



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

NYUGAT-MAGYARORSZÁGI EGYETEM

Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola

Erdészeti Műszaki Ismeretek Program

DOKTORI (PHD) ÉRTEKEZÉS

**TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK A HAZAI LOMBOS
ÁLLOMÁNYOK FAHASZNÁLATÁBAN**

Írta:

HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ

okleveles erdőmérnök, mérnök-tanár

Tudományos témavezető:

Prof. Dr. Horváth Béla

egyetemi tanár

Sopron

2015



TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK A HAZAI LOMBOS ÁLLOMÁNYOK FAHASZNÁLATÁBAN

Értekezés doktori (PhD) fokozat elnyerése érdekében
a Nyugat-magyarországi Egyetem Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási
Tudományok Doktori Iskolája
Erdészeti Műszaki Ismeretek Program

Írta:
Horváth Attila László

Témavezető: Dr. Horváth Béla

Elfogadásra javaslom (igen / nem)

(aláírás)

A jelölt a doktori szigorlaton % -ot ért el,

Sopron/Mosonmagyaróvár

.....
a Szigorlati Bizottság elnöke

Az értekezést bírálóként elfogadásra javaslom (igen /nem)

Első bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

Második bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

(Esetleg harmadik bíráló (Dr.) igen /nem

(aláírás)

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

Sopron/Mosonmagyaróvár,

.....
a Bírálóbizottság elnöke

A doktori (PhD) oklevél minősítése.....

.....
Az EDHT elnöke



NYILATKOZAT

Alulírott **Horváth Attila László**, jelen nyilatkozat aláírásával kijelentem, hogy a(z) **Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában** című PhD értekezésem önálló munkám, az értekezés készítése során betartottam a szerzői jogról szóló 1999. évi LXXVI. törvény szabályait, valamint a **Roth Gyula Erdészeti és Vadgazdálkodási Tudományok Doktori Iskola** által előírt, a doktori értekezés készítésére vonatkozó szabályokat, különösen a hivatkozások és idézések tekintetében.¹

Kijelentem továbbá, hogy az értekezés készítése során az önálló kutatómunka kitétel tekintetében témavezető(i)met, illetve a programvezetőt nem tévesztettem meg.

Jelen nyilatkozat aláírásával tudomásul veszem, hogy amennyiben bizonyítható, hogy az értekezést nem magam készítettem, vagy az értekezéssel kapcsolatban szerzői jogsértés ténye merül fel, a Nyugat-magyarországi Egyetem megtagadja az értekezés befogadását.

Az értekezés befogadásának megtagadása nem érinti a szerzői jogsértés miatti egyéb (polgári jogi, szabálysértési jogi, büntetőjogi) jogkövetkezményeket.

Sopron, 2015. július 7.

.....
doktorjelölt

1 1999. évi LXXVI. tv. 34. § (1) A mű részletét – az átvevő mű jellege és célja által indokolt terjedelemben és az eredetihez híven – a forrás, valamint az ott megjelölt szerző megnevezésével bárki idézheti.

36. § (1) Nyilvánosan tartott előadások és más hasonló művek részletei, valamint politikai beszédek tájékoztatás céljára – a cél által indokolt terjedelemben – szabadon felhasználhatók. Ilyen felhasználás esetén a forrást – a szerző nevével együtt – fel kell tüntetni, hacsak ez lehetetlennek nem bizonyul.



*"Egy-egy levágott erdőréz a temető hangulatát idézgették nekem, pedig tudtam,
jól tudtam, hogy a vágásérett állományokban a fák nem halhatnak meg állva.
A Péter-Pálra beérett búzatengert is elfektetik a kaszák pengéi,
pedig de szép a ringó búzamezők látványa"*

WETZELY DÉNES



*„Amikor a tölgyet kivágják, az egész erdő visszhangzik az esésétől,
de száz makkot vet csöndben egy észrevétlen szellő.”*

THOMAS CARLYLE



TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETŐ	10
1.1 A KUTATÁSI TÉMA JELENTŐSÉGE.....	10
1.2 A KUTATÁS CÉLJA ÉS MÓDSZEREI	11
2. TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE	12
2.1 HARVESZTEREK.....	14
2.1.1 Döntő–rakásoló gépek.....	15
2.1.2 Döntő–előközelítő–rakásoló gépek	15
2.1.3 Döntő–közelítő gépek	15
2.1.4 Döntő–gallyazó–rakásoló gépek	16
2.1.5 Döntő–gallyazó–előközelítő–rakásoló gépek	16
2.1.6 Döntő–gallyazó–közelítő gépek	16
2.1.7 Döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek	16
2.1.7.1 Döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek csoportosítása.....	17
2.1.7.2 Döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek alternatív alkalmazási lehetőségei	20
2.1.7.3 Döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló fejek csoportosítása	20
2.1.8 Döntő–gallyazó–daraboló–osztályozó–előközelítő–rakásoló gépek	21
2.1.9 Döntő–gallyazó–daraboló–közelítő gépek	21
2.1.10 Döntő–felkészítő gépek.....	22
2.1.10.1 Döntő–aprító gépek.....	22
2.1.10.2 Döntő–kötegelő gépek.....	22
2.1.10.3 Döntő–gallyazó–hasító–daraboló gépek	22
2.1.10.4 Döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló–aprító gépek (aprító-harveszterek)	23
2.1.10.5 Járvaaprító gépek.....	23
2.1.10.6 Járvaalázó gépek	24
2.1.10.7 Járvakötegelő gépek	24
2.1.10.8 Járvaelletáló gépek	24
2.2 PROCESSZOROK	24
2.2.1 Gallyazó–rakásoló gépek	24
2.2.2 Gallyazó–daraboló–előközelítő–rakásoló gépek.....	25
2.2.3 Gallyazó–daraboló–közelítő gépek	25
2.2.4 Gallyazó–daraboló–osztályozó–rakásoló gépek	25
2.2.5 Gallyazó–daraboló–osztályozó–előközelítő–rakásoló gépek	26



2.2.6 Gallyazó–kéregző–daraboló gépek	26
2.2.7 Kötegelő–daraboló gépek.....	26
2.2.7.1 Vékonyfa–kötegelő gépek csoportosítása.....	27
2.2.8 Aprító–bálázó gépek	28
2.3 KIHORDÓK.....	28
2.3.1 Kihordók alternatív alkalmazási lehetőségei.....	30
2.3.1.1 Forvarderek a fakitermelésben	30
2.3.1.2 Forvarderek a faanyagmozgatásban.....	31
2.3.1.3 Forvarderek az aprítéktermelésben	32
2.3.1.4 Forvarderek a vágástéri melléktermék kezelésében.....	32
2.3.1.5 Forvarderek az erdőművelésben.....	33
2.3.1.6 Forvarderek egyéb területeken	33
3. MAGYARORSZÁGON DOLGOZÓ TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK	35
3.1. TIMBERJACK 1270B HARVESZTER BEMUTATÁSA	35
3.1.1 Műszaki paraméterek	35
3.1.2 Hazai alkalmazása	35
3.2 TIMBERJACK 1070 HARVESZTER BEMUTATÁSA	35
3.2.1 Műszaki paraméterek	35
3.2.2 Hazai alkalmazása	36
3.3 VALMET 911.3 HARVESZTER BEMUTATÁSA.....	36
3.3.1 Műszaki paraméterek	36
3.3.2 Hazai alkalmazása	36
3.4 KOMATSU 911.5 HARVESZTER BEMUTATÁSA	37
3.4.1 Műszaki paraméterek	37
3.4.2 Hazai alkalmazása	38
3.5 PONSSE HS16 ERGO HARVESZTER BEMUTATÁSA	38
3.5.1 Műszaki paraméterek	38
3.5.2 Hazai alkalmazása	38
3.6 PONSSE ERGO 8WD HARVESZTER BEMUTATÁSA.....	38
3.6.1 Műszaki paraméterek	38
3.6.2 Hazai alkalmazása	39
3.7 PONSSE BUFFALO DUAL HARVARDER BEMUTATÁSA	39
3.7.1 Műszaki paraméterek	39



3.7.2 Hazai alkalmazása	39
3.8 SAMPO-ROSENLEW 1046 PRO HARVESZTER BEMUTATÁSA.....	40
3.8.1 Műszaki paraméterek	40
3.8.2 Hazai alkalmazása	40
3.9 SILVATEC 896 TH-H HARVESZTER BEMUTATÁSA	40
3.9.1 Műszaki paraméterek	40
3.9.2 Hazai alkalmazása	40
4. FAKITERMELÉS TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEKKEL	42
4.1 HARVESZTEREK ALKALMAZÁSÁNAK TENDENCIÁI.....	42
4.2 HARVESZTERES FAKITERMELÉS FENYVES ÉS LOMBOS ÁLLOMÁNYOKBAN.....	46
4.3 HARVESZTERFEJ FEJLESZTÉSEK LOMBOS ÁLLOMÁNYOKHOZ.....	52
4.4 FAANYAG FELVÉTELEZÉSE HARVESZTERREL.....	57
5. TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK KUTATÁSA SORÁN ELÉRT EREDMÉNYEK	58
5.1. A HARVESZTERES FAKITERMELÉS ALKALMAZÁSÁNAK ALAKULÁSA A HAZAI ERDŐÁLLOMÁNYOKBAN	58
5.2. HAZÁNKBAN DOLGOZÓ HARVESZTEREK VIZSGÁLATAI.....	63
5.2.1 Valmet 911.3 munkaidő-tanulmánya	66
5.2.2 Ponsse HS16 Ergo munkaidő-tanulmánya	88
5.2.3 Ponsse Ergo 8WD munkaidő-tanulmánya	91
5.2.4 Silvatec 896 TH-H munkaidő-tanulmánya	94
5.2.5 Timberjack 1270B munkaidő-tanulmánya.....	96
5.2.6 Timberjack 1070 munkaidő-tanulmánya	110
5.2.7 Ponsse Buffalo Dual munkaidő-tanulmánya.....	113
5.2.8 Robuszta Kft. fakitermelő gépeinek értékelése.....	116
5.3 MAGYARORSZÁGON DOLGOZÓ HARVESZTEREK MUNKÁJÁNAK ÉRTÉKELÉSE.....	118
5.4 MAGYARORSZÁGON DOLGOZÓ HARVESZTEREK IDŐ- ÉS KÖLTSÉGELEMZÉSE.....	122
5.4.1 Többtényezős hatványkitevős egyenletek előállítás regresszió-analízissel	122
5.4.2 Független változók hatása a többtényezős hatványkitevős egyenletekben.....	128
5.4.3 Harveszterek költségelemzése.....	129
5.4.4 Normatáblázatok harveszterekhez.....	132
5.5 FOLYAMATGÉPESÍTETT ÉS MŰVELETGÉPESÍTETT FAKITERMELÉSI MUNKARENDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA	132
5.6 HARVESZTERES FAKITERMELÉSEK 3D-S MODELLEZÉSE.....	135



6. TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK ALKALMAZÁSÁNAK VÁRHATÓ ALAKULÁSA HAZÁNKBAN	137
6.1 KÖVETKEZŐ ÉVTIZEDEK FAKITERMELÉSI LEHETŐSÉGEI MAGYARORSZÁGON	137
6.2 HAZÁNKBAN A JÖVŐBEN DOLGOZÓ HARVESZTEREK SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA	138
7. ÖSSZEGZÉS	144
7.1. TÉZISEK.....	145
7.2 JAVASLATOK.....	147
8. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS	148
9. KIVONATOK	149
10. FELHASZNÁLT IRODALOM	151
11. ÁBRAJEGYZÉK	165
12. TÁBLÁZATJEGYZÉK	169
13. MELLÉKLETJEGYZÉK	172
MELLÉKLETEK	181



1. BEVEZETŐ

1.1 A KUTATÁSI TÉMA JELENTŐSÉGE

A technikai fejlődések korát éljük. Az élet szinte minden területén rohamos léptékben alkalmaznak egyre fejlettebb és fejlettebb műszaki és informatikai eszközöket, szoftvereket. Szerencsére a fejlődés nem áll meg az erdő szélén, hanem mind komolyabb súllyal van jelen elsősorban a fahasználat terén. Ez nem is meglepő, hiszen a hosszú évtizedek alatt megtermelt faanyag tervezett kitermelése, átgondolt értékesítése, megfelelő hasznosítása nemzetgazdasági érdek, elszámolás az őseink felé, továbbá kötelezettségünk a jövő nemzedékei iránt.

