	táblázat Munkarendszerek arányai (Stájerország 1985)	112
35.	táblázat Költség-hozam elemzés számítási táblázata	115
36.	táblázat Fakitermeléssel okozható károsítások súlyozása	118
37.	táblázat Fakitermelés kíméletlenségi mátrixa	118
38.	táblázat Csörlős vonszolós hosszúfás munkarendszer kíméletlenségi mátrixa	119
39.	táblázat Választékonkénti és művelet csoportonkénti költségek számítása	121

11 Tartalomjegyzék

1	A TÉMA JELENTŐSÉGE ÉS A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI	4
1.1	A TÉMA JELENTŐSÉGE.....	4
1.2	FOGALMAK EGYSÉGES MEGHATÁROZÁSA	5
1.3	GYÉRÍTÉSEK JELLEMZŐI (ERDŐ- ÉS ÁLLOMÁNSZERKEZETI VISZONYOK).....	6
1.4	FEJLŐDÉSTÖRTÉNETI ÁTTEKINTÉS	7
2	A KUTATÁS CÉLKITŰZÉSE ÉS MÓDSZEREI	12
2.1	A KUTATÁS CÉLJA	12
2.2	A KUTATÁS MÓDSZEREI	12
2.2.1	Művelési technológia- és eszközfejlesztések módszerei	13
2.2.2	Felmérések módszerei	14
2.2.3	Munkatanulmány módszerei.....	15
2.2.3.1	Időmérési módszerek.....	16
2.2.3.2	Befolyásoló tényezők és vonatkozási alapok.....	16
2.2.3.3	Időegyenletek és normaadatok számítása.....	17
2.2.4	A darab–tömeg törvény	17
2.2.5	Üzemóráköltségek számítási módszerei	18
2.2.5.1	FAO–ECE séma	18
2.2.5.2	KWF séma.....	19
2.2.5.3	Az osztrák Erdészeti Kutatóintézet sémája.....	19
2.2.5.4	A magyar séma.....	20
2.2.5.5	Egyszerűsített számítási sémák.....	20
2.2.5.6	A munkabéreköltség meghatározása.....	21
2.2.6	Technologiaelemzés, technologiafejlesztés módszertana	22
2.2.7	Munkarendszerek elemzésénél alkalmazott módszerek.....	23
2.2.7.1	A Soproni Sorozatelemzési Módszer (SSM)	23
2.2.7.2	Munkarendszerek elemzése az SSM egyszerűsített változatával.....	24
2.2.7.3	Munkarendszerek költség számítása.....	25
3	A KUTATÁS SORÁN ELÉRT EREDMÉNYEK ISMERTETÉSE	27
3.1	FAKITERMELÉSI MUNKARENDSZEREK MŰVELETEINEK VIZSGÁLATA.....	27
3.1.1	Gyéritésjelölés szalaggal.....	27
3.1.2	Motorfűrészkes munkák	29
3.1.2.1	Motorfűrészkes vágásteljesítménye.....	29
3.1.2.2	Motorfűrészkes kiegészítő eszközei	32
3.1.2.3	Döntés	33
3.1.2.4	Gallyazás	35
3.1.2.5	BEYA eljárás.....	36
3.1.2.6	Ledarabolás	38
3.1.2.7	Tömeges darabolás	40
3.1.3	Előkészítés kézi eszközökkel	40
3.1.3.1	Kézi közelítő olló	41
3.1.3.2	Kézi horog.....	41
3.1.3.3	Capin	42
3.1.4	Lovas közelítés	42
3.1.4.1	A hagyományos lovas közelítés eszközei.....	43
3.1.4.2	Bukókeretes szánkó.....	44
3.1.4.3	Közelítőpapucs	45
3.1.4.4	Lovas közelítőeszközök vonóerőigénye.....	45
3.1.5	Közelítés kis gépekkel	47
3.1.5.1	Markolós kistraktor.....	47
3.1.5.2	Csúszda	48
3.1.5.3	Egyéb kisgépek.....	49
3.1.6	Származás-azonosítás, minőségbiztosítás	50
3.1.7	Harveszterek műveletei	51
3.2	EMBERI TÉNYEZŐ.....	51
3.2.1	Baleseti okkutatás.....	52
3.2.2	Munkásvédelmi felszerelések.....	53

3.2.3	Vágásbetétvizsgálat	57
3.2.4	Emberi teljesítmény optimalása.....	57
3.3	MUNKAI DŐKI HASZNÁLÁS A FAKITERMELÉSBEN ÉS A KÖZELÍTÉSBEN	60
3.4	A MUNKA TÁRGYÁNAK VIZSGÁLATA.....	62
3.4.1	Átlagos darabnagyság meghatározása	62
3.4.2	Fatérfogat számítási módszereinek vizsgálata	65
3.5	ÜZEMÓRAKÖLTSÉG SZÁMÍTÁSA	66
3.5.1	Az üzemóráköltség alapadatai	67
3.5.2	Az üzemóráköltség kalkulált adatai	67
3.5.2.1	Javítási hányad.....	67
3.5.2.2	Üzemanyag-fogyasztás	68
3.5.2.3	Az üzemóráköltség egyéb összetevői.....	72
3.5.3	A gépkijelhasználás problémája.....	72
3.5.4	Az általam alkalmazott séma és a számítás eredményei.....	74
3.5.5	Az üzemóráköltség egyszerűsített számítási sémáinak vizsgálata.....	77
3.6	MŰVELETEK ELEMZÉSE, TERVEZÉSE	79
3.6.1	Döntő-rakásoló munkájának tervezése	79
3.6.2	Kihordó vontató munkájának tervezése	81
3.6.3	Várható hatások vizsgálata. Hatásvizsgálat tükrözéssel	82
3.7	FAKITERMELÉSI MUNKARENDSZEREK LEÍRÁSA	86
3.7.1	Külföldi osztályozási rendszerek	86
3.7.2	Magyar munkarendszer-osztályozások.....	87
3.7.3	Az általam javasolt munkarendszer-osztályozás.....	88
3.7.4	Munkarendszerek leírása (ábrázolása)	89
3.7.4.1	Néhány jellemző ábrázolási megoldás.....	89
3.7.4.2	Az általam alkalmazott munkarendszer-leírás.....	95
3.7.4.3	Példa a részletes munkarendszer-leírásra.....	97
3.7.5	A Magyarországon alkalmazott munkarendszerek	99
3.7.6	Munkarendszerek alkalmazási arányai	110
3.7.6.1	A munkarendszerek alkalmazási arányainak időbeli alakulása.....	110
3.7.6.2	A fakitermelési munkarendszerek jelenlegi alkalmazási arányai.....	112
3.8	A MUNKARENDSZEREK ELEMZÉSÉNEK FELHASZNÁLÁSAI	115
3.8.1	Munkarendszerek elemzése gazdasági döntések megalapozásához	115
3.8.2	Munkarendszerek környezeti elviselhetősége.....	117
3.8.3	Választékonkénti és műveletcsoportonkénti költségek számítása.....	121
4	AZ EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE	125
4.1	ÚJ EREDMÉNYEK TÉZISSZERŰ ISMERTETÉSE.....	125
4.2	VÁRHATÓ TENDENCIÁK	126
5	A MEGÁLLAPÍTÁSOK GYAKORLATI ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI	127
6	KIVONATOK	128
6.1	A DISSZERTÁCIÓ MAGYAR NYELVŰ KIVONATA	128
6.2	A DISSZERTÁCIÓ ANGOL NYELVŰ KIVONATA	129
7	FELHASZNÁLT IRODALOM.....	130
8	ALKALMAZOTT JELEK ÉS RÖVIDÍTÉSEK	134
9	ÁBRAJEGYZÉK	137
10	TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	138
11	TARTALOMJEGYZÉK.....	139

MELLÉKLETEK

1. melléklet Munkarendszer-elemzési és költség-számítási adatgyűjtő lap
2. melléklet Költség-hozam elemzés adatgyűjtő lapja 1.
3. melléklet Költség-hozam elemzés adatgyűjtő lapja 2.
4. melléklet Költség-hozam elemzés adatgyűjtő lapja 3.
5. melléklet Használati időtartam diagram
6. melléklet Forstmaschinen CD adatai
7. melléklet Kézi fűrész vágásidő adatai
8. melléklet Lovas közelítőeszközök
9. melléklet Lovas közelítőeszközök vonóerőigénye
10. melléklet Kézi ollós előközelítés adatai
11. melléklet Kiesőidők a fakitermelésben
12. melléklet Munkakiesések megoszlása a fakitermelésben
13. melléklet Törzsfa átmérő a mellmagassági átmérő %-ában
14. melléklet 4 m-es hosszúfa darabok középátmérőinek aránya a $D_{1,3}$ -hoz
15. melléklet 4 m-es hosszúfa darabok közepének aránya a famagassághoz
16. melléklet Üzemóráköltség-számítási alapadatok (német, osztrák)
17. melléklet Gépek üzemanyag-fogyasztásával kapcsolatos adatok
18. melléklet Üzemóráköltség-számítási adatok 1.
19. melléklet Üzemóráköltség-számítási adatok 2.
20. melléklet Üzemóráköltség-számítási adatok 3.
21. melléklet Üzemóráköltség-számítási adatok 4.
22. melléklet Üzemóráköltség-számítási adatok 5.
23. melléklet Üzemóráköltség-számítási adatok 6.
24. melléklet Üzemóráköltség-szerkezetek (KWF és Forstmaschinen CD alapján)
25. melléklet Munkarendszerek alkalmazási arányai (A, AF)
26. melléklet Munkarendszerek alkalmazási arányai (B, CS)
27. melléklet Munkarendszerek alkalmazási arányai (EKL, ELL)
28. melléklet Munkarendszerek alkalmazási arányai (FE, GY)
29. melléklet Munkarendszerek alkalmazási arányai (HNY, NNY)

Általános adatok

Erdőgazdaság		Adatgyűjtés éve	
Erdőgazdasági egység		Fahasználat jellege	
Község		Tao/erdőrészlet	
Fahasználat kezdete		Terület (ha)	
Fahasználat befejezése		Érintett terület (ha)	

Választékmeegoszlás

Fafajok	Választékok							
	Kitermelt nettó m3							

Technológia

Művelet megnevezése	Művelet helve	Fa állapota	Művelet végrehaitója	Moza táv (m)	Ellesitm. (m3/üző)	Megjegyzés

Költségek

Műveletcsoportok megnevezése	Összes közvetlen költség ezer Ft-ban					Ált. költség %-ban		
	Munkabér	Bériarulék	Anyag	Energia	Ertékcs.	Egyéb	Üzemi	Vállalati

Fafajok:	A	AF	B	CS	EKL	ELL	FE	GY	HNY	T	NNY
-----------------	---	----	---	----	-----	-----	----	----	-----	---	-----

Erdőgazdaság		Adatgyűjtés éve	
Erdészlet		Erdőterület (ha)	

FAKITERMELÉS BEAVATKOZÁSONKÉNT ÉS FAFAJONKÉNT

Beavatkozás	Összesen nm3	Beavatkozásokonkénti megoszlás nettó m3-ben										
		A	AF	B	CS	EKL	ELL	FE	GY	HNY	T	NNY
TISZT	0											
TKGY	0											
NFGY	0											
FFV BV	0											
FFV VV	0											
TRV	0											
EU	0											
Egyéb	0											
Mindössz.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

VÁLASZTÉKSZERKEZET

	Választékok	Választékokonkénti megoszlás nettó m3-ben										
		A	AF	B	CS	EKL	ELL	FE	GY	HNY	T	NNY
TISZT	Fűrészrönk											
	Fagyártmányfa											
	Bányászati any.											
	Szőlőtámfa											
	Papírfa											
	Export forgácsfa											
	Forgácsfa											
	Egyéb iparifa											
	Tűzifa											
	Osszesen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Választékok	Választékokonkénti megoszlás nettó m3-ben										
		A	AF	B	CS	EKL	ELL	FE	GY	HNY	T	NNY
TKGY	Fűrészrönk											
	Fagyártmányfa											
	Bányászati any.											
	Szőlőtámfa											
	Papírfa											
	Export forgácsfa											
	Forgácsfa											
	Egyéb iparifa											
	Tűzifa											
	Osszesen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Választékok	Választékokonkénti megoszlás nettó m3-ben										
		A	AF	B	CS	EKL	ELL	FE	GY	HNY	T	NNY
NFGY	Lemezipari rönk											
	Fűrészrönk											
	Fagyártmányfa											
	Bányászati any.											
	Szőlőtámfa											
	Papírfa											
	Export forgácsfa											
	Forgácsfa											
	Egyéb iparifa											
	Tűzifa											
Osszesen		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Erdészet	0
----------	---

VÁLASZTÉKSZERKEZET

VH	Választékok	Választékonkénti megoszlás nettó m3-ben										
		A	AF	B	CS	EKL	ELL	FE	GY	HNY	T	NNY
	Lemezipari rönk											
	Fűrészrönk											
	Fagyártmányfa											
	Bányászati any.											
	Szőlőtámfa											
	Papírfa											
	Export forgácsfa											
	Forgácsfa											
	Egyéb iparifa											
	Tűzifa											
	Osszesen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

EGYÉB	Választékok	Választékonkénti megoszlás nettó m3-ben										
		A	AF	B	CS	EKL	ELL	FE	GY	HNY	T	NNY
	Lemezipari rönk											
	Fűrészrönk											
	Fagyártmányfa											
	Bányászati any.											
	Szőlőtámfa											
	Papírfa											
	Export forgácsfa											
	Forgácsfa											
	Egyéb iparifa											
	Tűzifa											
	Osszesen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

FAKITERMELÉSEK JELLEMZŐI

Jellemzők		A	AF	B	CS	EKL	ELL	FE	GY	HNY	T	NNY
Átlagos D1.3 (cm)*	TISZT											
Vállalkozók aránya (%)	fakiter-											
Vállalkozói díjak (Ft/nm3)	melés-											
Közelítési táv (m)	ben											

Átlagos D1.3 (cm)*	TKGY											
Vállalkozók aránya (%)	fakiter-											
Vállalkozói díjak (Ft/nm3)	melés-											
Közelítési táv (m)	ben											

Átlagos D1.3 (cm)*	NFGY											
Vállalkozók aránya (%)	fakiter-											
Vállalkozói díjak (Ft/nm3)	melés-											
Közelítési táv (m)	ben											

Átlagos D1.3 (cm)	VH											
Vállalkozók aránya (%)	fakiter-											
Vállalkozói díjak (Ft/nm3)	melés-											
Közelítési táv (m)	ben											

*Az átlagos D1.3 (cm) a mellékállományra (eltávolított állományrésze) vonatkozik!