A technikai fejlődés következtében a motormaunális fakitermelés mellett egyre inkább terjed a folyamatgépesített, de már megjelent az automatizált fakitermelés is. A legveszélyesebb emberi munkák közé tartozó fakitermelés az évek során egyre inkább a megfelelő szaktudású munkaerő hiányával küzd. Többek között e jelenségek eredményezik a többműveletes fakitermelő gépek egyre nagyobb mértékű elterjedését. Egy magas szinten gépesített fakitermelési munkarendszer (harveszter–forvarder) egy fejlett informatikai hálózattal akár valós idejű információkat is szolgáltat a munka aktuális állásáról, amely értékesítési és logisztikai szempontból számos előnnyel járhat. Mindemellert a munkavégzés ergonómiai szempontból is sokkal kedvezőbb és biztonságosabb.

A harveszterek megjelenésével alakult ki a Cut to Length (CTL), azaz a tő melletti hosszravágásos munkarendszer változat. Ez annyit jelent, hogy a harveszterek a tő mellett állítják elő a termelni kívánt választékokat. A harveszterek elmaradhatatlan munkatársa a forvarder. A rendszer nagy előnye, hogy nincs szükség további gépekre, munkaerőre. Akár két munkás két géppel képes végrehajtani a faállomány letermelését, és időjárás biztos út mellé közelíteni a faanyagot. A kombinált gépek megjelenése óta ez tovább redukálható egy gépre és egy gépkezelőre. A gépeknek magas a beszerzési árak és az üzemeltetésük is drága, de a hagyományos fakitermelésekhez képes ötször, tízszer nagyobb teljesítményre is képesek.

A többműveletes fakitermelő gépeket az 1960-as évektől folyamatosan fejlesztik egyre szélesebb körben. Alapvetően fenyves állományok kitermelésre voltak alkalmasak, de technika fejlődésével és a gazdasági igények változásával egyre nagyobb arányban használják lágy- és keménylombos állományokban is. Komoly nemzetközi kutatások folynak olyan harveszterfejek kifejlesztésére, amelyek számára nem jelent akadályt a térgörbeség és a vastag oldalágak. Számos gépgyártó cég kínálja saját fejlesztésű gépeit lombos állományokhoz. Kisebb-nagyobb kompromisszumok árán már alkalmazhatóak ezek a gépek.

Magyarországon ugyan még kis számmal, de jelen vannak ezek a többműveletes fakitermelő gépek. A negatív hozzáállás és megítélés ellenére, egyre inkább gyökeret vernek a hazai fakitermelésekben, ugyanis nemcsak fenyves, hanem lombos állományokban is dolgoznak már ezekkel a gépekkel.

Szükségszerűvé vált ezen gépek átfogó vizsgálata. Hazánk változatos erdőállománya kihívást jelentett a vállalkozó szellemű fakitermelők számára. Stílusosan mondhatjuk, nagy fába vágják a fejszájukat, de akár fogalmazhatnánk úgy is, hogy „görbe



erdőbe” küldték a harveszterüket, amikor úgy határoztak kipróbálják e gépeket hazánkban. Nem tudtak támaszkodni hazai kutatások eredményeire, szakirodalomra, csak saját megérzéseikre, elképzeléseikre alapozhattak.

E tekintetben hiánypótló és időszerű a többszemes fakitermelő gépek hazai lombos állományokban való vizsgálata. Szükségszerű tudományos alapokra támaszkodva megítélni, eldönteni, hogy a harveszterekkel végezhető-e ökológiailag és ökonómiailag is elfogadható munka lombos állományokban.

1.2 A KUTATÁS CÉLJA ÉS MÓDSZEREI

A szerzőnek, már erdőmérnök hallgató korában is meggyőződése volt, hogy a fenyves állományokban használt harveszterek alkalmazhatóak lennének lombos állományokban is. Az alapfeltevés elsősorban nemesnyárasokra és égeresekre szorítkozott, a lucfenyőhöz hasonló törzsalak és ágrendszer miatt, de az egyenesebb akácok, ill. bükkösök is az elképzelések között szerepeltek. A harveszterek hazai megjelenése és lassú hazai elterjedése egybeesett a szerző doktori tevékenységének megkezdésével.

Kutatás céljává vált a harveszterek hazai alkalmazhatóságának a vizsgálata. Célkitűzés volt a hazai harveszterek számának felmérése és nyomon követése. Terepi vizsgálatok végrehajtása különböző állományokban, eltérő fahasználati beavatkozásokban és valamennyi géptípus esetében. Cél volt az adatok kiértékelésével az alkalmazhatóság tényének a megállapítása. A kutatás kiterjedt a befolyásoló tényezők feltárására, hatásuk vizsgálatára. További cél volt a faegyedek görbeségének, ágasságának és villásodottságának mint teljesítménycsökkentő és költségnövelő alapproblémának a kivizsgálása, lehetséges megoldások feltárása.

A gépek gazdaságos üzemeltetésének elengedhetetlen része a költségek megfelelő ismerete, így fontos volt az üzemóráköltségek képlettel történő meghatározása is. A teljesítmények és a költségek ismeretében meghatározhatóvá válik a fakitermelés fajlagos költsége is.

A gyakorlat számára is használható normatáblák készítése is a célkitűzések között szerepelt. A vizsgálatokból származó adatok alapján többtényezős hatványkitevős egyenletek alkothatóak meg regresszió-analízissel. Az egyenletek és az üzemóráköltség segítségével időnorma-, teljesítmény- és fajlagos költségtáblázatok állíthatók elő.

A disszertáció nem titkolt célja a harveszterek hazai megítélésének javítása, elfogadása. A technológia, a munkarendszer előnyeinek és hátrányainak ismertetése, összehasonlítása a hagyományos fakitermelési módszerekkel.



2. TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE

A XX. század második felétől az egyre erősödő gépfejlesztéseknek köszönhetően jelentek meg a nagyteljesítményű döntő-, gallyazó-, daraboló- és aprítéktermelő gépek, a közelítő- és szállító gépek, a korszerű kérgező- és rakodógépek. A fejlett skandináv országokban az 1960-as években kezdték alkalmazni a többcélú vagy többműveletes fakitermelő gépeket, amelyek a következő évtizedben elterjedtek és szereztek létjogosultságot (Hiller, 1984). A speciális erdészeti gépek egyszerre két vagy több művelet elvégzésére is alkalmasak, aminek köszönhetően akár az átlagosnál nagyobb teljesítményre is képesek (Horváth, 2003). Jelenleg a legkorszerűbb technológiát képviselik azon gyártók, mint pl. a Komatsu, a John Deere, a Ponsse, az Eco Log és géptípusaik–, amelyek különböző műszaki és számítógépes megoldások révén tökéletes összhangot igyekeznek kialakítani a termelékenység (pl. választékoló szoftverekkel), az állományviszonyok (pl. tőátmérő és fafajspecifikus harveszterfejek segítségével) és a terepviszonyok (pl. Eco Log lengőkaros járószerkezet, John Deere lépegető harveszter) között.



1. ábra: Bombardier harveszter (Forrás: commons.wikimedia.org)



2. ábra: PIKA 75 harveszter (Forrás: www.unusuallocomotion.com)

A jelenleg alkalmazott többműveletes fakitermelő gépek ősének tekinthető az 1957-ben készült, Rudy Vit által tervezett Bombardier harveszter (1. ábra). A gép egyidejűleg



hasznosította a hidraulikusan mozgatható daru és a láncfűrész adta előnyöket. Feltételezhetően nevét annak köszönheti, hogy a darus döntőfejet egy láncalpas járószerkezetű Bombardierre szerelték fel. A gép képes volt a fa kivágására, megemelésére, közelítőnyom szélére történő lerakására, illetve a szerkezet hátsó részén található szorítózsámolyok közé történő behelyezésére. 9 év alatt mindösszesen 11 db-ot gyártottak ebből a típusból (www.ritchiewiki.com).

1958-ban a North Western Pulp & Power's Hinton cég készítette el a John Pope által tervezett láncalpas harvesztert, amely már képes volt a döntés mellett a gallyazásra és a darabolásra is. A Bombardierhez hasonlóan hátránya abban nyilvánult meg, hogy a döntőfej pozicionálását csak a teljes gép mozgásával lehetett megvalósítani (www.ritchiewiki.com).

A követő években számos vállalat mérnökei (1959, Jack Boyd – Timberland cég: Timberbuncher harveszter; 1963, Bob Larson – Marathon Paper Mills: Beloit harveszter stb.) munkálkodtak azon, hogy minél tökéletesebb fakitermelő gépeket alkossanak meg. Az első ténylegesen harveszternek nevezhető gép a Sakari Pinomäki által tervezett és 1973-ban bemutatott PIKA 75 volt (2. ábra).

A svéd SP Maskiner vállalat 1980-ban mutatta be a világ legelső egyadarteres harveszterét, amely egy SP21 nevű harveszterfejből (3. ábra) és egy FMG Timberjack alapgépből állt. 1983-tól kezdtek gyártani ezeket az egyadarteres harvesztereket, amelyek már a mai gépekhez leginkább hasonlatosak (www.ritchiewiki.com, www.spmaskiner.se).



3. ábra: SP21 harveszterfej (Forrás: ÖSA AB, 1987; www.elmia.se)

A többműveletes fakitermelő gépek kezdetben öt nagy csoportra voltak oszthatóak, így döntőgépekre (pl. döntő–rakásolók, döntő–közelítő gépek), gallyazógépekre (pl. gallyazó–rakásolók, döntő–gallyazók), darabológépekre (pl. daraboló–rakásolók gépek), gallyazó–darabolókra – más néven processzorokra –, és a teljes fakitermelőkre, a döntő–gallyazó–daraboló, olykor közelítést is végző harveszterekre. A csoporton belül a döntőgépek, a processzorok és a harveszterek térhódítása volt jellemző, a gallyazógépek és a darabolók aránya fokozatosan csökkent. A három "favorit" közül legnépszerűbbek a processzorok voltak, mivel a két legmunkaigényesebb műveletet gépesítették, igen magas fokon (Szepesi, 1978).

A gépfejlesztések során elsődleges célként fogalmazódott meg, hogy az alapgépre minél több adaptert szereljenek fel, így az egymást követő műveletek egy folyamatláncá válnak, idővesztés kiküszöbölésével. Az elképzelések megvalósulásának köszönhetően új gépek alakultak ki és így a csoportosításuk is megváltozott (Horváth, 2003):



- harveszterek: a fa tőtől való elválasztását és hozzá kapcsolódóan még egyéb műveleteket (rakásolás, gallyazás, darabolás, előközelítés, közelítés) is elvégző gépek;
- processzorok: a fa tőtől való elválasztását nem, de a többi műveletet (gallyazás, kérgezés, darabolás, előközelítés, közelítés) kapcsoltan végző gépek.

A többműveletes fakitermelő gépek sorába napjainkban – a technikai fejlesztéseknek köszönhetően – már kihordók is beletartozhatnak, ugyanis kisebb döntőfejek, döntő-gyűjtő fejek, ill. harveszterfejek működtetésére is alkalmasak, ill. alkalmassá tehetőek. Ennek következtében már nemcsak a faanyag mozgatását, hanem a fák kitermelését is el tudják végezni. Valamint külön csoportba sorolhatóak az úgynevezett kombinált gépek. Ezek olyan gépek, amelyek a harveszter funkció mellett, zömében átszerelés révén további gép vagy gépek munkáját tudják elvégezni.

A többműveletes fakitermelő gépek kialakulásának köszönhető, hogy a fakitermelési munkák – a King-féle gépesítettségi szinteket tekintve – a műveletgépesítési szintről a magasabb, folyamatgépesítési szintre fejlődhettek – a részleges automatizációval együtt. A rövidfás munkarendszerek közül ilyen tipikus példa a harveszter és forvarder gépegyüttessel végrehajtható ún. CTL (Cut to Length) fakitermelés.

2.1 HARVESZTEREK

A harveszterek (többműveletes, ill. többcélú fakitermelő gépek) a vágásterületen mozognak, minden esetben elvégzik a fa tőtől való elválasztását és emellett egyéb műveleteket is. Szakirodalmi áttekintés alapján megállapítható, hogy a kezdetektől fogva számos változata alakult ki a gépeknek. A múlt és jelen harveszterei az elvégzett műveletek alapján a következő csoportokba sorolhatóak be:

- döntő–rakásoló gépek;
- döntő–előközelítő–rakásoló gépek;
- döntő–közelítő gépek;
- döntő–gallyazó–rakásoló gépek;
- döntő–gallyazó–előközelítő–rakásoló gépek;
- döntő–gallyazó–kihordó gépek;
- döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek;
- döntő–gallyazó–daraboló–osztályozó–előközelítő–rakásoló gépek;
- döntő–felkészítő gépek stb.

A legtöbb változat esetében két alapgépmegoldás lehetséges. Az *alapgépre szerelt döntőfejes változat* esetében a hordozó alapgépre szereljük vagy függesztjük a munkavégző adaptereket. Ilyen megoldás esetén a döntést mint főmozgást a vágószerkezet végzi, a mellékmozgásokat (a fa megközelítése, újabb fák felkeresése stb.) az alapgéppel kell végezni. „A mellékmozgások közben az alapgéppel sok, bonyolult mozgást kell végezni a vágásterületen. A sok mozgás idő- és energiaigényes, emellett talaj- és faállomány-károkat is okozhat, ezért az utóbbi időben ezen változatok fejlesztése visszaszorulóban van. Az alapgéppel végzett mellékmozgások csökkentése, és a fa pontosabb megközelítése érdekében esetenként a döntőfejet hidraulikus elemekkel mozgatható kar végére helyezik (Horváth, 2003).” A *manipulátorra szerelt döntőfejes változat* esetében az alapgépre speciális manipulátort szerelünk, és ennek a végén található a döntőfej. A munkavégzéshez az alapgépnek nem kell bemenni a tő mellé. Elég, ha az ún. közelítőnyomon (munkanyiladékon) halad, és onnan a vágásterület fölé benyújtott 7–15 m hosszú manipulátor-karral éri el a kitermelendő fát, amelyen elvégzi a



döntést, majd azt a közelítőnyom közelébe emeli, ahol további műveletek végzésére kerülhet sor. „A megoldás nagy előnye az, hogy a géppel nem vagy csak keveset kell a vágásterületen mozogni, csak közelítő pontossággal kell a fa közelébe menni, a döntőfej pontos gyökfőre helyezését a manipulátor karral végzett (oldalirányú és függőleges) mozgásokkal oldjuk meg (Horváth, 2003).” A munkanyiladékon mozgó gép a vágásterületen a talajt, az újulatot, illetve a visszamaradó állományt nem, vagy csak elviselhető mértékben károsítja, ezért gyéritésekben, felújító vágásokban (bontó és végvágás) is használható (Horváth, 2003).

2.1.1 Döntő–rakásoló gépek

A döntő–rakásoló gépek a többműveletes gépek legegyszerűbb változatai. A gépre szerelt döntőfejjel a tőtől való elválasztás és a fa megfogása oldható meg. Az alapgép egy traktor, amely lehet univerzális vagy speciális erdészeti traktor. „A döntőfej a nem manipulátoros változatnál többnyire hidraulikus működtetésű nyomott késes vágószerkezetű, a manipulátoros változatnál pedig fűrészláncos. A gép a fát a döntést követően a talajra helyezi, majd erre kerül a többi is mindaddig, amíg egy, a közelítőgép igényeinek megfelelő méretű egységtrakomány létrejön. Ezt követően újabb egységtrakományt alakít ki (Horváth, 2003)”. Főbb géptípusai a Lokomo Lokkeri Fällare-Läggare (1973), Volvo BM 990 (1975), Kockums 880 (1976), ÖSA 670 (1977), Koehring KFB4 (1980) voltak (1. melléklet).

2.1.2 Döntő–előközelítő–rakásoló gépek

A gépek döntőfeje speciális kialakítású. „A vágószerkezet mellett a döntőfejen a fa megfogására és függőleges helyzetben tartására, valamint egységtrakomány képzésére alkalmas fogó–rögzítő szerkezetek is találhatóak. A tőtől való elválasztás után a gép a fát álló helyzetben tarja, és így mozog az állomány alatt. Kisebb fák esetében több fa kivágásával egységtrakományt képez, nagyobb fák esetében egyenként a vágásterületen mozogva előközelíti a fákat a közelítő nyomokhoz vagy a felkészítőhelyre, ahol a további műveletek elvégzésére kerül sor. Manipulátoros változat esetében az alapgép lehet szorítózsámolyos vonszoló. Ilyen esetben a fákat a döntőfejes manipulátor a szorítózsámolyra helyezi, és abban alakul ki az egységtrakomány. Amikor megfelelő méretű rakomány kialakult, a gép a közelítőnyom mellé vagy a felkészítőhelyre vonszolja a faanyagot” (Horváth, 2004). A gépcsoport legismertebb típusai a Clark-Bobcat 1075, Makeri és a Timberjack 2000-Morbark 20 voltak (2. melléklet). Napjaink gépeit többek között a John Deere, Komatsu, TimberPro és Tigercat cég gyártja.

2.1.3 Döntő–közelítő gépek

A döntő–előközelítő–rakásoló gépek manipulátoros változatából fejlődtek ki. Az alapegységük egy szorítózsámolyos vonszoló, amely az előközelítőknél nagyobb mozgási sebességre és nagyobb rakomány kialakítására képes. Erre került felszerelésre a manipulátor, és annak végére a döntőfej. „A manipulátor nagy gémkinyúlású, nagy húzóerejű, általában gémes-teleszkópos kivitelű (Horváth, 2004)”. Alkalmasságukról a vélemények eltérőek voltak. Úgy tartották, hogy előnyösebb külön döntőgépekkel, s ehhez viszonyítva olcsóbb közelítőgéppel dolgozni, mivel a döntő–közelítők teljesítménye csupán 60–70%-a a döntőgépekének. Csoporton belül azon döntő–kihordók érdemelték figyelmet, amelyek vonszolás nélkül, emelve közelítették a kidöntött törzseket, kiküszöbölve a vonszolással járó szennyeződést (Szepesi, 1978). Ismertebb



típusai a Lokomo Lokkeri Fällare-Buntare (1971), ÖSA BM-Volvo SM 871 (1969), Koehring K3FF (1983) voltak (3. melléklet). Napjainkban ebbe a csoportba például a szorítózsámolyos Forest ebeaver és a döntőfejes TimberPro TS840, továbbá az emelve közelítő, a Nisula 280E döntőfejjel felszerelt Logman 811C, a John Deere 810E GMT 035 döntőfejjel és a Valmet 801C tartozik.

2.1.4 Döntő–gallyazó–rakásoló gépek

A döntőgépek és a gallyazógépek munkáját egyesítették ezekben a gépekben. Legjelentősebb képviselője a Beloit H14 (1968) harveszter (4. melléklet). A gépek különlegessége abban állt, hogy a fa megragadását követően először a gallyazás került elvégzésre, egy 19 m magas daruoszlop és a rajta fel-le közlekedő gallyazószerkezettel, amely 4 másodperc alatt hajtotta végre a műveletet. Ezt követően került sor a töelválasztásra és a rakásolásra (*Beloit, 1968; www.elmia.se*).

2.1.5 Döntő–gallyazó–előközelítő–rakásoló gépek

A döntő–gallyazó–előközelítő–rakásoló gépek fontos mérföldkövei a mai harveszterek kialakulásának. A gépek a fákat egy manipulátorkarra szerelt döntőfejjel termelték ki. Fejlődésük során két típusuk alakult ki. A korábbi gépek kb. 1,5 m távolságra megközelítették a kivágandó törzset, ezután leereszték a vágófejet, szétnyitva az ollópárt a törzset a vágóollóval és a törzsmarkolóval átfogták, majd átvágták, és a gallyazó vonalra felemelték. A beindított gallyazószerkezet végigfutott a törzs mentén, a gallyakat levágta, és 10–13 m között a törzs csúcsát is eltávolította. Ezután a gallyazott fát a markoló elengedte, így az a gyűjtőteknőbe gurult. Amikor az megtelt, a billentő szerkezet halomba a földre ürítette. Ez a technológia jellemezte a Clark Tree Length Harvester-t (1976) és a Timberjack TJ30 (30RJ)-as harvesztert. A másik típus abban különbözött, hogy a töelválasztás fűrészláncos vágószerkezettel történt, ill. azt követően a manipulátorkarral a kezelőfülke mellett elhelyezkedő gallyazószerkezet menesztő hengerei közé helyezték a fát. Itt megtörtént a gallyazás és a csúcs levágása. A faanyag a hátul elhelyezkedő billenthető gyűjtőteknőbe került. Ilyen gép volt az 1979-től gyártott Lokomo 961T (5. melléklet) (*Káldy, 1979; Káldy 1981; Lokomo, 1979; www.elmia.se*).

2.1.6 Döntő–gallyazó–közelítő gépek

Ez a csoport egy ritka géptípust foglal magába, a Koehring KH5 Feller-Delimer-Forwarder-t (6. melléklet). A gép a manipulátorkarra szerelt döntő egységgel elvégezte a töelválasztást, majd a fát a gép jobb oldalán található 30°-os szögben felfele álló gallyazó vonalra került, ahol egy gallyazószerkezet végighaladt a törzsön, levágta az ágakat és a csúcsrészt. A faanyag bal irányba a rakfelületre gurult. Miután ez megtelt, a gép végrehajtotta közelítést és a leterhelést (*Koehring, 1984; Rempel, 2011; www.flickr.com*).