(Egyéb adatok hiányában a következőképpen számítandó: Beavatkozás előtti átlagos D1.3 X 0,8)

Erdészet	0
----------	---

KÉRGEZÉS JELLEMZŐI

Jellemzők	A	AF	B	CS	EKL	ELL	FE	GY	HNY	T	NNY
Összes m3-ből kérgezendő (%)											
Vállalkozók aránya (%)	Kérge- zésben										
Vállalkozói díjak (Ft/nm3)											

HASÍTÁS JELLEMZŐI

Jellemzők	A	AF	B	CS	EKL	ELL	FE	GY	HNY	T	NNY
Összes m3-ből hasítandó (%)											
Vállalkozók aránya (%)	Hasí- tásban										
Vállalkozói díjak (Ft/nm3)											

FAANYAGSZÁLLÍTÁS JELLEMZŐI

Rakodóról értékesített faanyag aránya (%):		Erdészetet terhelő szállításból tgg-val (%):	
Erdészetet terhelő szállítás aránya (%):		Erdészetet terhelő szállításból vasúton (%):	
Összesen:	0 %	Erdészetet terhelő száll.ból tgg-val+vasúton (%):	
		Összesen:	0 %

Vállalkozók aránya (%)	Tgg-val történő szállításban	Export aránya (%)	Vasúti
Vállalkozói díjak (Ft/nm3)		Szállítási díjak (Ft/nm3)	szállí- tásban
Szállítási táv (km)		Szállítási táv (km)	

TECHNOLÓGIÁK

Techn. megnevezés:	Eszköz / hely	Eszköz / hely	Eszköz / hely	Eszköz / hely
Műveletek				
Döntés				
Gallyazás				
Darabolás tő mellett				
Közelítés				
Darabolás rakodón				
Mozgatás rakodón				
Göcsözés				
Hasítás				
Kérgezés				
Felterhelés (sarangolt)				
Szállítás (sarangolt)				
Leterhelés (sarangolt)				
Felterhelés (egyéb)				
Szállítás (egyéb)				
Leterhelés (egyéb)				

Alkalma- zási arány beavatko- zásonként (%)	TISZT		%		%		%		%
	TKGY		%		%		%		%
	NFGY		%		%		%		%
	VH		%		%		%		%
	Összesen	0	%	0	%	0	%	0	%

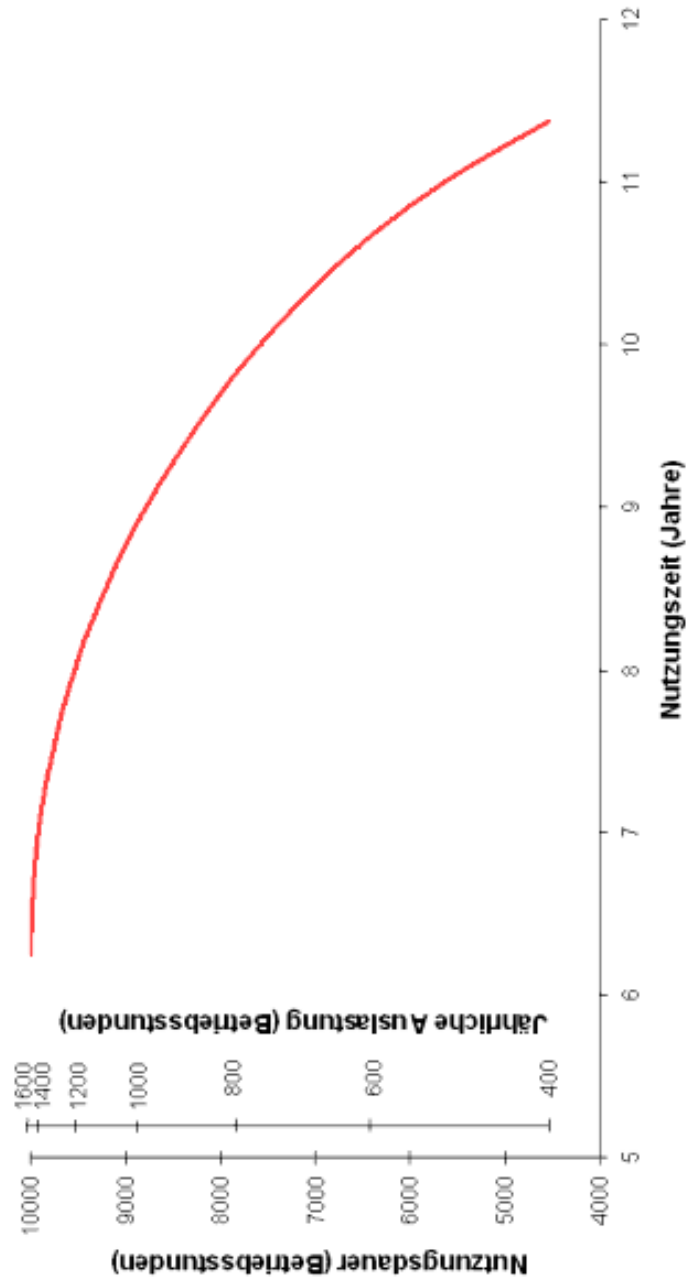
Technológiák alkalmazási aránya az erdészetben belül

Összesen:	0%		%		%		%		%
-----------	----	--	---	--	---	--	---	--	---

A költség-hozam elemzéshez szükséges egyéb adatok:

1. Erdőgazdasági gépek és eszközök üzemóraköltségadatai
2. Erdőgazdasági gépek és eszközök beszerzési árai
3. Saját dolgozók munkabére és járulékos költségei
4. Üzemi általános és vállalati általános költségek a fahasználati közvetlen költségek %-ában

Nutzungsdauer-Diagramm für Forstspezialschlepper



Forstmaschinen CD alapadatai

Megnevezés	Telj.	Besz. ár	Ár idő pontja év	Max. gazd.-i élettart.	kihasználásnál üző/év	Élettartam év	kihasználásnál üző/év	Rész 1.						Rész 1.						Üzemóraköltség	
								Megnevezés	Besz. ár	Max. gazd. élettart.	kihasználásnál üző/év	Élettart. év	kihasználásnál üző/év	Megnevezés	Besz. ár	Max. gazd. élettart.	kihasználásnál üző/év	Élettart. év	kihasználásnál üző/év	Max. üző/év-nél	Min. üző/év-nél
								EUR	EUR	üző	üző/év	üző	üző/év	EUR	EUR	üző	üző/év	üző	üző/év	EUR	EUR
H 372	3,9	900	1998	1 800	900	4	200	Lánc	32	300				Lemez	49	900				2,98	3,20
St 044	3,8	834	1999	1 800	900	4	200	Lánc	27	300				Lemez	46	900				3,27	3,49
St 046	4,1	874	1999	1 800	900	4	200	Lánc	27	300				Lemez	46	900				3,27	3,56
H 242	2,3	617	1999	1 800	900	4	200	Lánc	24	300				Lemez	41	900				3,27	3,56
LKT 81T	72	65 406	1999	10 000	1 600	11	400	Abroncs	4 558	2 400	1 600	4	400	Kötél	689	500				21,00	30,30
TJ 240 C	75	98 108	2000	10 000	1 600	11	400	Abroncs	10 852	4 800	1 600	7	400	Kötél	455	500				26,89	40,48
Koller 300 sm.	65	54 156	2000	8 000	1 600	11	300	T+h köt	2 314	3 900	1 600	5	300	Vonók.	533	800	1 600	2	300	21,08	33,72
Koller 300	36<	37 027	2000	8 000	1 600	11	300	T+h köt	2 314	3 900	1 600	5	300	Vonók.	533	800	1 600	2	300	12,65	21,22
Wfalke sm.	78	62 824	2000	8 000	1 600	11	300	T+h köt	3 902	3 900	1 600	5	300	Vonók.	1 441	800	1 600	2	300	24,71	39,46
Woodliner 1000	21	27 869	1999	8 000	1 600	11	300	T+h köt	3 696	2 000	1 600	4	300	Vonók.	110	800	1 600	2	300	14,97	23,26
TJ 810 B	82	170 781	2000	10 000	2 400		600	Abroncs	7 978	4 800	2 400									39,32	51,45
TJ 1110	113	190 766	2000	10 000	2 400		600	Abroncs	19 169	4 800	2 400									46,58	60,68
Valmet 840	94	172 198	1999	10 000	2 400		600	Abroncs	15 118	4 800	2 400									41,42	54,14
TBM 81	88	154 921	2000	10 000	2 400		600	Abroncs	7 068	4 800	2 400									36,26	47,38
HSM 208 F	108	184 065	1999	10 000	2 400		600	Abroncs	16 343	4 800	2 400									42,88	56,32
Ponsse S 10	91	181 682	2000	10 000	2 400		600	Abroncs	8 981	4 800	2 400									42,30	55,38
CAT 554	91	176 395	2000	10 000	2 400		600	Abroncs	8 981	4 800	2 400									40,48	53,27
Pfanzelt 1060+V3 daru	22	223	2000	5 000	1 000	9	200	Abroncs	1 702	4 600	1 000	7	200	Kihordó szerelvény daruval, traktor nélkül						8,36	16,21
Timberjack 1270	152	331 606	2000	10 000	2 400	9	600	Abroncs	13 995	4 800	2 400	6	600							81,83	105,88
Valmet 6400	70	45 783	2000	8 000	1 600	12	300	Abroncs	4 943	2 400	1 600	5	300							18,68	27,47
Steyr 9105	81	63 890	2000	8 000	1 600	12	300	Abroncs	4 943	2 400	1 600	5	300							24,20	35,76
Farmi JL 351T		1 635	1999	7 000	1 400	9	300	Kötél	125	500										0,73	1,09
Farmi JL 501T		2 200	1999	7 000	1 400	9	300	Kötél	281	500										1,16	1,67
Multi KBF	4	1 852	2000	2 100	700	6	100	Kötél	87	500				Jonsered M 2077 motorral						3,85	5,74
Ackja KMF 422	4,8	3 851	2000	2 100	700	6	100	Kötél	125	500				Stihl 070 motorral						5,96	9,67
Nokka Super		2 111	1999	7 000	1 400	9	300													0,58	1,02
Log Line		8 953	2000	9 000	1 600	14	200							20 db 5 m-es elem						1,38	4,65

6. melléklet Forstmaschinen CD adatai

v. Török Béla - Plauder Nándor: Erdőhasználati időtanulmányok

Erdészeti Kísérletek 1932. 1-4.sz. 94-113.p.

Darabolás: 2 munkás 40 cm pengehosszúságú, M-fogazású keresztvágó fűrészsel

a. Fűrészelt felület grafikonból

Átmérő	Felület	Átvágás ideje
D	F	t
cm	cm ²	sec
11,28	100	20
15,96	200	45
19,54	300	68
22,57	400	92
25,23	500	115
27,64	600	138
29,85	700	160
31,92	800	182
33,85	900	205
35,68	1000	230

b. Fűrészelt átmérő grafikonból

Átmérő	Felület	Átvágás ideje	Átvágás fajlagos ideje	Fajlagos teljesítmény
D	F	t	t/F	F/t
cm	cm ²	sec	sec/cm ²	cm ² /sec
10	79	14	0,18	5,64
12	113	22	0,19	5,14
14	154	34	0,22	4,53
16	201	45	0,22	4,47
18	254	57	0,22	4,46
20	314	71	0,23	4,42
22	380	86	0,23	4,42
24	452	102,5	0,23	4,41
26	531	121	0,23	4,39
28	616	140,5	0,23	4,38
30	707	161,5	0,23	4,38
32	804	184	0,23	4,37
34	908	208	0,23	4,37
36	1018	233	0,23	4,37

Átmérő	Felület	Átvágás ideje	Átvágás fajlagos ideje	Fajlagos teljesítmény
D	F	t	t/F	F/t
cm	cm ²	sec	sec/cm ²	cm ² /sec
2	3,14	3	0,95	1,05
4	12,57	7	0,56	1,80
6	28,27	12	0,42	2,36
8	50,27	16	0,32	3,14
10	78,54	20	0,25	3,93
12	113,10	27	0,24	4,19
14	153,94	36	0,23	4,28
16	201,06	47	0,23	4,28
18	254,47	59	0,23	4,31
20	314,16	73	0,23	4,30
22	380,13	88	0,23	4,32
24	452,39	105	0,23	4,31
26	530,93	123	0,23	4,32
28	615,75	141	0,23	4,37



Vonszolás láncsal



Gumikerekes szekér



Zalai faszánkó (csuszkó)