2.1.7 Döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek

A döntő–gallyazó–daraboló gépek a fakitermelő gépek legösszetettebb változatai. Napjaink harveszterei, a teljes fakitermelő gépek, e gépcsoport közvetlen leszármazottai. Fejlődésük során először – a korábbi típusok továbbfejlesztésének következtében – a kétadapteres változatok, majd az egyadapteres harveszterek jelentek meg. A korábbi változat szép lassan eltűnt az erdőkből, míg a másik töretlen lendülettel fejlődik és terjed.



A kétadapteres típusok alapgépből (törzskormányzású erdészeti traktor), manipulátorra szerelt döntőfejből, és egy, az alapgépre szerelt gallyazó–daraboló adapterből épültek fel. A tőtől való elválasztást a vágásterület fölé benyúló manipulátor végén lévő döntőfej végezte. A fej fűrészkesztyűből és fogókarokból állt. Működés közben a levágott fát a teleszkópos gémmel a géphez húzták, majd a fa törészetét a gépen lévő gallyazó adapter menesztőhengerei közé helyezték. A menesztőhengerek a fát közrefogva áthúzták a gallyazógép íves kései között, így itt megtörtént a gallyazás. Szükség esetén a vastagabb oldalágakat a döntőfej vágószerszerezetével vághatták le. A gallyazószerszerezet menesztőhengereit követően a gépen darabolószerszerezet volt található. A darabolószerszerezet fűrészláncos volt, melyet hidromotor hajtott, és hidraulikus munkahenger segítségével legyezőmozgást végezett. A daraboló vágás idejére a fa eltolását leállították. Azt, hogy a daraboló vágást a fa mely részén végezték, vagy a gépkezelő határozta meg kézi vezérléssel, vagy egy fedélzeti számítógép vezérelte, megfelelő szoftver segítségével. A munkavégzés vágásterületen és munkanyiladékon is történhetett, tehát a gépfajta (a részegységek méreteitől függően) egyaránt alkalmas volt gyéritések vagy végvágások végzésére (Horváth, 2004). Legelterjedtebb típusai a Volvo BM 900 (1976-78), Kockums 85-65 (1985), ÖSA 706-260 (1981) voltak (7. melléklet).

Az egyadapters harveszterek annyiban különböznek, hogy egy adapter végezi el a fa döntését, gallyazását, darabolását. Ez az adapter a daru kar végén helyezkedik el. A döntést követően általában a faegyedet a gép közelébe húzzák a daruval, majd a feldolgozás a gép mellett a közelítőnyomon történik. Régebben és napjainkban is cégek sora gyártja, fejleszti és forgalmazza e változatot. Legfontosabb korábbi géptípusok az ÖSA 250/SP21 (1987), Kockums 84-62 (1985), Valmet 862/948 (1985), Gremo 803/GSK42 (1987), Ponsse 600H (1988), FMT Tor (1990), Logset Norcar 500H (1993) és a Timberjack 1270B (1999) (8. melléklet). Napjaink legjelentősebb, legújabb gépei a Ponsse Skorpion, a Komatsu 911.5, John Deere 1470E, Logset H10, Eco Log 590D és a Rottne H20.

2.1.7.1 Döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek csoportosítása

A magas műszaki változatosság és fejlettség következtében a teljes fakitermelő gépek számos szempont szerint csoportosíthatóak napjainkban. A gépgyártó cégek által kínált harveszterek – műszaki megoldásaik tekintetében – a következő kategóriákba sorolhatóak:

Alapgép alapján

Napjaink – daruval és hidraulikus rendszerrel rendelkező – erőgépei egy harveszterfej felszerelésével és esetenként a hidraulikus rendszer átalakításával alkalmassá tehetőek faanyag kitermelésére. A következő erőgéptípusok alkalmasak többműveletes fakitermelő gépnek (9. melléklet):

1. Speciális erdészeti erőgép (pl. Silvatec 896 TH-H);
2. Földmunkagép (kotró) (pl. CAT 501 + Prentice harveszterfej);
3. Rakodógép (pl. Sennebogen 718M + Kelsa 25RH harveszterfej);
4. Univerzális traktor (pl. Valmet Valtra 6750 + Naarva Stroke 2000-25 harveszterfej);
5. Teherautóra épített darus kötélpálya processzorfejjel (pl. Koller 507 + Woody 50 harveszterfej) (hegyi harveszter).

Adapterek száma alapján

A kitermeléshez szükséges adapterek számának és elhelyezkedésének függvényében szó lehet egy, ill. kétadapteres harveszterekről. Napjainkra az eredeti kétadapteres



változatok szinte eltűntek, azonban univerzális traktorokra szerelhető adapterek, ill. kisgépek formájában mai napig léteznek (10. melléklet):

1. Egyadapteres (erőgép és harveszterfej) (pl. Ponsse HS16 Ergo);
2. Kétadapteres (erőgép, döntőfej és processzor) (pl. Rottne Snoken 810).

Gépkezelő helyzete alapján

A távvezérlésnek köszönhetően már létezik kívülről irányított többcélú fakitermelő gép is, de továbbra is a saját kabinból történő irányítás a legelterjedtebb és legbiztonságosabb (11. melléklet):

1. Irányított gép (harveszter) kabinjából irányít a gépkezelő (pl. Prentice 2510);
2. Kihordó kabinjából távirányítással működteti a harvesztert (pl. Gremo Besten RH 96);
3. Harveszter közelében állva távirányítással működteti a gépet (pl. RCM harveszter).

Járószerkezet típusa és száma alapján

A többműveletes fakitermelő gépek körében az egyik legnagyobb változatosság a járószerkezetek körében tapasztalható. A járószerkezetek típusának, anyagának és számának variálásával igyekeznek a gépgyártók minél kíméletesebb megoldásokat létrehozni (12. melléklet):

a. Lánctalp

Meredek terepviszonyok között is alacsony talajnyomás és jó terepjáró képesség jellemzi a lánctalppal felszerelt fakitermelő gépeket. Anyaguk alapján két csoportba sorolhatóak:

1. Fém
 - 1.1. 2 db lánctalppal rendelkezik (pl. Impex Königstiger T30);
 - 1.2. 4 db lánctalp a gumikerekek helyén (pl. Valmet 911.1 X3M + Wetla).
2. Műanyag
 - 2.1. 2 db műanyag járófelületű lánctalppal szerelt (pl. Neuson Ecotec 9002HV).

b. Gumikerék

A gumikerekek alkalmazása a legelterjedtebb az erdészeti gépek körében is. A kerekek számának és szélességének növelésével, valamint az abroncsnyomás csökkentésével a talaj és az újulat szempontjából is kíméletesen tudnak mozogni a terepen ezek a gépek.

1. 4 db gumikerék (pl. CAT 570);
2. 6 db gumikerék (pl. Timberjack 1270B);
3. 8 db gumikerék (pl. Ponsse Ergo 8W);
4. 4 db tömör gumikerék és 6 db ballonos gumikerék (pl. The Beauty).

c. Speciális

Prototípusok, kísérleti jellegű gépek, a legújabb műszaki megoldások körében találkozhatunk az eddigiektől eltérő, különleges kialakítású járószerkezetekkel.

1. Gumiheveder

A lánctalp és a gumikerék előnyös tulajdonságait együttesen megvalósító járószerkezet.

- 1.1. 4 db gumikerék és 2 db gumihevederes járószerkezet (pl. EcoLog 590C + Tidue Track);
- 1.2. 4 db gumiheveder (pl. EcoLog 570D + Tidue Track).

2. Gumitalp

A John Deere walking tractor, azaz a lépegető harveszter 6 db hidraulikus működtetésű lábán található egy-egy kör alakú, gumi felületű járószerkezet, amely felláncozott a jobb kapaszkodó képesség érdekében.



3. Hatszögletű fém talp

A legújabb fejlesztésű Portál-harveszter járószerkezete 2x3 db hidraulikus lábból áll, amelyek 3–3 db hatszögletű fém talppal érintkeznek a talajjal.

Járószerkezet mozgathatósága alapján

Az évtizedek során számos erdészeti gépet gyártó cég más-más műszaki megoldást fejlesztett ki a terepegyenetlenségek leküzdésére. Mozgathatóság szempontjából el lehet különíteni állítható és nem állítható járószerkezetű harvesztereket (13. melléklet):

1. Nem állítható (pl. Valmet 911.3);
2. Vízszintesen állítható: a nyomtáv hidraulikusan, fokozatmentesen állítható (pl. Impex Königstiger T25);
3. Függőlegesen állítható: a lengőkarok segítségével a járószerkezetek külön-külön is fel-le mozgathatóak (lengőkaros), (pl. EcoLog 550C);
4. Függőlegesen és hosszirányba állítható: tolókarok segítségével állítható a tengelytávolság és fel-le mozgathatóak a rajta lévő kerekek (tolókaros), (pl. Highlander);
5. Függőlegesen és vízszintesen állítható: a kereket tartó karok fel-le és jobbra-balra mozgathatóak (karos - kerekos), (pl. Menzi Muck A91 Woody50 harveszterfejjel);
6. Lépegető: 6 db hidraulikus működtetésű lábbal rendelkezik (pl. John Deere walking tractor);
7. Portál: egy összecukható portálsín tart kapcsolatot a két, egyenként 3 db hidraulikusan mozgatható lábbal felszerelt tartóegység között. A sín a tartóegységek fölött 360°-ban elforgatható (pl. Portál-harveszter).

Kezelőfülke színtezése alapján

Ergonómiai szempontból előnyös, hogyha a gép kezelőfülkéje terepviszonyoktól függetlenül közel vízszintes helyzetű marad (14. melléklet):

1. Nincs színtezés (pl. Gremo HPVR);
2. Géptörzs színtezése a járószerkezettel (pl. Menzi Muck A91);
3. Kezelőfülke és a daru közös tartóegységének színtezése csuklós szerkezettel és hidraulikus munkahengerekkel (pl. Logman 821H);
4. Kabin színtezése hidraulikus munkahengerek segítségével (pl. Valmet 941.1);
5. Függesztett kabin (pl. Tigercat Hemek H16).

Daru és a kabin egymáshoz viszonyított helyzete alapján

A biztonságos és termelékeny fakitermelést befolyásolja a kezelőfülkéből való kiláthatóság. A harveszterfejet tartó darukar méreténél fogva képes a legnagyobb holtteret előidézésére. A következő műszaki megoldások alakultak ki e probléma feloldására (15. melléklet):

1. Kabin előtt található a daru (pl. Vimek 404 T3);
2. Kabin előtt, de a kabinnal együtt színtezett és a daru fordulását szinkronban követi a kabin is (pl. Logman 801H);
3. Kabin mellett, kabinnal együtt színtezett a daru (pl. Valmet 911.3);
4. Kabin mellett, géptörzsszel együtt színtezett a daru (pl. John Deere 909JH);
5. Kabin mögött található a daru (pl. Highlander);
6. Kabin körül: a darut tartó és mozgató szerkezet közrefogja a kabin (pl. Ponsse Scorpion).



Kombinálhatóság, átalakíthatóság alapján

A többműveletes gépek új generációja az úgynevezett kombinált (combi, dual) gépek, melyek a fakitermelés mellett a faanyagmozgatás műveleteit is képesek végrehajtani. De különleges esetekben a harveszterek alkalmassá tehetőek a fakitermelés során keletkező vékony faanyag (vágástéri melléktermék) azonnali aprítására, ill. kötegelésére is, továbbá harveszterfej helyére hasító adapter is felszerelhető rövid idő alatt (16. melléklet).

1. Harvarder (Forveszter)
 - 1.1 A rakoncák felrakásával, ill. harveszterfej rönk-fogó kanálra történő átszerelésével forwarderré alakítható (pl. Ponsse Buffalo Dual);
 - 1.2 A hátsó munkavégző egység komplett cseréjével alakítható kihordóvá (pl. Forsteline MPM C90);
 - 1.3 A rakoncás pótkocsi felkapcsolásával és a harveszterfej rönkfogó kanálra való cseréjével forwarderré alakítható (pl. Timbear Lightlogg C);
 - 1.4 Forgózsámolyos rakfelülettel szerelt (pl. Valmet 801 Combi);
2. Vonzoló-harveszter: szorítózsámollyal rendelkezik (pl. Highlander);
3. Kötélpálya-harveszter: a harvesztert összeépítették egy kisteljesítményű kötélpályával (pl. Haas TST 400-Timberjack);
4. Aprító-harveszter (pl. Valmet 801C BioEnergy);
5. Kötegelő-harveszter (pl. Pinox 828/330/510 Combi);
6. Hasító-harveszter (pl. Lasco Masi-Timberjack).

2.1.7.2 Döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek alternatív alkalmazási lehetőségei

A harveszterek nagyon modern, bonyolult hidraulikus rendszerrel készülnek, annak érdekében, hogy sokrétű munkát lehessen velük végezni és minden részegység külön-külön is vezérelhető legyen. Ennek következtében az egyszerűbb hidraulikus rendszerű adapterek is működtethetőek ezekkel a gépekkel. Ha a megszokott munkákon kívül egyéb tevékenységekre is alkalmassá tehető az erőgép, akkor azzal növelhető a gép kihasználtsága, ezáltal annak üzemeltetése gazdaságosabbá válhat. Speciális csatlakozási felületekkel rendelkező tisztítófejekkel és alternáló kaszákkal az erdőfelújítások, tisztítási, ápolási munkálatai is elvégezhetőek. Értékes választékot nem adó, első törzskiválasztó gyéritések esetében döntő-gyűjtőfejekkel a harveszter apríték alapanyagot termelhet. Harveszterekkel kisebb teljesítményű aprítógépek is üzemeltethetőek, így az döntés és az apríték előállítása egy folyamatban végezhető el. Kúpos hasítófej felszerelésével rakodói hasításra is alkalmassá tehető. Az aprítógépekhez hasonlóan, akár egy kisebb kötélpálya működtetése is megoldható velük, ill. megoldható a közelített faanyag gallyazása, darabolása. Feltáróutak, közelítőnyomok, rézsűk, árkok karbantartása, ill. a vágástakarítás is megoldható különféle zúzó, vágófejek és markoló kanalak felszerelésével (17. melléklet).

2.1.7.3 Döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló fejek csoportosítása

A teljes fakitermelő-, azaz harveszterfejek széles skálája alakult ki. A fejlesztések olyan irányba folynak, hogy az állományjellemzőkhöz minél inkább alkalmazkodó fejek kerüljenek kialakításra. Ezáltal még nagyobb teljesítmények érhetőek el és jobb minőségű munka végezhető (18. melléklet).

A **fejen belüli anyagmozgatás** alapján elkülöníthetünk mozgató egységgel nem rendelkező és rendelkező fejeket. Az első esetben a fejen belüli faanyagmozgatást a daruval oldják meg. A fejjel (Farmikko 200-90) ráfognak az álló fára, a késsel ellátott



fogókarok körbeölelik a fát, majd a daru fel-le mozgatásával történik meg a gallyazás, s ezt követően végzik el a faegyed döntését, vagy ledarabolását.

A másik esetben többféle műszaki megoldás létezik. A törzs mozgatása hidraulikus munkahengerek segítségével történik. A fej a hernyómozgásra emlékeztető módon, szakaszos előrehaladással mozog a kidöntött faegyeden (Tapio 160). Egy másik lehetőség, amikor a mozgatást két darab, egymással szemben elhelyezkedő, ovális keresztmetszetű hengeren mozgó, kapaszkodókörmökkel ellátott fémszalag végzi. A legelterjedtebb megoldás pedig a behúzó vagy menesztő hengerek alkalmazása. Ezek számának és elhelyezkedésének megfelelően a következő variáció létezik:

- 1 db belső és 1 db oldalsó menesztő henger (pl. ABAB Bioharvester 255);
- 2 db oldalsó menesztő henger (pl. Log Max 928);
- 1 db belső és 2 db oldalsó menesztő henger (pl. Ponsse H8);
- 4 db oldalsó menesztő henger (pl. Prentice PF-48).

Vágószerkezet típusa alapján elkülöníthető:

- fűrészláncos (pl. Valmet 360.1);
- körfűrész páros (pl. Kone Forest Sirius 250);
- nyomott késes (pl. Usewood UW 180);
- hidraulikus ollós (pl. Farmikko 200-90).

Fogókarok száma alapján lehet:

- 2 db (pl. CTL 40 HW);
- 3 db (pl. Valmet 360.2);
- 4 db (pl. Kesla 25 RH).

Kombinálhatóság alapján létezik:

- harvester fej fogókarokkal és rönkmarkoló kanállal (pl. Valmet 330.2 Duo);
- harvester fej gyűjtőkarokkal és rönkmarkoló kanállal (pl. AFM 60 Combi);
- harvester fej gyűjtőkarokkal, fogókarokkal és rönkmarkoló kanállal (pl. Valmet 330.2 Duo/Cut2).

2.1.8 Döntő–gallyazó–daraboló–osztályozó–előközelítő–rakásoló gépek

Ebbe a csoportba tartozó gépek rendelkeztek a legösszetettebb és legbonyolultabb működéssel. Munkavégzés során a harvester megközelítette a kivágandó törzset, a talaj szintjében a szimmetrikusan működő hidraulikus késekkel átvágta azt, majd a daruval a felkészítő vonalra emelte. A menesztőhengerek áthúzták a törzset az ívképes gallyazószerkezeten és a számítógépes program szerint megtörtént a darabolás. Általában a papírfá választék került a gyűjtőtérbe, amelyet annak megtelése után a közelítőnyomra ürítettek. A többi választék a szortírozó asztról egyenesen a földre került. Ilyen gép volt például a Lokomo 961S (1979). A Lokomo 960S (1975) annyiban különbözött, hogy ott a papírfá kötegelése is megtörtént a gép hátsó részén kialakított kötegelő egységben (19. melléklet) (Káldy, 1979; Lokomo, 1975, 1979; www.elmia.se).

2.1.9 Döntő–gallyazó–daraboló–közelítő gépek

Ez a kategória tartalmazza a harveszterek történelmének eddigi legnagyobb, legbonyolultabb géptípusát, a kanadai gyártmányú Koehring rostfa- vagy rövidfa-harvesztet, eredeti nevén Koehring Shortwood Harvester. Az 1970-es években kezdték el a fejlesztését fenyves állományok tarvágásához. Több prototípus és szériamodell (KH3B, KH3D) (20. melléklet) is készült az évek alatt. Az akkori ára 125.000 dollár volt. Magassága elérte a 6,4 m-t, a tömege pedig a 40,8 tonnát. A 42 db hidraulikus munkahengert 13 db hidraulikus szivattyú üzemeltette, a hidraulikus csöveinek hossza



meghaladta az 1,6 km-t. Egy 3406 Cat dízelmotor volt az erőforrása. A fák töelválasztását egy döntőfejjel ellátott manipulátor-karral végezte el a gépkezelő. A tő átvágását hidraulikus ollós vágóegység végezte. A további műveletelemek automatizáltak voltak. A tőtől elválasztott fát a manipulátor-kar átadta a gallyazó toronynak, amely ezt követően enyhén kifele megdőlt, azért hogy a gallyak ne a gépre essenek. A toronyban a sínen közlekedő ívkések elvégezték a gallyazást és a csúcs levágását, közben a fát szakaszosan lefelé mozgatták, mivel egy hidraulikus ollós vágószerkezet egységesen 2,5 m-es hosszúságú rostfákat állított elő. A választékok egy dobószerkezet segítségével menesztő kúp-pár közé kerültek, amely továbbította a fadarabokat a raktér alá. Innen egy emelőszerkezet feltolta a raktérbe a választékokat, azaz alulról lett feltöltve a rakfelület. A folyamat addig ismétlődött, amíg a raktér meg nem telt. A közelítést, kiszállítást követően a faanyag leterhelését egy rönkfogó-kanalas darukar segítségével végezte el a gépkezelő. Ez volt a korszak legfejlettebb gépe (*Clow – MacDonald, 2001; Rempel, 2011; www.flickr.com; www.youtube.com*).

2.1.10 Döntő–felkészítő gépek

A döntő–felkészítő gépek olyan gépek, amelyek kezdő művelete az álló faegyedek döntése, töelválasztása, a záró pedig a faanyag felkészítési műveleteinek valamelyike: az aprítás, bálázás, kötegelés, vagy épp a hasítás. Két csoport különíthető el, az egyik szakaszos előrehaladással (munkavégzés–átállítás), a másik folyamatos előrehaladással (pl. járvaaprítók, járvakötegelők) dolgozik.

2.1.10.1 Döntő–aprító gépek

A hagyományos erdőgazdálkodás fahasználati, illetve a hosszú vágásfordulójú energetikai faültetvények betakarítási munkálataiban alkalmazhatóak ezek a gépek. A döntő egység elvégzi az álló fa töelválasztását, majd a teljes faegyedet behelyezi az aprító egységbe. A keletkezett apríték pneumatikus felterhelését is elvégzi. Ilyen gép például az 1990-es években Olaszországban fejlesztett – függesztett kivitelű – Gandini Bioharvester 500-as, amelyet energetikai ültetvényeknél használnak. Erdőgazdálkodási vonalon dolgozó ilyen típusú gép például a döntőfejjel rendelkező TimberPro 830B - Fecon RTC22p/500-8, ill. a Silvatec 878 CH (21. melléklet), (*Silvatec, 2005; www.greenmediaonline.com*).

2.1.10.2 Döntő–kötegelő gépek

A döntőgépek és a vékonyfa-kötegelő gépek együtteséből alakultak ki a döntő-kötegelő gépek. Az alapgép rendelkezik egy döntőfejjel, amely egy manipulátorkaron található. A kidöntött faegyedeket behelyezi a kezelő a gép hátsó felén elhelyezkedő kötegelő adapterbe, amely gallyazás nélkül egységes hosszra darabolja a fákat, majd tömöríti, zsineggel rögzíti a köteget és végül a közelítőnyom szélére juttatja. Elég drága és speciális gép, ennek következtében ritka is. Korábban Valmet-Fixteri, manapság Logmann – Fixteri néven forgalmazzák (22. melléklet), (*Lappalainen, 2011*).

2.1.10.3 Döntő–gallyazó–hasító–daraboló gépek

Igazi különlegesség a finnországi fenyves állományok előhasználatára kifejlesztett, harveszter (speciális harveszterfejjel), amely képes a faegyed döntésére, gallyazására, majd tűzifa nagyságú darabokra hasítására és darabolására. Ez a Nokka Oy cég által



gyártott Nokka Brennholzharvester (23. melléklet), amely hidraulikus rendszerrel és daruval rendelkező erőgépekre szerelhető fel. Egy hagyományos harvester is átalakítható ilyen géppé, csak egy oldható kötéssel rögzíthető hasítóókra van szükség a harvesterfej alján, továbbá programozással (hossz megadása, faanyag fejen belüli mozgása) a folyamat automatizálható (*Nokka, 2011*).