Sellyei vasszánkó



Borsodi forgózsámolyos szán



Kőszegi kétlovas szánkó



Közelítő kerékpár



Kombinált szánkó

Lovas közelítőeszközök vonóerőigénye

Eszköz	Vonóerő (kN)										Rakomány (m ³)				Arány	
	Üj		Át1		Át2		Át3		Tj		Át1	Át2	Át3	Tj	Tj	
	átl.	max.	átl.	max.	átl.	max.	átl.	max.	átl.	max.	max/átl.					
KKP	0,07	0,15	0,37	1,08					0,89	2,23	0,58			1,08	2,5	
2 ló+szán	0,26	1,03	0,82	2,21					2,60	4,91	0,19			0,75	1,9	
1 ló+szán	0,30	0,56	0,74	1,55	1,71	3,34			2,15	3,75	0,34	0,60		0,85	1,7	
Fzs. szán	0,48	1,01	0,47	1,10	0,90	1,86	0,28	0,98	0,59	3,73	0,20	0,55	0,70	1,00	6,3	
BKSZ	0,21	0,44							0,66	1,47				0,17	2,2	
Vonsz.(átl.)									1,23	3,07				0,34	2,5	
Vonsz 1									1,51	2,80				0,36	1,9	
Vonsz 2									1,34	3,53				0,32	2,6	
Vonsz 3									1,75	2,84				0,30	1,6	
Vonsz 4									1,62	5,05				0,54	3,1	
Vonsz 5									0,80	2,55				0,28	3,2	
Vonsz 6									0,33	1,62				0,22	4,9	
Átlag:	0,26	0,64	0,60	1,48	1,30	2,60	0,28	0,98	1,29	3,13	0,33	0,58	0,70	0,52	2,9	

Előközelítés kézi közelítőollóval (Gólya J. 1984. Káld) 3-4 m-es darabok

$$t = \frac{0,6}{0,872 - 7,59 \cdot V}$$

3-4 m-es hosszúfa vonszolása kézi közelítő ollóval
Fajlagos teherjáratú idő elemzése

Vonszolt darab térfogata	1 m teherjáratú út megtételére fordított idő	Fajlagos útidő	1 m teherjáratra jutó teljesítmény
a	b	a/b	b/a
m ³	sec/m	(sec/m)/m ³	m ³ /(sec/m)
0,01	0,7537	75,37	0,0133
0,02	0,8331	41,66	0,0240
0,03	0,9312	31,04	0,0322
0,04	1,0556	26,39	0,0379
0,05	1,2183	24,37	0,0410
0,06	1,4402	24,00	0,0417
0,07	1,7611	25,16	0,0397
0,08	2,2659	28,32	0,0353
0,09	3,1763	35,29	0,0283
0,10	5,3097	53,10	0,0188

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{h \cdot \pi}} \cdot 100$$

Középátmérő meghatározása a fatérfogatóból és a hosszából

Fatérfogat	Középátmérő (cm)	
	3	4
m ³	m-es hosszánál	
0,01	6,5	5,6
0,02	6,3	6,7
0,03	7,8	7,5
0,04	8,1	8,2
0,05	8,9	8,8
0,06	9,3	9,3
0,07	9,8	9,8
0,08	10,2	10,2
0,09	10,6	10,6
0,10	11,0	11,0

Egésznapos kiesések éves szinten

Munkanapok száma:	252 nap/év	
Időjárás miatti kiesés	30,60 nap/év	48,39 %
Gépmeghibásodás miatti kiesés	14,88 nap/év	23,53 %
Szervezetlenség (m.helyre utazás megfiúsulása)	4,64 nap/év	7,34 %
Oktatás	6,28 nap/év	9,93 %
Egyéb (bizt./orvosi vizsga, véréradás, értekezlet, betegség)	6,83 nap/év	10,80 %
Osszesen	63,23 nap/év	100,00 %
P= 74,91 %		

Egésznapos kiesések percben

Időjárás	15 422,40 perc/év
Géphiha	7 499,52 perc/év
Szervezetlenség	2 338,56 perc/év
Oktatás	3 165,12 perc/év
Egyéb	3 442,32 perc/év
Osszesen	31 867,92 perc/év

Egésznapos kiesések percben, átszámítás műszakra

Időjárás	61,20 perc/műszak
Géphiha	29,76 perc/műszak
Szervezetlenség	9,28 perc/műszak
Oktatás	12,56 perc/műszak
Egyéb	13,66 perc/műszak
Osszesen	126,46 perc/műszak

Műszakon belüli kiesőidők számítása

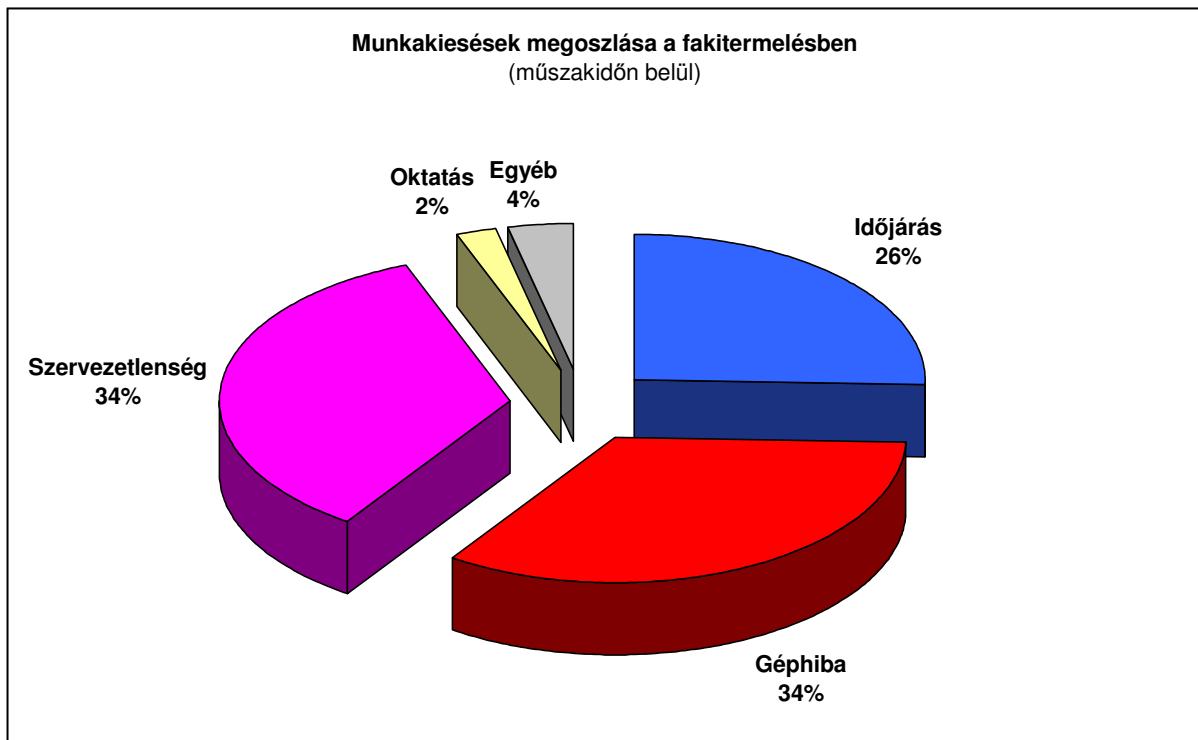
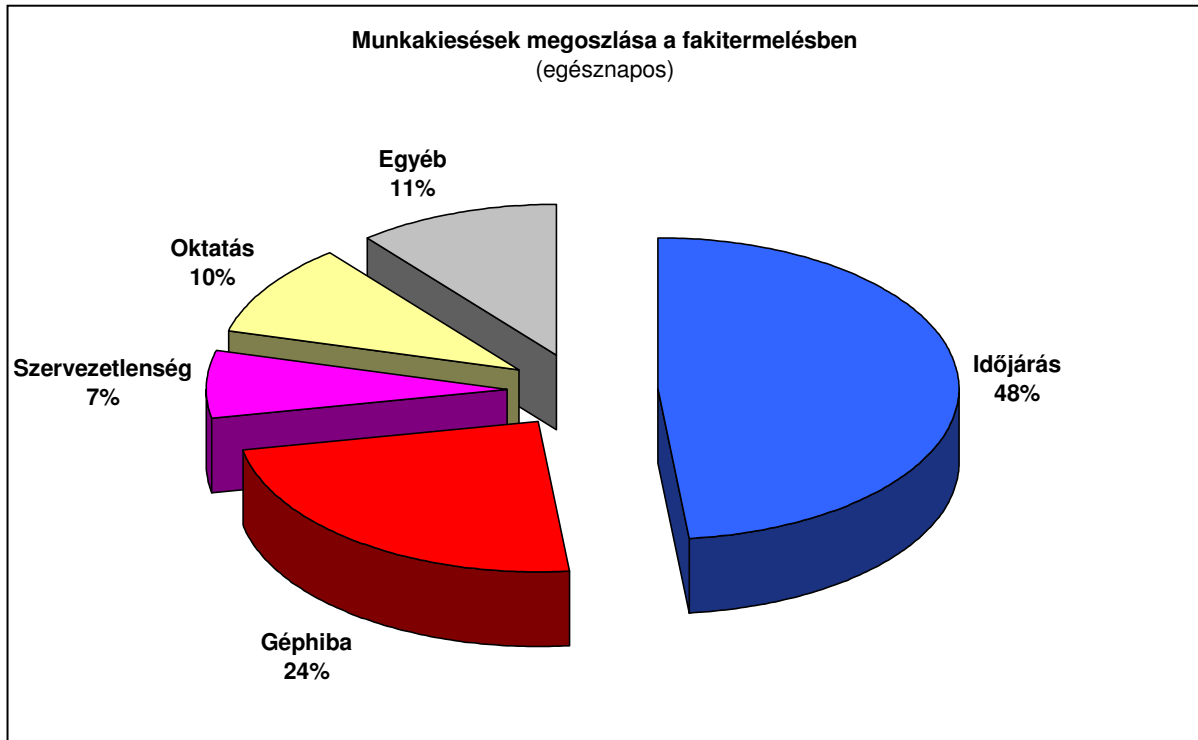
Műszakóraszám	8,4 óra/műszak	
Műszakpercek száma	504 perc/műszak	
Időjárás	23,39 perc/műszak	25,69 %
Gépmeghibásodás, alkatrészhiány, anyag- üzer	30,69 perc/műszak	33,71 %
Szervezetlenség (munkák összehangolatlanság)	31,61 perc/műszak	34,72 %
Oktatás	2,12 perc/műszak	2,33 %
Egyéb (megbeszélés, karbantartás)	3,23 perc/műszak	3,55 %
Osszesen	91,04 perc/műszak	100,00 %
P= 81,94 %		

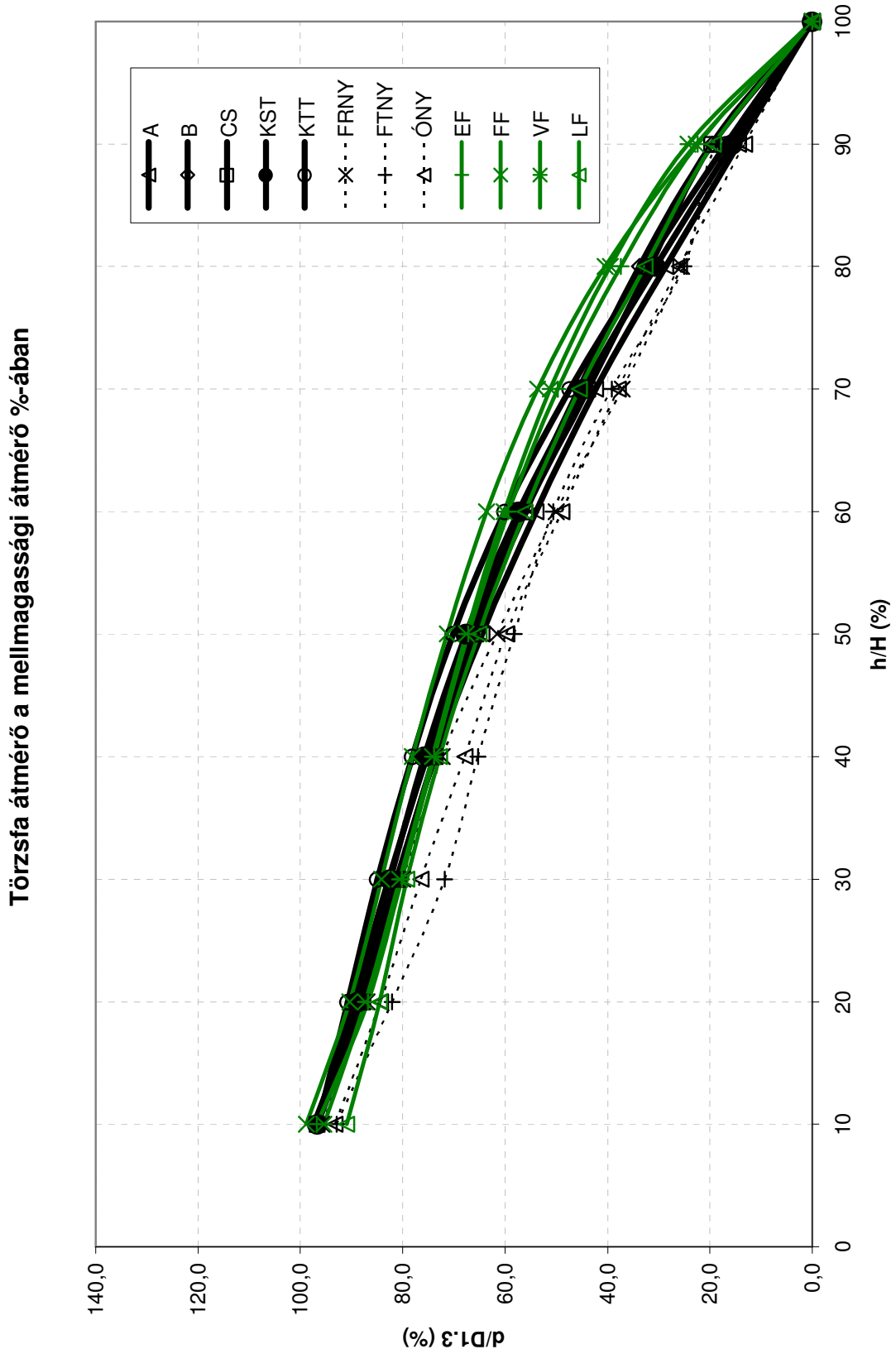
Összes kiesés műszakra átszámítva:

Időjárás	84,59 perc/műszak	38,89 %
Géphiha	60,45 perc/műszak	27,79 %
Szervezetlenség	40,89 perc/műszak	18,80 %
Oktatás	14,68 perc/műszak	6,75 %
Egyéb	16,89 perc/műszak	7,77 %
Osszesen:	217,50 perc/műszak	100,00 %
P= 56,85 %		

Munkaidőszerkezet meghatározása

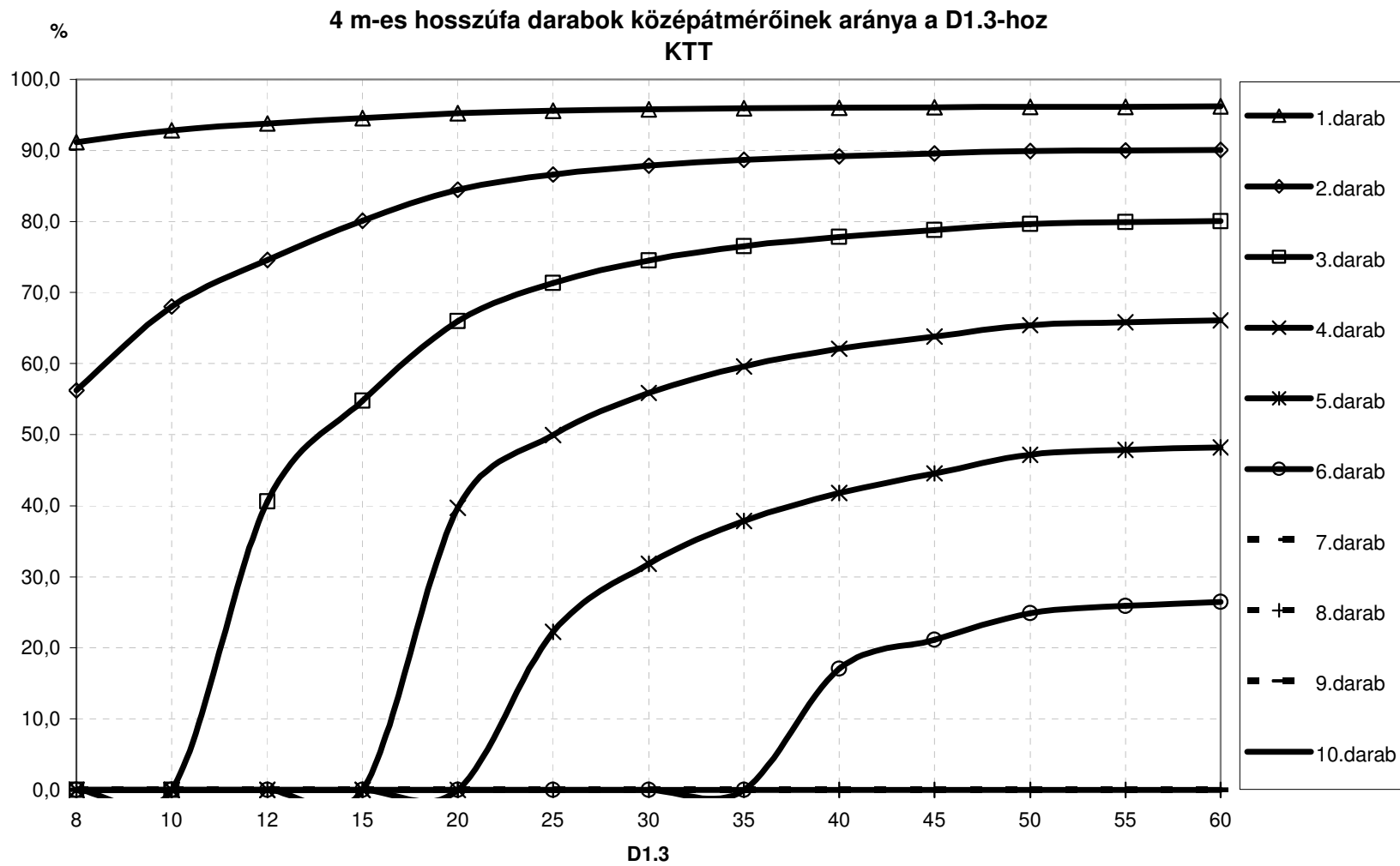
Hasznos idő	286,50 perc/műszak	56,85 %
Időjárás	84,59 perc/műszak	16,78 %
Géphiha	60,45 perc/műszak	11,99 %
Szervezetlenség	40,89 perc/műszak	8,11 %
Oktatás	14,68 perc/műszak	2,91 %
Egyéb	16,89 perc/műszak	3,35 %
Osszesen:	504,00 perc/műszak	100,00 %



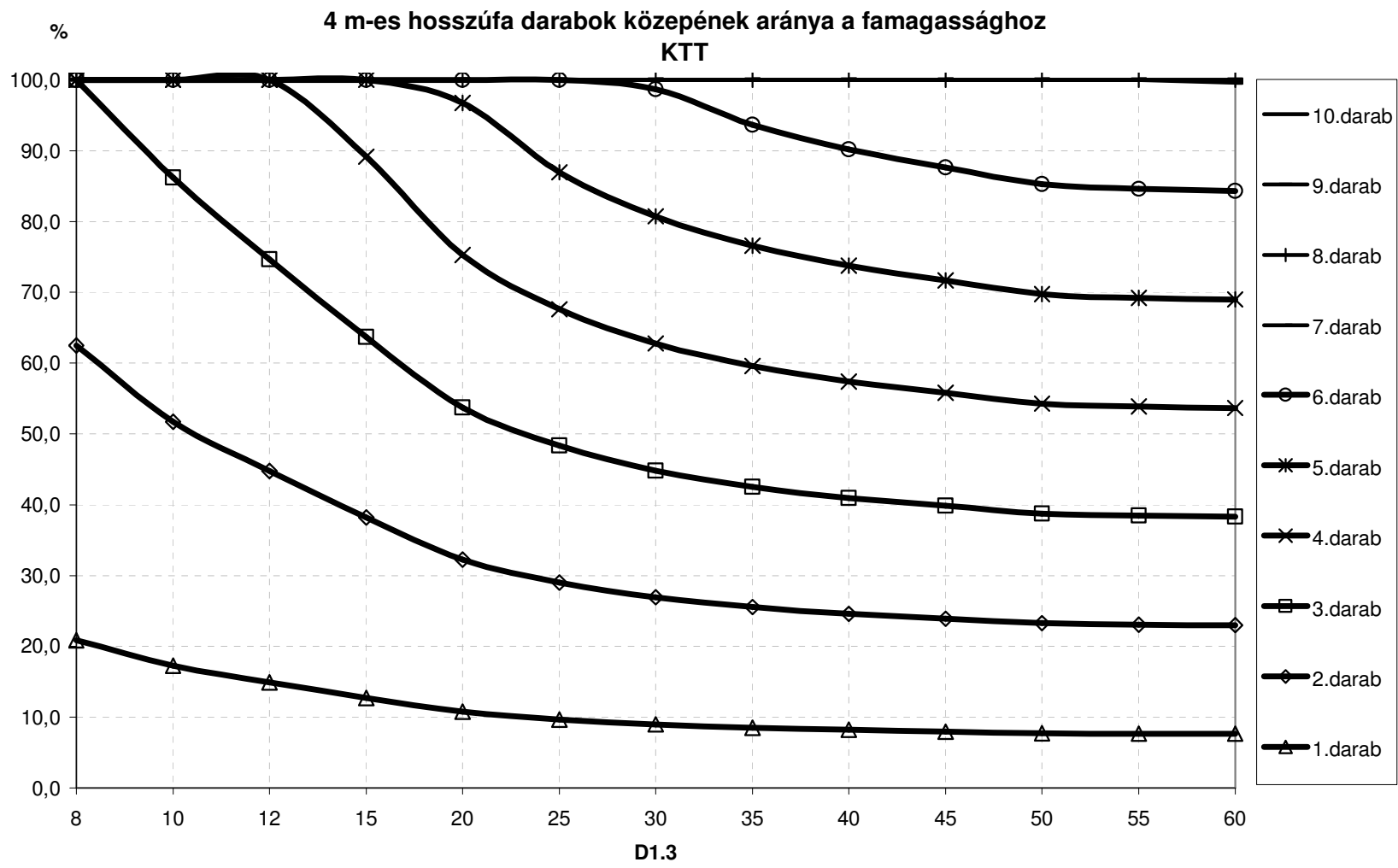


13. melléklet Törzsfa átmérő a mellmagassági átmérő %-ában

14. melléklet 4 m-es hosszúra darabok középátmérőinek aránya a D1.3-hoz



15. melléklet 4 m-es hosszúra darabok közepének aránya a famagassághoz



Megnevezés	Élettartam* (összes üzemóra)?	Leírás idő	Schwel- len- wert*	Éves üz. száma		Javitási hányad (r)	Fo- gyasz- tás I/MAS	Kenő- anyag- hányad %	Kamat- láb (p) %	Forrás
				-tól	-ig					
				(J)* üző/év						
MAS	év	MAS/J								
Motorfűrész	1 800	4,0		200	900				4,5	C
Fűrészlánc	300								4,5	C
Vezetőlemez	900								4,5	C
Mf. Csörlő	2 100	6,0		100	700				4,5	C
Ló	8 000	10,0	900			5,0	0,0	0		H
Univerzális traktor < 30 kW	5 000	6,0	830			1,2	2,0	10		KL
Univerzális traktor 31-45 kW	7 000	6,0	1 170			1,2	3,0	10		KL
Univerzális traktor 45 kW <	8 000	6,0	1 330			1,2	4,0	10		KL
Univerzális traktor	8 000	8,0	1 000			0,8	6,0	10		H
	8 000	12,0		300	1 600				4,5	C
Traktorcsörlő	7 000	9,0		300	1 400				4,5	C
Markoló	7 000	9,0		300	1 400				4,5	C
Kihordó utánfutó daruval	5 000	6,0	1 000	200	1 000	1,2	2,0	15		KL
Csőrlős vonszoló 30-50 kW	7 000	6,0	1 170			1,1	3,0	15		KL
Csőrlős vonszoló 50 kW <	9 000	7,0	1 280			1,1	4,0	15		KL
Csőrlős vonszoló	8 000	8,0	1 000	400	1 600	0,8	5,0	10		H
Csőrlőkötél	500								4,5	C
Markolós vonszoló	8 000	6,0	1 330			1,1	4,0	15		KL
	8 000	8,0	1 000			0,8	6,0	10		H
Szorítózsámolyos vonszoló	8 000	10,0	1 300			0,8	8,0	20		H
Kihordó vontató	8 000	6,0	1 330	600	2 400	1,2	8,0	20		L
	8 000	6,0	1 330	600	2 400	1,0	8,0	20		K
	10 000	10,0	1 300	600	2 400	0,8	10,0	20		H
Szálfakéregző		8,0		800	1 800	0,8			8,0	?
Mobil szálfakéregző	7 500	5,0	1 500			1,1	20,0	35		KL
Gallyazó-daraboló-kéregző	6 000	6,0	1 000			1,2	2,0	15		KL
Daruharveszterek	10 000	7,0				1,0			8,0	?
Kis daruharvester (1. o.)	10 000	7,0	1 500			1,0	8,0	40		H
Nagy daruharvester (2-3. o.)	10 000	7,0	1 500			1,0	12,0	40		H
Tehergépkocsi	10 000	8,0	1 230			0,8	7,0	10		L
	10 000	8,0	1 230			0,8	10,0	5		K
Emelőhurkos kötélदार	7 000	6,0	1 170			1,2	2,0	20		KL
Kis kötélदार (motor nélkül)	8 000	10,0	1 000	300	1 600	0,7	0,0	0		H
Koller 300 kötélदार	12 000			300	1 600	0,9	3,0	10		T
SKM 5 kötélदार				300	1 600	0,9	5,5			T
SKM 10 kötélदार	15 000			300	1 600	0,9	9,4	15		T
Nagy kötélदार (motorral)	10 000	8,0	1 600	300	1 600	0,8	14,0	50		H
Tartókötél	2 500									T
	3 900	5,0		300	1 600				4,5	C
Vonókötél	1 500									T
	800	2,0		300	1 600					C
Visszahúzókötel	1 600									T
Segédkötel	1 000									T
Horgonykötel	12 000									T
	3 900	5,0		300	1 600				4,5	C
Bekötőkötelek	130									T
Csúszda	9 000	14,0		200	1 600				4,5	C
Gumiabroncs (LKT)	2 400	4,0		400	1 600				4,5	C
Gumiabroncs (univ. Tr.)	2 400	5,0		300	1 600				4,5	C
Gumiabroncs (TJ csv.)	4 800	7,0		400	1 600				4,5	C
Gumiabroncs (harvester)	4 800	6,0		600	2 400				4,5	C
Gumiabroncs (kih. szerelv.)	4 600	7,0		200	1 000				4,5	C

C: Forstmaschinen CD (2000)

H: Holzernteverfahren (1998)

K: Kunze (1981)

L: Leinert (1978)

T: Trzesniowski (1997)

Gépek üzemanyag-fogyasztásával kapcsolatos adatok

Gépek hatásfoka (max. erőnél). Sundberg (1982)

Motorfűrészek	0,15-0,20
Személygépkocsik	0,25
Dieselmotorok az 1970-es évek elején	0,28
Dieselmotorok az 1970-es évek végén	0,33
Dieselmotorok az 1980-as évek elején	0,38
Tehergépkocsik	0,42
Tengeri hajók motorjai	0,50

A munkaterhelési tényező (Work Load Factor értékei. Sundberg (1982)

Kihordó vontatók	0,40-0,45
Tehergépkocsik (országúton)	0,70-0,80
Dieselmotorok (amerikai erdőszetben)	0,55-0,60
Benzinmotorok (amerikai erdőszetben)	0,40-0,45

Üzem- és kenőanyagok térfogati sűrűsége. KWF (?)