2.1.10.4 Döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló–aprító gépek (aprító-harveszterek)

A Valmet cég (ma már Komatsu), egy gépben egyesítette a fakitermelési, aprítéktermelési és a vágástakarítási munkákat. Az első prototípust 2005-ben mutatták be. A Valmet 801 Combi kihordó-harvester továbbfejlesztett változata a Valmet 801 Combi BioEnergy aprító-harvester (24. melléklet). A gépet felszerelték apríték előállító, továbbító és tároló rendszerrel. Az aprítóegység maximálisan 28–30 cm átmérőig képes leaprítani a behelyezett faanyagot. A darukaron egy Valmet 330.2 Duo/Cut2 harvesterfej található, amely lehetővé teszi, hogy a különböző mellmagassági átmérővel rendelkező faegyedek kitermelése eltérő technológiával valósuljon meg. A 10–15 cm-nél vastagabb mellmagassági átmérőjű fákat a Valmet 330.2 Duo harvesterfej fűrészláncos vágószerkezetével termelik ki, az ennél vékonyabb egyedeket pedig a harvesterfej alá szerelt Cut2 elnevezésű hidraulikus működtetésű ollós vágószerkezettel. A vékonyabb fák esetében előközelítés nélkül, egymás után több fa is eltávolítható a tőtől. Ez a harvesterfej felső részén található gyűjtőkarok segítségével lehetséges. Az előzőleg kitermelt faegyedet a gyűjtőkarok szorosan rögzítik a következő fa kivágásáig. Az így kitermelt 2–3 fát előközelíti a gépkezelő a gép elejénél található aprító szerkezethez. A kitermelt teljesfákat az aprító behúzó hengerei közé helyezi. A faanyag leaprításra kerül, az apríték pedig egy továbbító rendszeren keresztül a gépegyüttes hátsó részén található 28 m³-es tárolóegységbe kerül. A vastagabb faegyedek gallyazását, választékolását, darabolását és választékonkénti rakásolását – a tőtől való elválasztást követően – a harvesterfejjel végzik. Következő lépésként a gallyanyag és a koronarész kerül aprításra. A termelt hengeres választékokat kihordóval (forvarderrel) közelítik a rakodóra. Az előállított apríték az aprító-harvester speciális konténerében halmozódik a munkavégzés alatt. A tárolóegység megteltét követően az apríték átterhelésre kerül egy speciális rakfelületű kihordóra. Az apríték átürítése a következőképpen valósul meg: A Valmet 801 Combi BioEnergy aprítéktároló konténerének hátsó része megemelkedik egy hidraulikus munkahenger segítségével. Ez idő alatt az kihordó a megemelkedett konténer alá tolat. Az apríték egy csigás kihordószerkezettel kerül átterhelésre (*Komatsu, 2005; www.komatsuforest.fi*).

2.1.10.5 Járvaaprító gépek

A járvaaprítók és a konténeres járvaaprítók a rövid vágásfordulójú faültetvény-betakarítók jelenleg egyik leginkább alkalmazott csoportját képezik. A járvaaprítók a fa töelválasztását, aprítását és felterhelését végzik. A konténerrel rendelkező járvaaprítók pedig az apríték gyűjtését és szállítását is megoldják. Általában a közepes és nagy területű energetikai faültetvények betakarítása célszerű ezekkel a gépekkel, ha ott az apríték tárolása megoldott. Alkalmazható gépek: **magyar:** OGFA 1, OGFA 2, Opti VFA, BAG-1; **német:** Claas Jaguar HS2, Claas Jaguar BGE1, Claas Jaguar Hussar, Krone BigX HTM Wood Cut 1500, Diemelstadt FLW, MBB Biber, New Holland 719, New Holland CRL, Jenz HEM 360 ZA-CUP; **svéd:** Austoft 7700, Bender I., Bender II., Brucks; **angol:** John Deere/Kempel, John Deere Biopolar; **francia:** Scorpion; **lengyel:** SPAPPERI RT 500;



(25. melléklet), (*Barkóczy – Ivelics, 2007; Guillaume – Savoie, 2005; Ivelics, 2006; Barkóczy, 2009*).

2.1.10.6 Járvabálázó gépek

A rövid vágásfordulójú energetikai faültvényekben alkalmazható fabálázó gépek műszakilag még nincsenek kiforrott állapotban. A világ több országában (Hollandia, Svédország, Anglia) található kezdeményezések járvabálázó gépek kialakítására. A legígéretesebb a kanadai Anderson cég által fejlesztett BioBaler WB 55 járvabálázó gép (26. melléklet). Az előállított bálák 1,25 m hosszúak és 1,2 m átmérőjűek (*Ivelics, 2006, www.bionova.hu, gepkereskedelem.eu*).

2.1.10.7 Járvakötegelő gépek

Szintén rövid vágásfordulójú energetikai ültvények betakarítására fejlesztették ki a járvakötegelőket. Ezek a gépek többek között a tömörítés technológiájában és az előállított termék méretei miatt különböznek a járvabálázóktól. A kötegek hossza 2 m, míg az átmérője 60 cm körüli. Alkalmazható gépek: a magyarországi Hevesgép Kft. által fejlesztett EBG-01, az észak-írországi Loughry, az angol Nicholson, a svéd Salix maskiner/Wilstrand és a szintén svéd Bundler Mark gépek (27. melléklet) (*Ivelics, 2006, www.salix.se*).

2.1.10.8 Járvapelletáló gépek

Ezek inkább mint érdekesség említhetők, mivel a gyakorlatban jelenleg nem terjedtek el. Ezek a gépek képesek egy menetben elvégezni a faanyag töelválasztását, gyűjtését, aprítását, szárítását és energetikai tömörítvényyé (pelletté) préselését, amely, mint kész piaci termék jelenik meg a műveleti sor végén. Ilyen gép például a Biotruck 2000 (28. melléklet) (*Ivelics, 2006; Luger, 2005; Gebreselassie, 2000*).

2.2 PROCESSZOROK

A processzorok szintén a vágásterületen mozognak, de döntést nem, csak egyéb műveleteket végeznek, melyektől függően különböző változatok lehetségesek. A gépek szerkezeti felépítése nagymértékben hasonlít a harveszterek felépítéséhez. A fejlesztések közben igen sokféle szerkezeti megoldás született, melyek közül azok váltak be, amelyekkel a legtöbb művelet végezhető úgy, hogy a részegységek egymás munkáját nem akadályozzák, és az egyes műveletek egy időben is elvégezhetők. Továbbá a részegységek tevékenységének összehangolása, vezérlése automatizált és a létrejövő választékok minőség szerinti szétválasztása is megtörténik. Az ilyen gépek igen bonyolultak, nagy értékűek voltak, ezért a velük végzett munkának nagyon hatékonynak és nagy anyagáramúnak kellett lennie. Ezért az ilyen gépeket csak nagy anyagkoncentráció és jelentős nagyságú feladat (20.000–30.000 m³/év) mellett volt célszerű használni (*Horváth, 2003*).

2.2.1 Gallyazó–rakásoló gépek

A gallyazó–rakásoló gépek alkalmasak a kidöntött faegyedek legallyazására és a közelítő gépek számára optimális rakománynagyság kialakítására. Jellemzően a magasan



gépesített hosszúfás fakitermelési munkarendszerek gépei. A kategória '70 –'80-as években gyártott típusai a KBL Koehring Bunch Limber, a Koehring K620DL, Kockums Logma 85-41, Logma T-310 voltak (29–30. melléklet). Napjainkban ilyen típusú gépeket a hosszúfás (szálfás) munkarendszerekben alkalmaznak. Ilyenek például a John Deere 2454D, Denbarco DM4550 és a Denis D3000 (www.flickr.com; equipmentimages.net; *Kockums, 1976; Kockums, 1979; Slaney, 2011; Denharco, 2013*).

2.2.2 Gallyazó–daraboló–előközelítő–rakásoló gépek

A termelékenységi igények miatt ennél a csoportnál már érzékelhető a bonyolult szerkezeti megoldások megjelenése. Ezek a gépek már a darabolást és az előközelítést is elvégezték. A Valmet 880S/Pika 50-es és 52-es modellek (31. melléklet) voltak a kategória jellemző képviselői. A gallyazószerkezet gyűrűs keretre szerelt, 2 db álló és 6 db hidraulikus vezérlésű íves késből állt. A gallyazható törzsátmérő 5 cm-től 50 cm-ig terjedt. A darabolószerkezet hidraulikus vezérlésű körfűrész volt. A gép a daru segítségével a gallyazandó törzset a bütüs végével előre egy tartóra emelte, majd a gallyazó szerkezet 3 m-es hosszban végighaladt a tartón (gallyazott), ezután a daru áttolta a törzset a másik oldalra. Megtörtént a fa elvágása a kívánt hosszban (1–6 m), majd újabb 3 m-es szakasz gallyazása kezdődött meg. A választékok egy oldalirányba billenthető gyűjtőkeretbe kerültek, annak megteltéig. Innen a faanyagot a közelítőnyom szélére billentették le (www.forestry-memories.org.uk; *Káldy, 1979; Valmet, 1972*).

2.2.3 Gallyazó–daraboló–közelítő gépek

Egy különleges és egyedi gépről van szó, amely következtében kialakult ez a kategória is. Ez a gép pedig a Rottne forvarder rakfelülete és a kezelőfülkéje közé beépített Husqvarna Skotarprocessor SP 26 processzorfej (32. melléklet). A gép a kidöntött fákat saját darukarjával helyezte a fejbe, amely elvégezte a gallyazást, darabolást. A választékokat pedig szintén a daru segítségével a gépkezelő felterhelte a rakfelületre. Miután megtelt a raktér, a faanyag közelítését is elvégezték (www.skogenbild.com, www.finna.fi).

2.2.4 Gallyazó–daraboló–osztályozó–rakásoló gépek

Az alapgép általában egy törzskormányzású erdészeti traktor. Két típusa alakult ki ezen gépeknek. A fejlődés során először a kétadapteres típusok, majd az egyadapteresek alakultak ki. A nevükben is benne van, hogy az első esetben egy markoló és egy gallyazó–daraboló egységre, míg a fejlettebb típusoknál csak egy processzorfejre volt szükség a munka elvégzéséhez. A kétadapteres típusoknál a fák a manipulátorkar segítségével kerülnek a processzor egységbe, amely forgószámmal csatlakozik az alapgéphez. A keletkezett választékok osztályozása a processzoregység elforgatásával oldható meg. Az egyadaptereseknél a darukar végén lévő processzorfej ragadja meg, gallyazza és darabolja a fákat. Ebben az esetben az osztályozás a daru mozgásával történik. Kétadapteres gépek például az AKTIV Skotten 758 (1977), Gremo TT8H/SP50 (1978), Bruunett 578P (1980), ÖSA 706-250 (1981) és a Kockums 82-55 (1982) voltak (33. melléklet). Az egyadapteresekre pedig példa a Kockums 822 (1978), Lokomo 919/750 (1982) (34. melléklet). A kétadaptereseket általában nagyobb, míg a másik típust kisebb átmérőjű állományokban alkalmazták elsősorban. Napjainkban is létezik a processzor mindkét típusa, annyi különbséggel, hogy az egyadapteresek általában



lánctalpas erőgéppel (pl. John Deere 2954) működtetettek, míg a kétadapteresek daruval felszerelt univerzális traktorokkal (HYPRO 755 HB).