Alkilátbenzin	0,680-0,720 kg/l
Motorbenzin	0,725-0,780 kg/l
Dieselőljajok	0,830-0,840 kg/l
Hidraulikaolajok	0,920-0,930 kg/l
Lánckenő olajok	0,920-1,060 kg/l

Üzemanyagok térfogati sűrűsége. 60/1992. (IV. 1.) Korm. rendelet

Benzin	0,740 kg/l
Gázolaj	0,839 kg/l

Étolaj térfogati sűrűsége 0,920 kg/l

18. melléklet Üzemóraköltségszámítási adatok 1.

Megnevezés	Típus	Teljesítmény	Tömeg	Beszerez. ár ÁFA nélkül	Ár idő- pontja	Éves üzö. száma	Élettartam (összes üzemóra)	Leír- ási idő	Amort. kulcs	Javítási hányad	Kihasz- náltság	Kamat- láb	Üzem- anyag fogy.	Üzem- anyag ára	Kenő- anyag ktsg.ar.	Alap- lét- szám
		(N)	(Qs)	(A)		(J)	(H)	(n)	(a)	(r)	(P)	(p)	(ü)	(Aü)	(o)	(L)
		kW	kg	Ft	év	üző/év	üző	év	%	-	%	%	l/pró	Ft/l	%	fő
Csörlő	Farmi JL 351 PT	-	180	700 000	2002	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	0,0	0	0,0	0
Csörlő	Farmi JL 501 T	-	425	870 000	2002	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	0,0	0	0,0	0
Csörlő	FKS	-	42	450 000	2002	1 400	5 600	4	25,0	1,0	60	6,0	0,0	0	0,0	0
Csörlő	TUN 41	-	460	359 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	0,0	0	0,0	0
Csörl. vonsz.	DFU 451	28	2 650	1 400 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	1,2	60	6,0	4,5	207	5,0	1
Csörl. vonsz.	MTZ 50 +csörlő (haszn.)	42	3 000	380 000	2001	1 800	10 800	6	16,7	1,8	60	6,0	6,6	207	5,0	1
Csörl. vonsz.	LKT 80 (használt)	72	7 400	2 500 000	2001	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	11,0	207	5,0	1
Csörl. vonsz.	LKT 80 (szlovák felújított)	72	7 400	4 200 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	11,0	207	5,0	1
Csörl. vonsz.	LKT 80 (felújított)	72	7 400	8 800 000	2001	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	11,0	207	5,0	1
Csörl. vonsz.	LKT 81	72	7 400	9 000 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	11,0	207	5,0	1
Csörl. vonsz.	LKT 81T	72	7 400	14 260 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	11,0	207	5,0	1
Csörl. vonsz.	LKT 90A	77	8 200	20 810 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	11,8	207	5,0	1
Csörl. vonsz.	LPKT 40	46	4 200	12 330 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	7,2	207	5,0	1
Csörl. vonsz.	Timberjack 240 C	90	8 400	25 646 400	2000	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	13,7	207	4,0	1
Daru	Cranab XL 63	-	1 200	7 200 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	0,0	0	5,0	0
Daru	Essel 80.1	-	1 880	3 308 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	0,0	0	5,0	0
Daru	Hiab 071 AW	-	1 250	4 596 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	0,0	0	5,0	0
Daru	Hiab 102-3	-	1 870	5 912 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	0,0	0	5,0	0
Daru	KCR 4010	-	1 700	2 640 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	0,0	0	5,0	0
Daru	KCR 5010	-	1 680	3 130 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	0,0	0	5,0	0
Daru	Loglift F 75 Z	-	1 540	7 381 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	0,0	0	5,0	0
Harveszter	Valmet 901 S2/6	84	13 500	67 900 000	2000	1 800	12 600	7	14,3	1,0	75	6,0	12,8	207	5,0	1
Harveszter	Timberjack 1270 B	152	16 350	78 260 000	2000	1 800	12 600	7	14,3	1,0	75	6,0	22,8	207	5,0	1
Hasítógép	TH 01	-	500	350 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	1,3	60	6,0	0,0	0	0,0	2
Hasítógép	Kretzer SK-900/18	-	580	700 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	1,3	60	6,0	0,0	0	0,0	2
Kérgezőgép	KR 3	-	2 000	1 937 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,3	60	6,0	0,0	0	0,0	3
Kérgezőgép	Cambio 70-35	-	1 500	4 000 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	1,3	60	6,0	0,0	0	0,0	4
Kih. pótk.	RP 12	-	3 560	1 493 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	2,0	60	6,0	0,0	0	4,0	0
Kih. szer.	SR 12 + 80 kNm daru	-	6 200	14 600 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	2,0	60	6,0	0,0	0	4,0	0
Kih. szer.	SR 8 + 60 kNm daru	-	5 000	11 000 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	2,0	60	6,0	0,0	0	4,0	0

19. melléklet Üzemóraköltségszámítási adatok 2.

Megnevezés	Típus	Kifizetett	Bérr	Egyéb	Amorti	Javítás	Kamat	Bér	Üzemel	Üzemel	Egyéb	Hasznos	Üzemóra	Üzemóra	
		órabér	járulékoszorzó	költség	záció	karbant.	költség	költség	költség	tetési	tetési	költség	óra	költség	költség
		(Bf)	(bj)	(e)	(Ka)	(Kr)	(Kp)	(KB)	(F)	(KF)	(KE)	(kh)	(k0)	(kB)	
		Ft/üző	0,00	%	Ft/üző	Ft/üző	Ft/üző	Ft/üző	Ft/próra	Ft/üzóra	Ft/üző	Ft/hó	Ft/üző	Ft/üző	
Csőrlő	Farmi JL 351 PT	406	1,53	0,4	65	52	12	0	0	0	1	129	129	129	
Csőrlő	Farmi JL 501 T	406	1,53	0,4	81	64	15	0	0	0	1	160	160	160	
Csőrlő	FKS	406	1,53	0,4	80	80	10	0	0	0	1	171	171	171	
Csőrlő	TUN 41	406	1,53	0,4	33	27	6	0	0	0	0	66	66	66	
Csőrl. vonsz.	DFU 451	406	1,53	0,4	130	156	23	620	986	592	6	1 301	906	1 526	
Csőrl. vonsz.	MTZ 50 +csőrlő (haszn.)	406	1,53	0,4	35	63	6	620	1 435	861	6	1 546	972	1 592	
Csőrl. vonsz.	LKT 80 (használt)	406	1,53	0,4	231	231	42	620	2 398	1 439	10	2 912	1 953	2 573	
Csőrl. vonsz.	LKT 80 (szlovák felújított)	406	1,53	0,4	389	389	70	620	2 398	1 439	12	3 257	2 298	2 918	
Csőrl. vonsz.	LKT 80 (felújított)	406	1,53	0,4	815	815	147	620	2 398	1 439	15	4 189	3 230	3 850	
Csőrl. vonsz.	LKT 81	406	1,53	0,4	833	667	150	620	2 398	1 439	15	4 062	3 103	3 723	
Csőrl. vonsz.	LKT 81T	406	1,53	0,4	1 320	1 056	238	620	2 398	1 439	19	5 031	4 072	4 691	
Csőrl. vonsz.	LKT 90A	406	1,53	0,4	1 927	1 541	347	620	2 558	1 535	24	6 397	5 374	5 993	
Csőrl. vonsz.	LPKT 40	406	1,53	0,4	1 142	913	206	620	1 563	938	15	3 839	3 214	3 833	
Csőrl. vonsz.	Timberjack 240 C	406	1,53	0,4	2 375	1 900	427	620	2 947	1 768	28	7 677	6 498	7 118	
Daru	Cranab XL 63	406	1,53	0,4	667	667	120	0	0	0	6	1 459	1 459	1 459	
Daru	Essel 80.1	406	1,53	0,4	306	306	55	0	0	0	3	670	670	670	
Daru	Hiab 071 AW	406	1,53	0,4	426	426	77	0	0	0	4	931	931	931	
Daru	Hiab 102-3	406	1,53	0,4	547	547	99	0	0	0	5	1 198	1 198	1 198	
Daru	KCR 4010	406	1,53	0,4	244	244	44	0	0	0	2	535	535	535	
Daru	KCR 5010	406	1,53	0,4	290	290	52	0	0	0	3	634	634	634	
Daru	Loglift F 75 Z	406	1,53	0,4	683	683	123	0	0	0	6	1 496	1 496	1 496	
Harveszter	Valmet 901 S2/6	500	1,49	0,4	5 389	5 389	1 132	747	2 783	2 087	59	14 751	14 055	14 802	
Harveszter	Timberjack 1270 B	500	1,49	0,4	6 211	6 211	1 304	747	4 964	3 723	73	18 763	17 522	18 270	
Hasítógép	TH 01	406	1,53	0,4	32	42	6	1 239	0	0	5	86	86	1 325	
Hasítógép	Kretzer SK-900/18	406	1,53	0,4	65	84	12	1 239	0	0	6	166	166	1 406	
Kérgezőgép	KR 3	406	1,53	0,4	179	233	32	1 859	0	0	9	454	454	2 313	
Kérgezőgép	Cambio 70-35	406	1,53	0,4	370	481	67	2 479	0	0	14	932	932	3 411	
Kih. pótk.	RP 12	406	1,53	0,4	138	276	25	0	0	0	2	441	441	441	
Kih. szer.	SR 12 + 80 kNm daru	406	1,53	0,4	1 352	2 704	243	0	0	0	17	4 316	4 316	4 316	
Kih. szer.	SR 8 + 60 kNm daru	406	1,53	0,4	1 019	2 037	183	0	0	0	13	3 252	3 252	3 252	

20. melléklet Üzemóraköltségszámítási adatok 3.

Megnevezés	Típus	Teljesít- mény	Tömeg	Beszerez. ár ÁFA nélkül	Ár idő- pontja	Éves üzö- száma	Élettartam (összes üzemóra)	Leí- rási idő	Amort. kulcs	Javítási hányad	Kihasz- náltság	Kamat- láb	Üzem- anyag fogy.	Üzem- anyag ára	Kenő- anyag ktsz.ar.	Alap- lét- szám
		(N)	(Qs)	(A)		(J)	(H)	(n)	(a)	(r)	(P)	(p)	(ü)	(Aü)	(o)	(L)
		kW	kg	Ft	év	üző/év	üző	év	%	-	%	%	l/pró	Ft/l	%	fő
Kih. vont.	Timberjack 1010	81	12 000	45 000 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	12,4	207	4,0	1
Kih. vont.	Valmet 840	90	12 500	55 000 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	13,7	207	4,0	1
Kih. vont.	Valmet 860	125	14 000	66 000 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	18,9	207	4,0	1
Kih. vont.	VKS 9041+Essel 80.1	75	11 300	29 610 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	11,5	207	5,0	1
Kötéldaru	Mini	-	500	1 300 000	1998	700	2 800	4	25,0	0,9	60	6,0	0,0	0	0,0	2
Kötéldaru	Koller 300	-	2 200	7 632 000	2003	1 600	9 600	6	16,7	0,9	60	6,0	0,0	0	4,0	2
Lovas eszköz	KK 70 kerékpár	-	100	244 000	1998	1 400	8 400	6	16,7	2,0	60	6,0	0,0	0	0,0	0
Ló	Ló	-	800	300 000	1998	1 400	8 400	6	16,7	2,0	60	6,0	0,0	0	0,0	1
Ló	Ló láncsal	-	810	320 000	1998	1 400	8 400	6	16,7	2,0	60	6,0	0,0	0	0,0	1
Markoló	ER 600	-	180	273 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	0,0	0	4,0	0
Markoló	E 050	-	250	331 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	0,0	0	4,0	0
Markoló	Nokka Super	-	310	670 000	2001	1 800	10 800	6	16,7	0,8	60	6,0	0,0	0	4,0	0
Motorfűrész	Motorfűrész 70-80 cm3	4	6	160 000	2000	900	3 600	4	25,0	1,2	60	6,0	1,8	230	45,0	1
Motorfűrész	Husqvarna 372 XP	3,9	6	137 000	2000	900	3 600	4	25,0	1,2	60	6,0	1,8	230	45,0	1
Motorfűrész	Stihl 046	4,4	6	150 000	2000	900	3 600	4	25,0	1,2	60	6,0	2,0	230	45,0	1
Motorfűrész	Stihl 036	3,4	6	120 000	2000	900	3 600	4	25,0	1,2	60	6,0	1,5	230	45,0	1
Motorfűrész	Stihl 025	2,2	5	82 000	2000	900	3 600	4	25,0	1,2	60	6,0	1,0	230	45,0	1
Tisztítófűrész	Husqvarna 265 RX	3	11	221 000	2000	900	3 600	4	25,0	1,2	60	6,0	1,4	230	5,0	1
Nyesés	Husqvarna 250 PS	2	8	444 000	2002	700	2 800	4	25,0	1,2	60	6,0	1,0	230	5,0	1
Nyesés	KS 31 mászófűrész	2,5	49	500 000	1998	700	2 800	4	25,0	1,2	60	6,0	1,2	230	5,0	1
Nyesés	Oregon PP 1260	1	7	196 000	2002	700	2 800	4	25,0	1,2	60	6,0	0,5	230	5,0	1
Nyesés	Sandvik ágfűrész, nyéllel	-	1	17 200	2002	700	1 400	2	50,0	0,5	60	6,0	0,0	0	0,0	1
Szgzk.	Opel Astra 1.6	75	1 200	3 500 000	2000	225	1 350	6	16,7	1,0	60	6,0	7,5	230	5,0	1
Tgk.	IFA W 50	92	4 600	4 550 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	2,0	60	6,0	9,9	207	5,0	1
Tgk.	IFA L 60	132	5 200	5 620 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	2,0	60	6,0	14,2	207	5,0	1
Tgk.	KAMAZ 53212	162	8 850	7 510 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	2,0	60	6,0	17,3	207	5,0	1
Tgk.+daru	Rába 27.235 +80 kNm daru	235	13 200	24 500 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,2	60	6,0	25,1	207	5,0	1
Tgk.+daru	Rába 27.235 +Epsilon10.9	235	13 200	28 000 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,2	60	6,0	25,1	207	5,0	1
Tgk.+daru	Rába 27.235 +Essel 80.1	235	13 400	26 000 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,2	60	6,0	25,1	207	5,0	1
Tgk.+daru	Rába 27.235 +KCR-70	235	13 200	27 000 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,2	60	6,0	25,1	207	5,0	1

21. melléklet Üzemóraköltségszámítási adatok 4.

Megnevezés	Típus	Kifizetett	Bér-	Egyéb	Amorti-	Javítás	Kamat-	Bér-	Üzemel-	Üzemel-	Egyéb	Hasznos-	Üzemóra-	Üzemóra-	
		órabér	járulék	költség	záció	karbant.	költség	költség	üzem-	üzem-	költség	óra-	üzemóra-	költség	költség
		(Bf)	(bj)	(e)	(Ka)	(Kr)	(Kp)	(KB)	(F)	(KF)	(KE)	(kh)	(k0)	(kB)	
Ft/üző	0,00	%	Ft/üző	Ft/üző	Ft/üző	Ft/üző	Ft/próra	Ft/üzóra	Ft/üző	Ft/hó	Ft/üző	Ft/üző			
Kih. vont.	Timberjack 1010	500	1,49	0,4	4 167	3 333	750	747	2 661	1 596	42	10 953	9 889	10 636	
Kih. vont.	Valmet 840	500	1,49	0,4	5 093	4 074	917	747	2 947	1 768	50	13 080	11 902	12 649	
Kih. vont.	Valmet 860	500	1,49	0,4	6 111	4 889	1 100	747	4 059	2 435	61	16 220	14 596	15 344	
Kih. vont.	VKS 9041+Essel 80.1	500	1,49	0,4	2 742	2 193	494	747	2 494	1 496	31	7 953	6 955	7 703	
Kötéldaru	Mini	406	1,53	0,4	464	418	56	1 239	0	0	9	947	947	2 186	
Kötéldaru	Koller 300	500	1,53	0,4	795	716	143	1 525	0	0	13	1 666	1 666	3 192	
Lovas eszköz	KK 70 kerékpár	313	1,57	0,4	29	58	5	0	0	0	0	93	93	93	
Ló	Ló	313	1,57	2,0	36	71	6	492	300	180	16	429	309	801	
Ló	Ló lánccal	313	1,57	2,0	38	76	7	492	300	180	16	437	317	809	
Markoló	ER 600	406	1,53	0,4	25	20	5	0	0	0	0	50	50	50	
Markoló	E 050	406	1,53	0,4	31	25	6	0	0	0	0	61	61	61	
Markoló	Nokka Super	406	1,53	0,4	62	50	11	0	0	0	0	123	123	123	
Motorfűrész	Motorfűrész 70-80 cm3	406	1,53	0,4	44	53	5	620	601	360	4	708	468	1 087	
Motorfűrész	Husqvarna 372 XP	406	1,53	0,4	38	46	5	620	587	352	4	679	444	1 064	
Motorfűrész	Stihl 046	406	1,53	0,4	42	50	5	620	657	394	4	758	495	1 115	
Motorfűrész	Stihl 036	406	1,53	0,4	33	40	4	620	516	310	4	598	391	1 011	
Motorfűrész	Stihl 025	406	1,53	0,4	23	27	3	620	348	209	4	404	265	885	
Tisztítófűrész	Husqvarna 265 RX	406	1,53	0,4	61	74	7	620	333	200	4	479	346	966	
Nyesés	Husqvarna 250 PS	406	1,53	0,4	159	190	19	620	231	139	5	604	511	1 131	
Nyesés	KS 31 mázsfűrész	406	1,53	0,4	179	214	21	620	282	169	5	701	588	1 208	
Nyesés	Oregon PP 1260	406	1,53	0,4	70	84	8	620	130	78	3	296	244	863	
Nyesés	Sandvik ágfűrész, nyéllal	313	1,57	0,4	12	6	1	492	0	0	2	21	21	513	
Szgg.	Opel Astra 1.6	406	1,53	0,4	2 593	2 593	467	620	1 811	1 087	29	7 493	6 768	7 388	
Tgk.	IFA W 50	406	1,53	0,4	421	843	76	620	2 153	1 292	13	3 506	2 645	3 264	
Tgk.	IFA L 60	406	1,53	0,4	520	1 041	94	620	3 077	1 846	16	4 748	3 518	4 137	
Tgk.	KAMAZ 53212	406	1,53	0,4	695	1 391	125	620	3 770	2 262	20	6 002	4 494	5 113	
Tgk.+daru	Rába 27.235 +80 kNm daru	406	1,53	0,4	2 269	2 722	408	620	5 457	3 274	37	10 893	8 710	9 330	
Tgk.+daru	Rába 27.235 +Epsilon10.9	406	1,53	0,4	2 593	3 111	467	620	5 457	3 274	40	11 668	9 485	10 104	
Tgk.+daru	Rába 27.235 +Essel 80.1	406	1,53	0,4	2 407	2 889	433	620	5 457	3 274	38	11 225	9 042	9 662	
Tgk.+daru	Rába 27.235 +KCR-70	406	1,53	0,4	2 500	3 000	450	620	5 457	3 274	39	11 446	9 264	9 883	

Megnevezés	Típus	Teljesítmény	Tömeg	Beszerez. ár ÁFA nélkül	Ár időpontja	Éves üz. száma	Élettartam (összes üzemóra)	Leírási idő	Amort. kulcs	Javítási hányad	Kihasz-náltság	Kamat-láb	Üzem-anyag fogy.	Üzem-anyag ára	Kenő-anyag ktsg.ar.	Alap-lét-szám
		(N)	(Qs)	(A)		(J)	(H)	(n)	(a)	(r)	(P)	(p)	(ü)	(Aü)	(o)	(L)
		kW	kg	Ft	év	üzó/év	üzó	év	%	-	%	%	l/pró	Ft/l	%	fő
Tgk.	Skoda 18.29 SA	212	7 500	14 298 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	1,2	60	6,0	22,7	207	5,0	1
Tgk.	Tátra T 815 R 25	255	9 700	17 325 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	1,2	60	6,0	27,2	207	5,0	1
Traktor	MTZ 80	59	3 240	2 265 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,8	60	6,0	9,1	207	5,0	1
Traktor	MTZ 82	59	3 445	3 563 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,8	60	6,0	9,1	207	5,0	1
Traktor	TZ-4K-14.32 hidr. korm.	11	870	1 563 000	2000	1 400	8 400	6	16,7	1,0	60	6,0	2,0	207	5,0	1
Traktor	Steyr M 9094 A Alap	69	6 500	9 949 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	10,6	207	5,0	1
Traktor	Steyr M 9145 A Opció	107	8 500	18 908 000	1998	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	16,2	207	5,0	1
Traktor	Valtra/Valmet 900	66	3 570	14 595 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	10,1	207	5,0	1
Traktor	Valtra/Valmet 8550	118	5 200	26 210 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	17,8	207	5,0	1
Traktor	Yanmar YM 1510 D	15	320	1 200 000	2000	1 400	8 400	6	16,7	1,0	60	6,0	2,6	207	5,0	1
Traktor	Zetor 6245 /új: 4340/	42	3 200	2 800 000	1996	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	6,6	207	5,0	1
Traktor	Zetor 12045	74	4 380	8 592 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	11,3	207	5,0	1
Traktor	Zetor 12145	85	5 100	8 720 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	12,9	207	5,0	1
Traktor	T 150 K	121	8 500	6 520 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	2,0	60	6,0	18,3	207	5,0	1
Traktor	Rába 250	184	12 500	15 540 000	2000	1 800	10 800	6	16,7	1,0	60	6,0	27,6	207	5,0	1
Vasló	Vasló	4	300	2 300 000	1998	1 400	8 400	6	16,7	1,0	60	6,0	1,0	230	5,0	1

Üzemóraköltség számítási képlete:

$$k = A \cdot a / J \cdot 100(1+r) + A \cdot p / J \cdot 200 + B \cdot b_j + KE + F \cdot P / 100$$

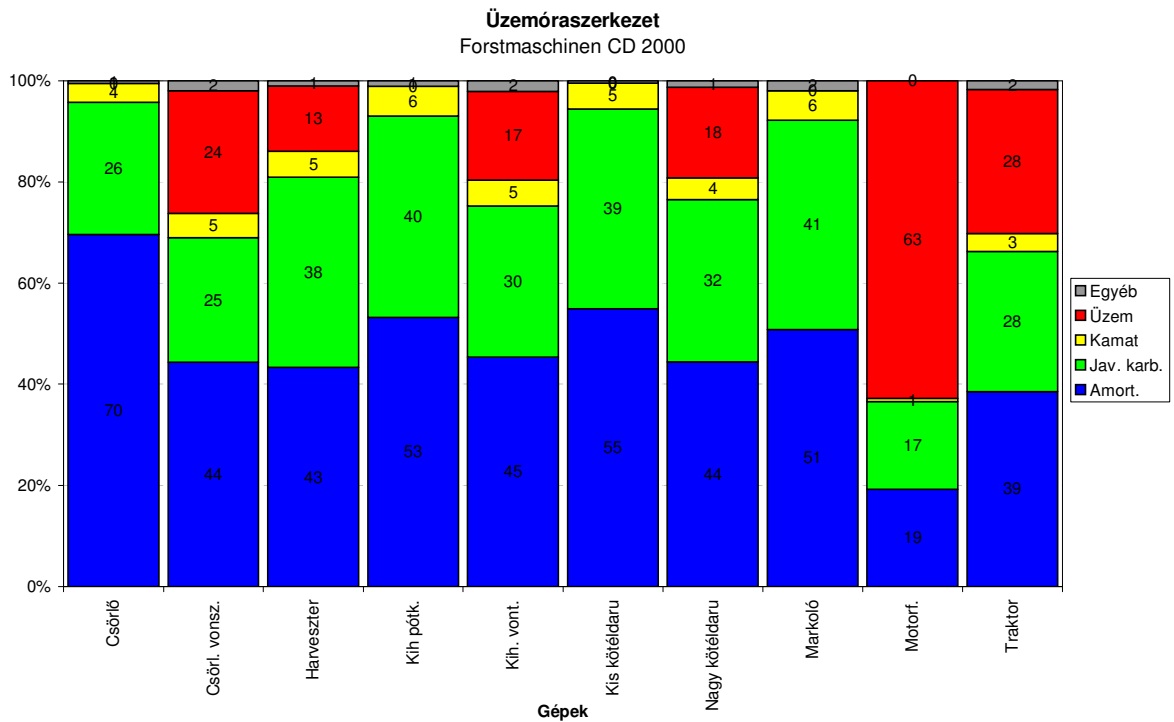
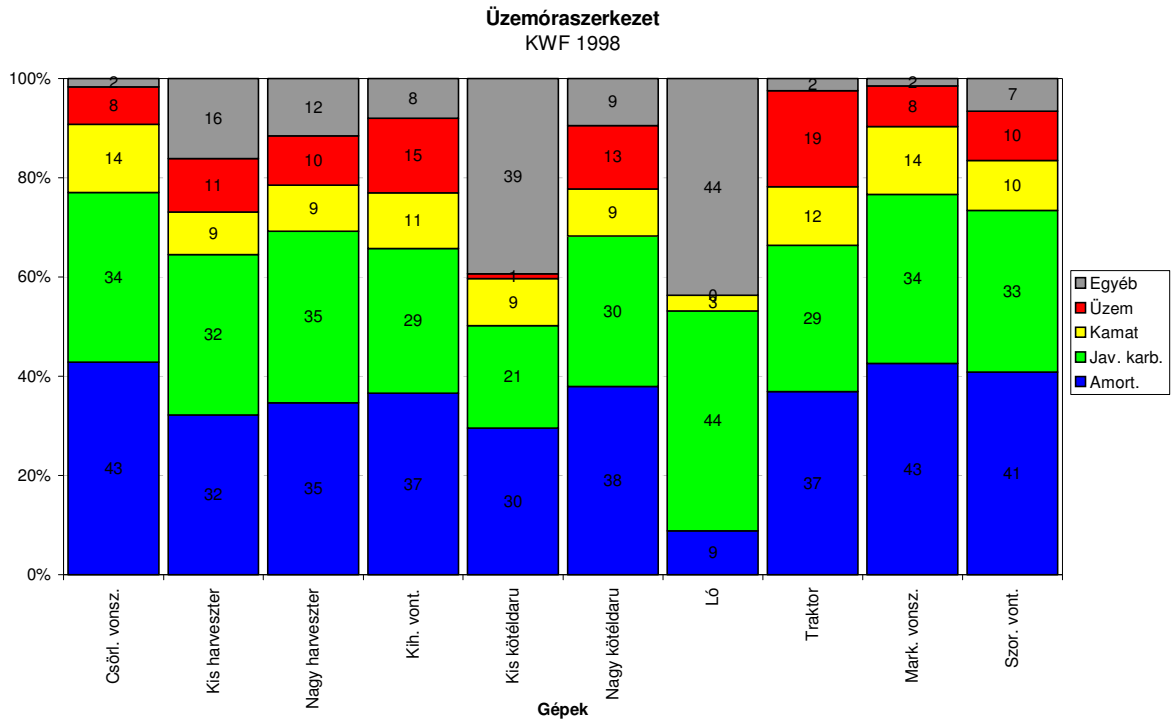
Üzemanyagfogyasztás számítási képlete