2.2.5 Gallyazó–daraboló–osztályozó–előközelítő–rakásoló gépek

A gallyazó–daraboló–osztályozó–előközelítő–rakásoló gépek a gallyazó–daraboló–osztályozó–rakásoló gépek rakományok kialakítására is alkalmas szerkezeti résszel bővített változatai voltak (Horváth, 2003). A gépek általában két vagy három választék elkülönítését is el tudták végezni. Ilyen gépek voltak az ÖSA 710 (1972), Volvo BM 980 (1973-77), Volvo BM 985 TVIGG (1974-76) és az ÖSA 705/270 (1977), (35. melléklet).

2.2.6 Gallyazó–kéregző–daraboló gépek

A gallyazó–kéregző–daraboló gépek teljesfa felkészítésére voltak alkalmasak olyan esetben, amikor a fából kéregzett választékot (pl. papírfá) kellett előállítani. A gép fő részegységei a hordozó alapgép, a manipulátor, a gallyazószerkezet, az előtoló berendezés, a forgógyűrűs kéregzőegység és a daraboló berendezés. A gép működése közben a felkészítendő fát a manipulátorral helyezték az előtoló berendezés menesztőhengerei közé. A menesztőhengerek áthúzták a fát a gallyazószerkezet kései között. A gallyazott szálfá a kéregzőegységbe, majd onnét a daraboló berendezésbe került, így a gépből gallyazott, kéregzett és adott hosszra darabolt faanyag távozott (Horváth, 2003). Ilyen gép volt a finn gyártmányú Riko processzor, a svéd Limbac 45 és a Kockums 76 BBK. Az utóbbi annyiban különbözött, hogy ott először a darabolás (6 m-re), majd a gallyazása valósult meg 4 db egymással szembe forgó, spirális késekkel ellátott hengerekkel. Egyidejűleg több törzs feldolgozására is képes volt ez a vontatott gép (Bondor et al., 1979), (36. melléklet).

2.2.7 Kötegelő–daraboló gépek

A fakitermelés során keletkező vékonyfa, illetve vágástéri hulladék energetikai célú hasznosítását teszi lehetővé, ha azt összepréselve kötegeljük. Erre alkalmas a vékonyfa-kötegelő gép, amely az angol nyelvterületen „slash bundler”, a németen „Restholz Bündler” néven vált ismertté. A vékonyfa-kötegelő gép az alacsony sűrűségű vékonyfát dolgozza fel tömör kötegekké, melyek már könnyen és gazdaságosan tárolhatók, szállíthatók. Tárolás közben a kötegek lehetővé teszik a faanyag kiszáradását, egészen a légszárazságig, így javul a fűtőértékük is (Gólya et al., 2004).

A vágástéri melléktermék kötegeléssel történő hasznosításának technológiája skandináv országokból származik, ahol a túlnyomó többségében fenyő állományokban végrehajtott fahasználati munkák magas szintű gépesítése már a '60-as évektől folyamatosan zajlik. A harveszter–forwarder (CTL, Cut To Length) magas szinten gépesített fakitermelési munkarendszer-változat alkalmazása esetén a nagy mennyiségű gallyanyag vagy a közelítőnyomon vagy a közelítőnyom mellett koncentráldódik, sáv vagy halom formájában. A keletkezett nagy mennyiségű és magas nedvességtartalmú biomassza kezelésére és hasznosítására fejlesztették ki a vékonyfa-kötegelő gépeket. Az első vékonyfa-kötegelő adapterek a 2000-es évek elején jelentek meg, melyeket a mobilitás és a jó terepjáróképesség érdekében forwarder alvázakra szereltek fel. A későbbiek során megjelentek tehergépkocsi alvázra szerelt vékonyfa-kötegelő gépek is, melyek az időjárásbiztos út mellé közelített, ill. a hegyi harveszterek mellett keletkezett vékony faanyag kötegelésére alkalmasak.



Napjainkban a következő kötegelő gépek és adapterek vannak használatban:

- John Deere 1490D, vékonyfa-kötegelő gép;
- Timberjack-MAN, vékonyfa-kötegelő gép;
- Pinox 828/330, vékonyfa-kötegelő gép;
- Valmet WoodPac, vékonyfa-kötegelő gép;
- Rogbico GTK 5100, vékonyfa-kötegelő gép;
- Trabisa, vékonyfa-kötegelő gép;
- Forest Concepts Baling, vékonyfa-kötegelő gép;
- Anderson, vékonyfa-kötegelő gép;
- Enfo 2000, vékonyfa-kötegelő adapter;
- Limerick, vékonyfa-kötegelő adapter;
- Bala Press, vékonyfa-kötegelő adapter;
- KEFAG kézi működtetésű vékonyfa-kötegelő adapter.

2.2.7.1 Vékonyfa-kötegelő gépek csoportosítása

2002-ben jelent meg az első vékonyfa-kötegelő gép, ez a Valmet cég által kifejlesztett és gyártott Valmet WoodPac volt. Azóta számos erdészeti gépet gyártó cég fejlesztette ki a saját vékonyfa-kötegelő gépét. A vékonyfa-kötegelő gépek korábban a fejlesztési irányoknak megfelelően két nagy csoportba voltak sorolhatóak (*Gólya et al., 2004*):

- az egyik szakaszos előtolással folyamatos „hurkákat” készít, amelyeket tetszőleges hosszúságú kötegekre darabol (John Deere 1490D, Enfo 2000, Timberjack-MAN típusú vékonyfa-kötegelő);
- a másik meghatározott hosszúságú, konténerszerű berendezésben préseli össze a vágásterületeken felhalmozódó vékonyfa anyagot (Valmet WoodPac, Rogbico).

Az elmúlt évek során a kötegelő gépek széles skálája alakult ki. Mindegyik gépet alapvetően vékonyfa és vágástéri hulladék tömörítésére, szállíthatóvá tételére fejlesztették ki, de technológiai és kiviteli szempontból különbségek fedezhetők fel. A legjellemzőbb tulajdonságok alapján a következőképpen csoportosíthatók a gépek (37. melléklet).

Kötegelő adaptert szállító jármű típusa szerint:

- kihordó (pl. John Deere, Fixteri, Pinox);
- tehergépkocsi (pl. Rogbico, Timberjack-MAN);
- vontatott jármű (pl. Limerick bundler, Timberjack-MAN pótkocsis változat),
- önjáró (pl. ForestPack).

Kötegelendő anyag behelyezésének iránya szerint:

- oldalról (hosszirányú tengelyével azonos irányból) (pl. Timberjack, Fixteri);
- felülről (függőleges tengelyével azonos irányból) (pl. WoodPac, Rogbico).

Köteghossz állíthatósága szerint:

- állítható a köteghossz (pl. John Deere, Timberjack, Pinox);
- nem állítható a köteghossz (pl. WoodPac, Rogbico, Fixteri, Bala Press).

Kész köteg távozásának helye és módja szerint:

- kötegelő adapter rövidebbik oldalán leesik (pl.: Enfo 2000, Timberjack, Pinox);
- kötegelő adapter hosszabbik oldalán kiesik (pl. WoodPac);
- kötegelő adapterből daru segítségével kiemelik (pl. Rogbico, Bala Press);
- kötegekkiemelő egység felfelé, majd balra történő mozgással ledobja (pl. Fixteri).

Az előállított kötegek keresztmetszete szerint:

- kör keresztmetszet (pl. Timberjack, Enfo 2000, Bala Press);
- négyzet keresztmetszet (pl. Pinox, Rogbico);
- téglalap keresztmetszet (pl. ForestPack, Forest Concepts Baling).



A munkahelyhez való kapcsolódás szerint a gépek lehetnek:

- áttelepíthetők (pl. Packer 1200);
- mobilak (pl. WoodPac, John Deere, Rogbico).

2.2.8 Aprító–bálázó gépek

Ez a gépcsoport is érdekességképpen említhető meg, fejlesztésük folyamatban van. Valószínűleg nagymértékű elterjedésük sem várható. A Bio-Masse-Presser BMP2212 és BMP 4585 típusú gépek (38. melléklet) a kitermelt faanyagot képesek leaprítani, az aprítékot normál bála méretűre tömöríteni, majd vékony műanyag hálóba csomagolni, rögzítési céllal. Így az apríték könnyen mozgatható, tárolható és szárítható (www.s-unseld.de).

2.3 KIHORDÓK

A kihordók (forvarderek) a kiszállítás alapgépei, amelyek a technológiai anyagmozgatás második szakaszában dolgoznak. Ezt a műveletet a vágástérről eltávolított (közelített) anyaggal végezzük alacsonyabb rendű, kedvezőtlen időjárás esetén nem mindig járható utakon. A kiszállítás időjárásbiztos út mellett fejeződik be, többnyire rakodókon. A kiszállítás tehát a közelítésnél könnyebb feltételek mellett, de nagyobb távolságra történik. Jellemzője a nagyobb anyagmozgatási sebesség, valamint az, hogy a faanyagot nem vonszoljuk, hanem a kiszállító gép rakfelületére rakva mozgatjuk (*Horváth, 2003*).

A kiszállítás az alacsony gépesítés szintjén egyértelműen elkülönült a közelítéstől és a szállítástól. Napjaink forvarderei azonban alkalmasak arra, hogy a közelítést és a kiszállítást is egy menetben elvégezzék, így egy átrakási művelet megtakarítható. Köszönhető mindez annak, hogy a fejlesztések kiterjedtek a fajlagos teljesítmény növelésére, a járószerkezetenkénti hajtásra, ill. a hidraulikus daru gémkinyúlásának növelésére. A fejlesztések során a forvarderek számos változat jött létre, de minden esetben három fő részből áll:

- erőgép;
- rakoncás utánfutó;
- hidraulikus daru.

A rakoncás utánfutó a sajátos üzemi igényeknek megfelelően kerül kialakításra. Az utánfutónak nagy tömeget kell hordozni, járószerkezetének pedig változatos terepviszonyok mellett kell a vontathatóságot biztosítani. Ehhez a fajlagos talajnyomásnak jóval a szokásos érték alatt kell lennie. Az utánfutón a rakományt a rakoncák által határolt térben helyezük el. A felrakást és a lerakást is a hidraulikus daru végzi (*Horváth – Marosvölgyi, 1989*).

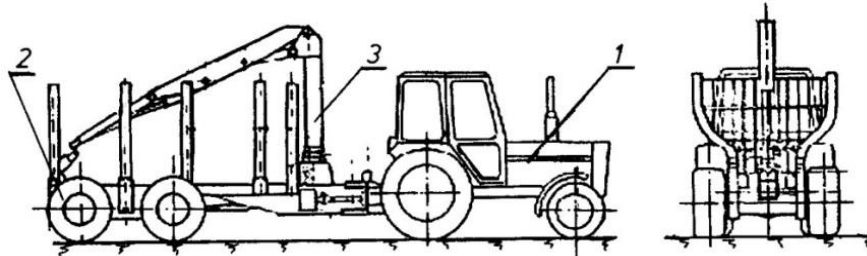
„A kihordók két változata terjedt el: az univerzális traktor alapú kihordó, melyet kihordó szerelvényként is emlegetünk, és a speciális erdészeti traktor alapú kihordó, melyet általában a kihordó vagy forvarder névvel illetünk” (*Horváth, 2003*).