Motorfűrészeknél: $\ddot{u} = 0,4213 \cdot N + 0,1158$

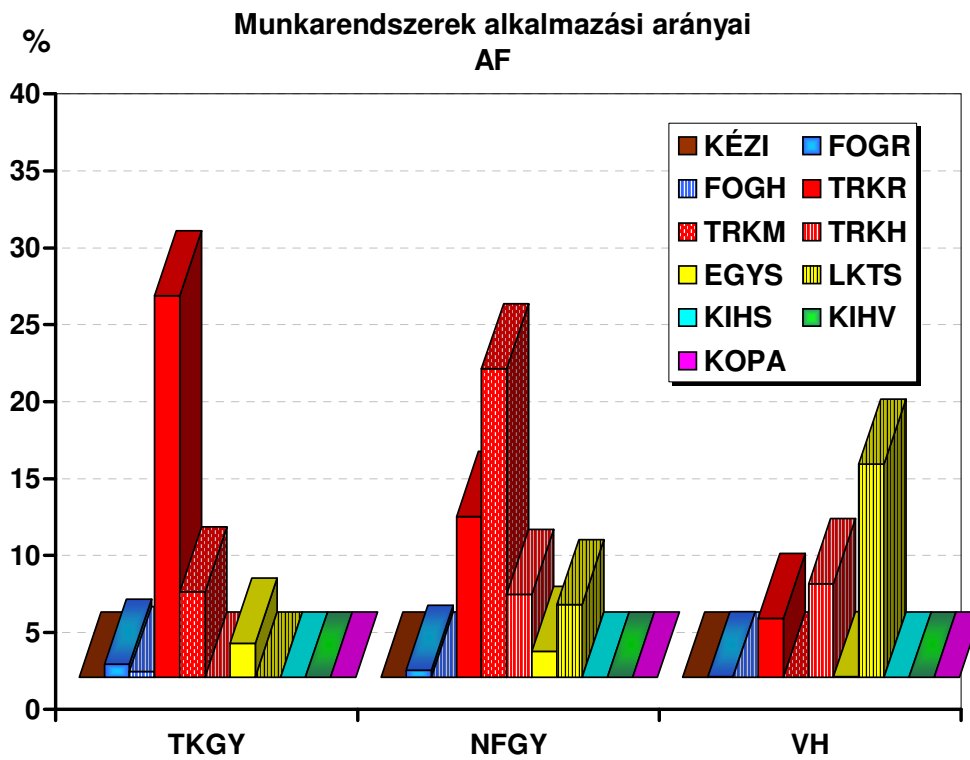
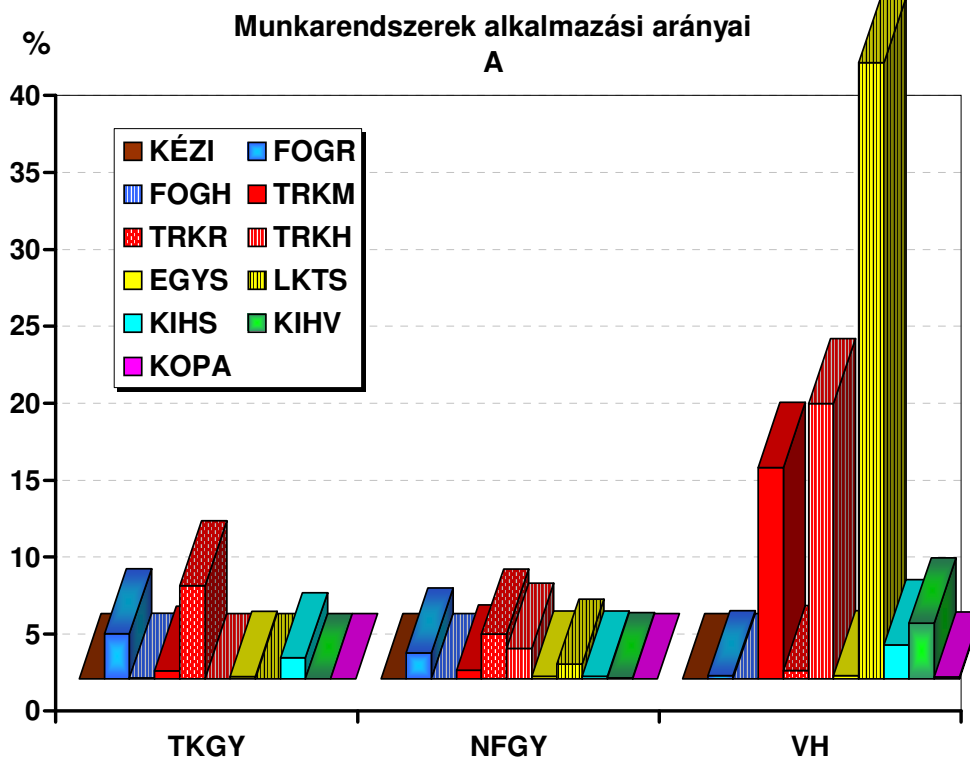
Traktoroknál: $\ddot{u} = 0,1476 \cdot N + 0,4036$

Tehergépkecsiknél: $\ddot{u} = 0,1063 \cdot N + 0,1261$

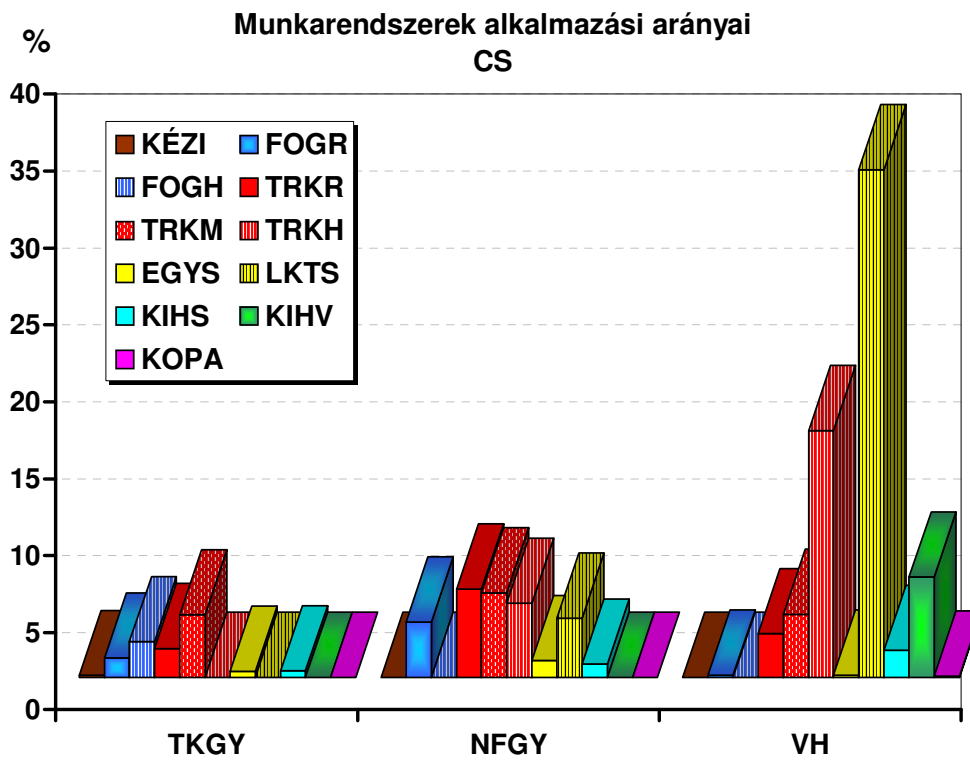
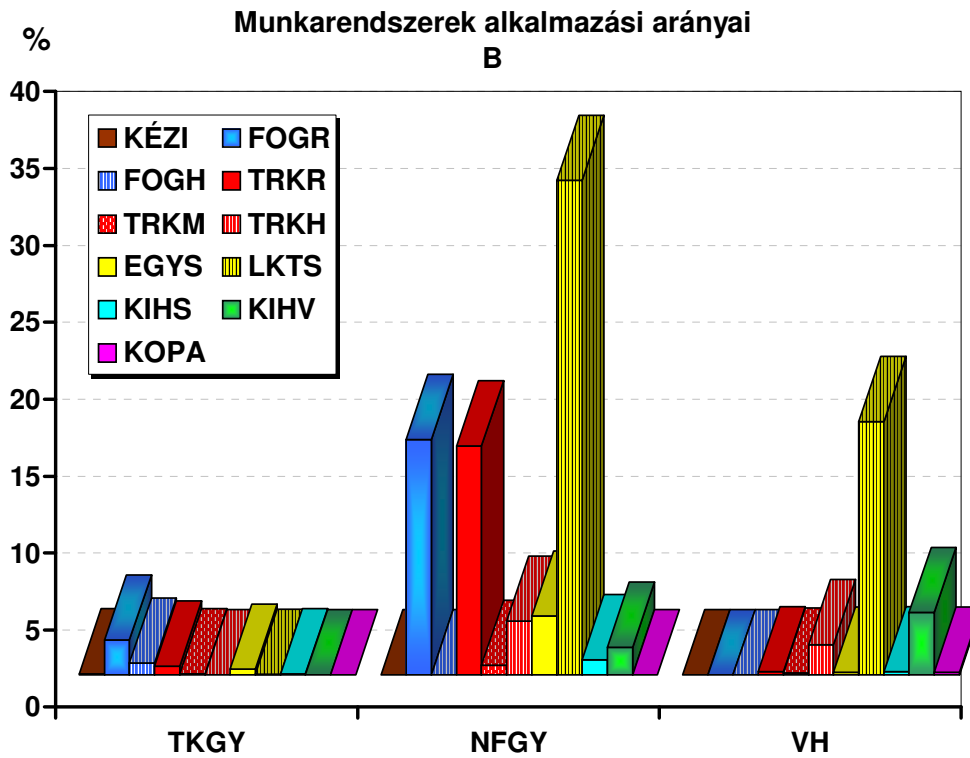
Típus	Kifizetett	Bérijárulék	Egyéb	Amortizáció	Javítás	Kamat	Bér	Üzemel-	Üzemel-	Egyéb	Hasznos-	Üzemóra-	Üzemóra-
	órabér	szorzó	költség	hányad	karbant.	költség	költség	vetési	vetési	költség	óra-	költség	költség
	(Bf)	(bj)	(e)	(Ka)	(Kr)	(Kp)	(KB)	(F)	(KF)	(KE)	(kh)	(k0)	(kB)
Ft/üző	0,00	%	Ft/üző	Ft/üző	Ft/üző	Ft/üző	Ft/próra	Ft/üzóra	Ft/üzóra	Ft/üző	Ft/hó	Ft/üző	Ft/üző
Skoda 18.29 SA	406	1,53	0,4	1 324	1 589	238	620	4 926	2 955	27	8 103	6 133	6 753
Tátra T 815 R 25	406	1,53	0,4	1 604	1 925	289	620	5 919	3 551	32	9 769	7 401	8 021
MTZ 80	406	1,53	0,4	210	378	38	620	1 980	1 188	10	2 615	1 823	2 443
MTZ 82	406	1,53	0,4	330	594	59	620	1 980	1 188	11	2 975	2 183	2 802
TZ-4K-14.32 hidr. korm.	406	1,53	0,4	186	186	33	620	441	264	5	851	675	1 295
Steyr M 9094 A Alap	406	1,53	0,4	921	921	166	620	2 301	1 381	16	4 326	3 405	4 025
Steyr M 9145 A Opció	406	1,53	0,4	1 751	1 751	315	620	3 520	2 112	26	7 363	5 955	6 575
Valtra/Valmet 900	406	1,53	0,4	1 351	1 351	243	620	2 205	1 323	20	5 171	4 289	4 908
Valtra/Valmet 8550	406	1,53	0,4	2 427	2 427	437	620	3 873	2 324	33	9 197	7 647	8 267
Yanmar YM 1510 D	406	1,53	0,4	143	143	26	620	569	341	5	885	658	1 278
Zetor 6245 /új: 4340/	406	1,53	0,4	259	259	47	620	1 435	861	8	2 008	1 434	2 054
Zetor 12045	406	1,53	0,4	796	796	143	620	2 462	1 477	15	4 211	3 227	3 846
Zetor 12145	406	1,53	0,4	807	807	145	620	2 815	1 689	16	4 591	3 465	4 085
T 150 K	406	1,53	0,4	604	1 207	109	620	3 970	2 382	20	5 909	4 321	4 941
Rába 250	406	1,53	0,4	1 439	1 439	259	620	5 991	3 594	29	9 157	6 761	7 380
Vasló	406	1,53	0,4	274	274	49	620	240	144	5	842	746	1 366



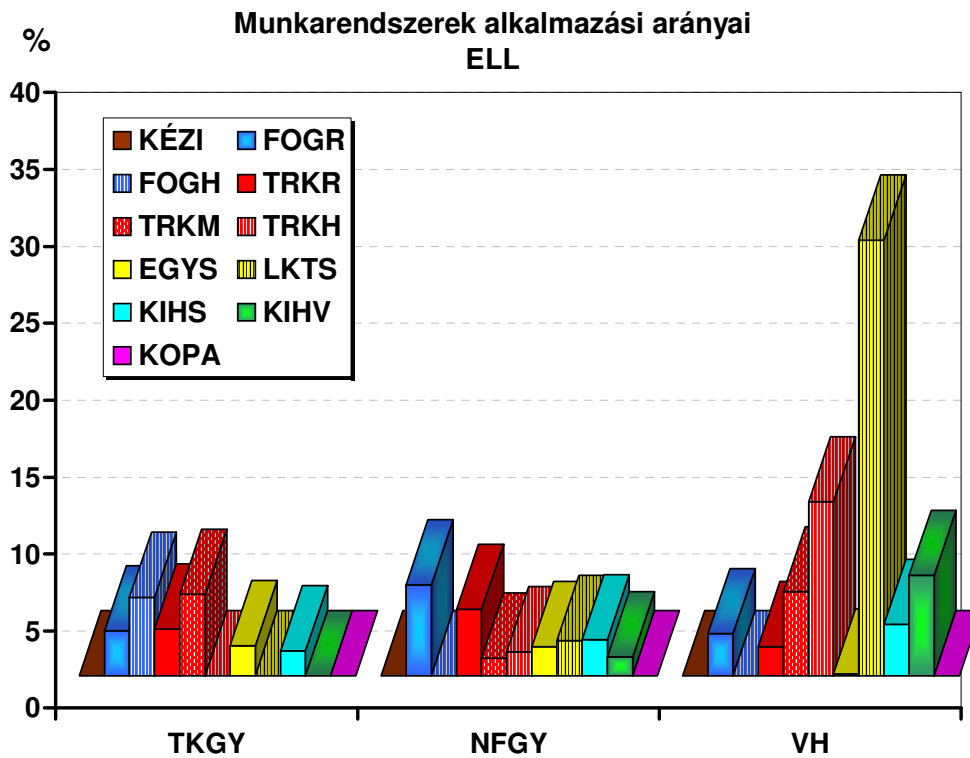
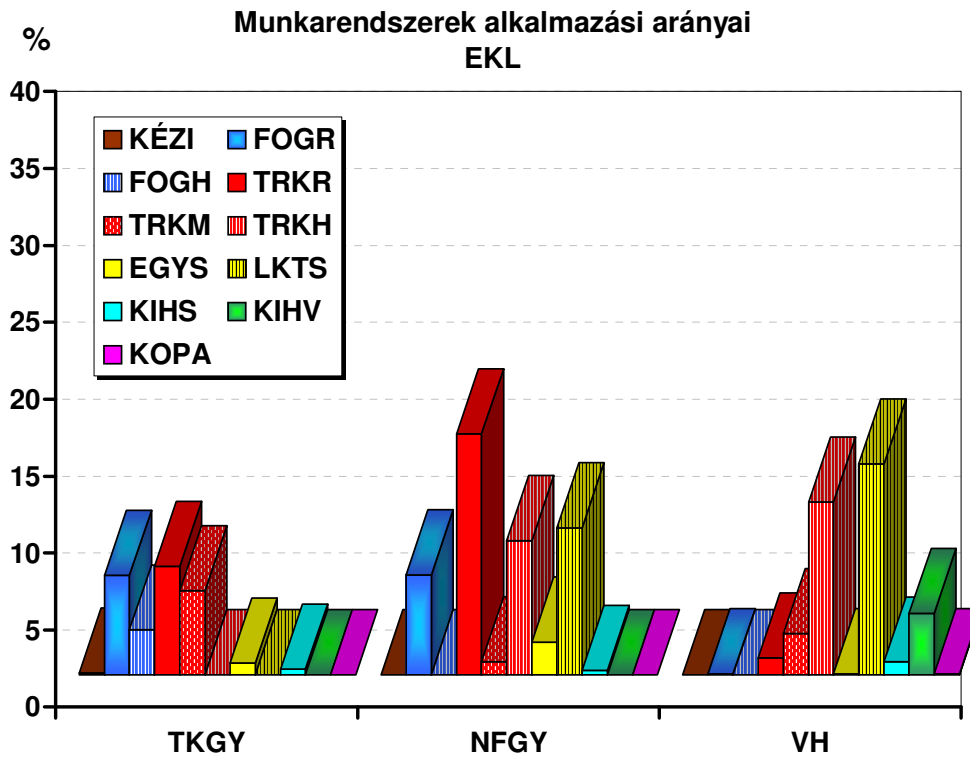
24. melléklet Üzemóraköltség-szerkezetek (KWF és Forstmaschinen CD alapján)



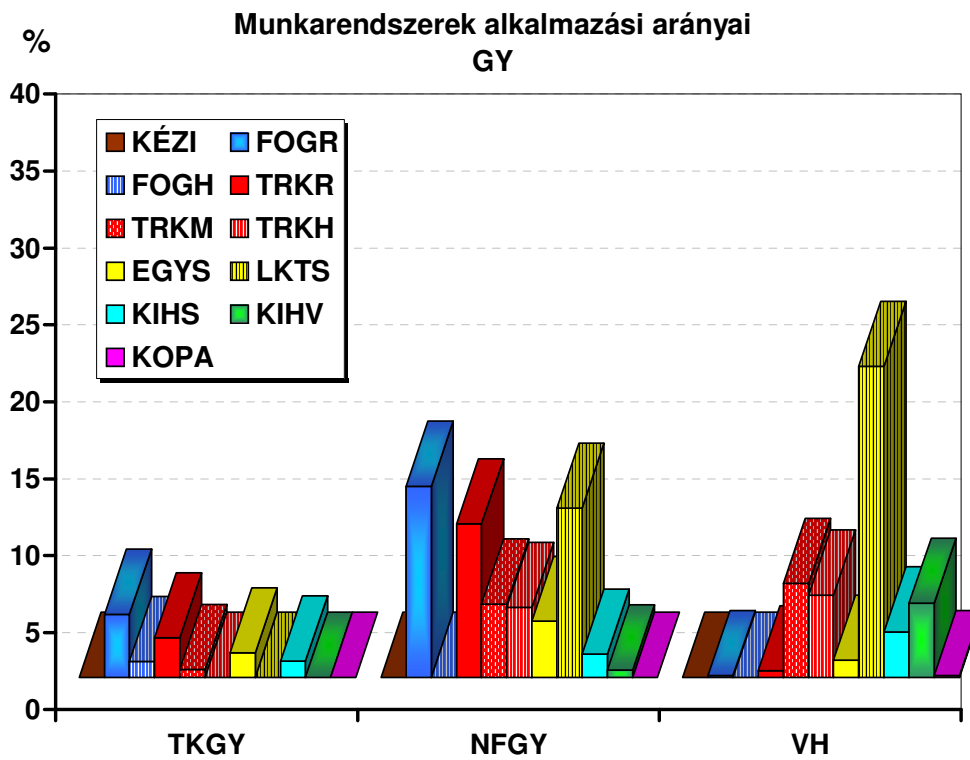
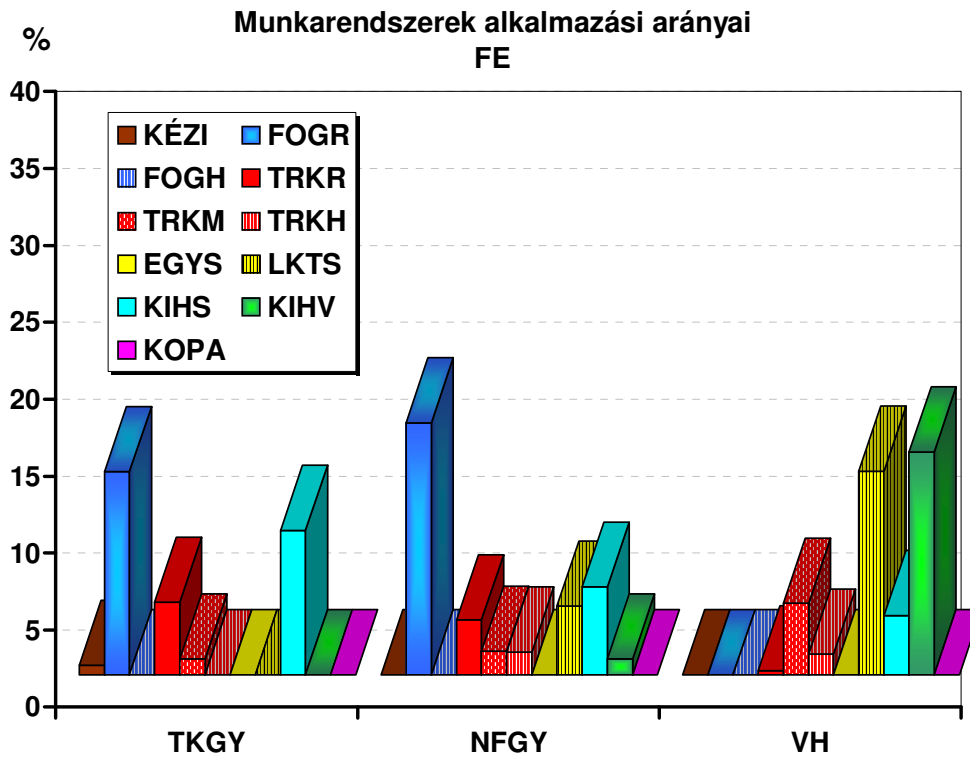
25. melléklet Munkarendszerek alkalmazási arányai (A, AF)



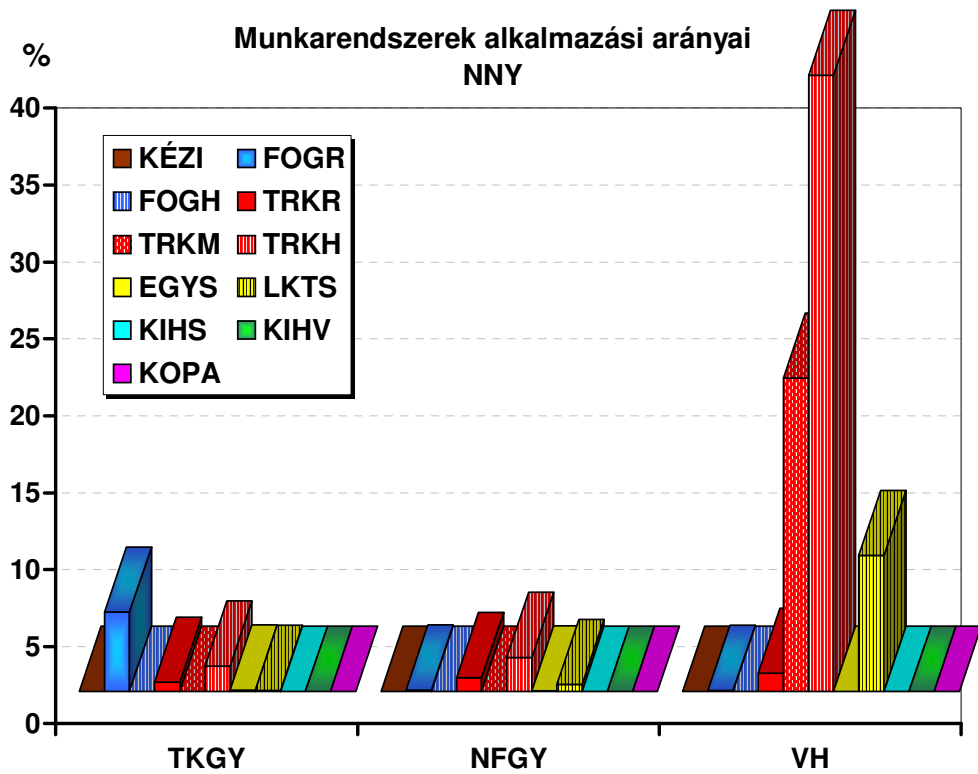
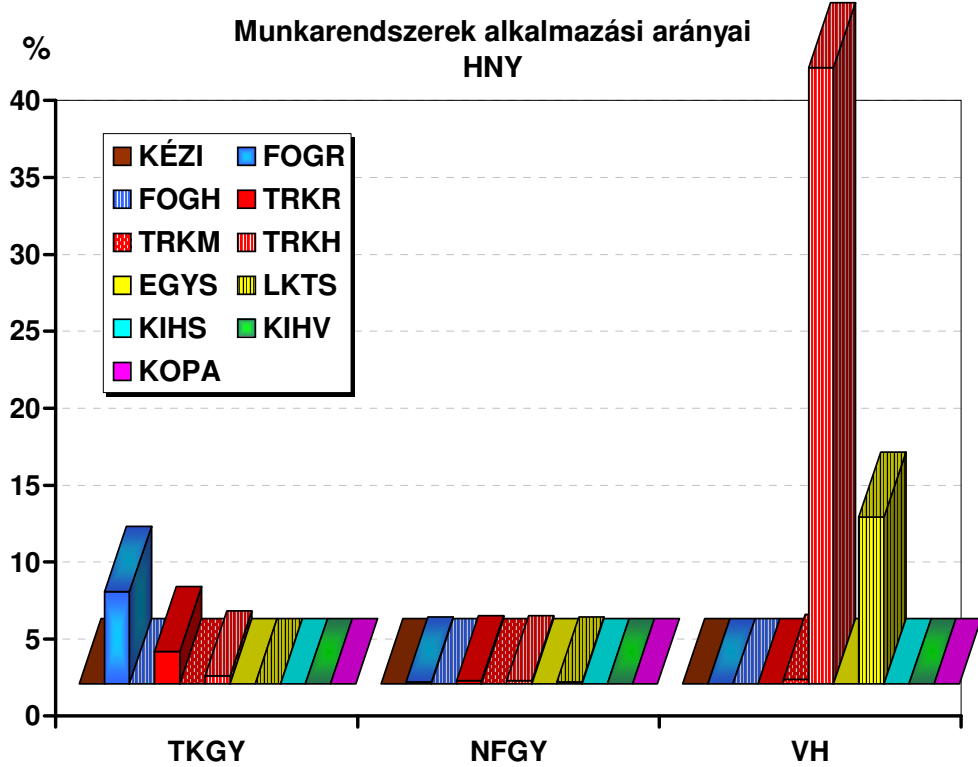
26. melléklet Munkarendszerek alkalmazási arányai (B, CS)



27. melléklet Munkarendszerek alkalmazási arányai (EKL, ELL)



28. melléklet Munkarendszerek alkalmazási arányai (FE, GY)



29. melléklet Munkarendszerek alkalmazási arányai (HNY, NNY)