A **kihordó szerelvények** (4. ábra) erőgépei általában univerzális traktorok (1). A könnyen járható terepen, illetve feltáróutakon a kétkerék-hajtású traktorokat használjuk, az utánfutót (2) pedig a vonópadhoz kapcsoljuk. „A hidraulikus daru (3) vagy az utánfutón, vagy a traktor megerősített kezelőfülkéjén helyezkedik el” (*Horváth – Pirkhoffer, 1996; Horváth, 2003*).

A **kihordók** (5. ábra) a kiszállítás célgépei, melyek speciális erdészeti traktoron alapulnak. A hegy- és a dombvidéki kiszállításhoz használhatók előnyösen. Az erőgépes

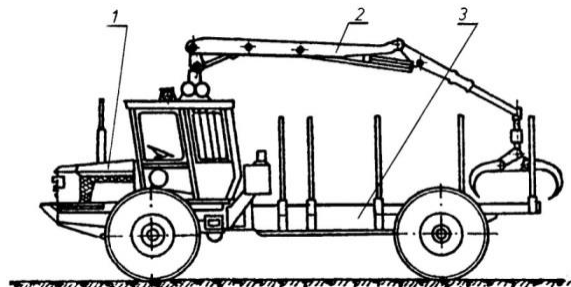


részük (1) alváza csuklóban végződik, és ide kapcsolható az utánfutó (3) alváza egy függőleges csappal (királycsap). A két géprész alváza között hidraulikus munkahengerek találhatóak, amelyekkel törzskormányzást lehet végezni. A hidraulikus daru (2) az utánfutó fel- és leterhelésére szolgál. A kihordók különböző teherbírással készülnek. Nevelővágásokhoz a 3–5 t, véghasználatokhoz az 5–10 t teherbírású gépeket használnak.



4. ábra: Kihordó szerelvény szerkezeti ábrája (Forrás: Horváth, 2003)

A forwarderek fajlagos talajnyomása csökkenthető, ha növelik az abroncsok profilszélességét, ezzel a felfekvő felület nagyságát. A lengőtengelyek alkalmazása ma már szinte általános műszaki megoldássá vált, mert így csökkenthető a tengelynyomás a kétszeresére növelt kerékszám miatt. Ezzel a megoldással a terepjáró képesség is nő. Ha a terepviszonyok nagyon kedvezőtlenek (felázott talaj, síkosság), akkor hevederes és/vagy láncos járószerkezetet alkalmazhatunk. A láncokat egy-egy gumikerék köré, míg a hevederzetet a lengőtengely szomszédos kerekei köré kapcsoljuk (6. ábra), így nő a kifejthető vonóerő, csökken a gördülési ellenállás és jelentősen csökken a fajlagos talajnyomás.



5. ábra: Kihordó szerkezeti ábrája (Forrás: Horváth, 2003)



6. ábra: Láncsal és hevederrel felszerelt HSM 208F kihordó (Forrás: Saját fotó)



2.3.1 Kihordók alternatív alkalmazási lehetőségei

A fejlesztéseknek köszönhetően már nemcsak a faanyagmozgatásban, hanem számos más erdőgazdasági munkafolyamatban is lehet alkalmazni a kihordókat. A következőekben bemutatottak alapján manapság már a kihordók is a többműveletes fakitermelő gépek közé sorolhatóak.

2.3.1.1 Forvarderek a fakitermelésben

A többcélú gépek új generációja az úgynevezett kombinált (combi, dual) gépek, melyek a faanyagmozgatás mellett a fakitermelés műveleteit is képesek végrehajtani. De a hagyományos értelemben vett forvarderek is alkalmassá tehetőek fakitermelésre is a döntő-gyűjtőfejek, ill. a gyűjtőkaros harveszterfejek segítségével (39. melléklet).

1. Rottne Snoken 810 harveszter

Az első daruharveszterek forvarder alvázra épített processzor- (gallyazó-választékol-daraboló) adapterből és a darura épített döntőfejből álltak össze. Ezek voltak az úgynevezett kétadapteres harveszterek. Napjainkra ez a műszaki megoldás ilyenfajta formája háttérbe szorult, azonban univerzális traktorokra szerelhető adapterek, ill. kiségek formájában a mai napig léteznek.

2. Ponsse Buffalo Dual átszerelhető harvarder

A Ponsse kettő az egyben gép, rövid 15 perces időtartam alatt, csupán a gépkezelő által átszerelhető forvarderből harveszterré, ill. vissza. A Buffalo és a Wisent típusból is létezik Dual verziója a cégnek, 6 és 8 kerekes változatban is. A 8 kerekes harveszter tömege 17,1 t, a forvarderé pedig 17,8 t.

3. Forestline MPM C90 átszerelhető harvarder

A svéd gyártmányú gép esetében – egy csapos megoldás segítségével – könnyen, egyszerűen és gyorsan csatlakoztatható az alapgéphez a darus-rakoncás, azaz a forvarder géprész, vagy a darus-harveszterfejes, azaz a harveszteres géprész. A 3 fő szerkezeti egység külön-külön 4-4 db gumikerékkel szerelt.

4. Timbear Lightlogg C átszerelhető harvarder pótkocsival

Speciális gumihevederes járószerkezettel rendelkező, 2,2 m széles, 3,3 m magas gép, harveszter üzemmódban 6 m hosszú és 9,5 t tömegű. Forvarderként pedig 11,5–13,5 m hosszú és 12 t tömegű. Terhelhetősége 5+5 t. A pótkocsi a választékhozak megfelelően közelíthető a géphez, vagy távolítható az alapgéptől.

5. Valmet 801 Combi forgózsámolyos rakfelületű harvarder

A Valmet 801 típusú – 19 t tömegű, 13 t teherbírású – kombinált gépe egyidejűleg alkalmas fakitermelésre és faanyagközelítésre is. A tőtől elválasztott faegyedeket közvetlenül a forgózsámolyos raktérre darabolja a gallyazást és a választékolást követően. Valmet 330.2 Duo gyűjtőkaros harveszterfejjel rendelkezik.

6. Logman 811C forgózsámolyos döntő-kihordó

A Logman kombigép szintén forgózsámolyos rakfelületű. A TB300 típusú darukaron egy Nisula 280E döntő-gyűjtő fej található. A 14,9 t össztömegű géppel 14 t faanyag közelíthető biztonságosan és gazdaságosan. A tőelválasztást, esetleg gallyazás nélküli elődarabolást követően a faegyedek, farészek közvetlenül a raktérre kerülnek.

7. HSM 208F forvarder Moipu 250ES energiafa-termelő fejjel

Elsősorban olyan előhasználatokban (első gyérítésekben) alkalmazható ez a gép, ahol kevés és alacsony értékű választék (pl. papírfá) és sok, csak energetikai célra hasznosítható faanyag kerül kitermelésre. A munka során az apríték-alapanyag teljesfa vagy elődarabolt ágasfa formájában a raktérre kerül, a termelt választék pedig a



közelítésig a közelítőnyom mellé. Az ún. energiafa-termelő fej tulajdonképpen egy hidraulikus ollós vágószerkezetű gyűjtőkaros harveszterfej.

2.3.1.2 Forvarderek a faanyagmozgatásban

A hagyományos megoldáson túl számos műszaki megoldás segíti a különböző paraméterű faanyag közelítését (40. melléklet).

1. John Deere 1410D forvarder rakoncás rakfelülettel

A forvarder legjellemzőbb alkalmazási módja során a kitermelt faanyagot választékolás, ill. elődarabolás után felterheli a rakfelületére, kiszállítja a rakodóra és leterheli. A John Deere 1410D egy 10,4 m hosszú, 3 m széles és 3,7 m magas, 17,5 t tömegű gép, melynek maximális terhelhetősége 14 t.

2. John Deere 1210E kihordó ALS-T rakonca-rendszerrel

A termőhelyi viszonyoknak (pl. lejtviszonyok, közelítőnyom-szélesség) megfelelően változtathatók a kihordó rakfelületének paraméterei és ezzel a terhelt gép súlypontja. A szélessége 2,36–3,36 m között négy fokozatban, a magassága pedig 1,15–2,47 m között három fokozatban állítható, hidraulikus és kézi úton.

3. Valmet 890.3 forvarder hátsó oldali rakoncákkal

A rakoncák a rakfelület végében és nem az oldalán találhatóak, így keresztirányban felterhelt faanyagból több közelíthető egy menetben, a hagyományos megoldással szemben.

4. Valmet 860.1 forvarder rakoncás kamion pótkocsival

A kamionok alacsony terepjáró képességét hivatott kiküszöbölni ez a fejlesztés. A forvarder rendelkezik a félpótkocsi vontatásához szükséges zsámollyal. A kihordó bevontatja a rakodóra a pótkocsit, felterheli a faanyagot, majd kivontatja (kiszállítja) a megrakott pótkocsit a kamionhoz.

5. TimberPro TF 840 kihordó hosszúfás szerelvényvel

Hosszúfás fakitermelési munkarendszereknél alkalmazható ez a megoldás, a vonszolós technológia helyett. A rakoncás raktér helyére egy forgózsámollyal csatlakozó, szálfá közelítésére alkalmas szerelvényt építettek. A hosszú faanyag fel- és leterheléséhez röntkátaszos markoló kanálra van szükség.

6. Timberjack 1110C forvarder Haas - ÖSA szorítózsámollyal

A 8 kerekű, 11 t teherbírású, 15,7 t össztömegű Timberjack forvarder rakfelületének a helyén egy Haas-ÖSA szorítózsámoly található, melynek következtében a kihordó teljesfák, szálfák és ágasfák közelítésére is alkalmassá vált. A faanyag fel- és leterhelését saját darujával oldja meg.

7. Komatsu 890GS kihordó markolós vonszolóval

A Komatsu cég a Braziliában folyó eukaliptusz állományok teljesfás fakitermelési munkarendszeréhez fejlesztette ki a 890-es kihordójának markolós vonszolós változatát. A döntő-rakásolókat által kitermelt faegyedeket nagy teljesítménnyel tudja a rakodóra közelíteni.

8. Timberjack 1410D forvarder csörlővel

A kihordó végére hidraulikus vezérlésű egy- vagy kétköteles csörlő is felszerelhető. Munkavégzés során a meredek területekről a faanyagot a pajzshoz csörlőzik (előközelítés), majd felterhelik. A pajzs igény szerint függőleges irányban mozgatható. A csörlős adapter egy pár rakoncával is rendelkezik, a raktér növelése érdekében.



9. HSM forvarder Alder MS700 UNI kötélpályával

Egy kihordó és egy kötélpálya egybeépítésével különleges közelítőgép alakult ki, amely jó terepjáró képességgel rendelkezik, így képes feltáró úttal nem rendelkező területen is munkát végezni.

2.3.1.3 Forvarderek az aprítéktermelésben

A kihordók műszaki kialakításuknál fogva alkalmasak aprítógépek és/vagy apríték közelítésére alkalmas konténerek hordozására, üzemeltetésére is (41. melléklet).

1. Rottne Rapid 6WD forvarder Bruks 802 CTS mobil aprítóval

A 6 kerekű Rottne Rapid alvázára került felépítésre egy Bruks aprítógép. Az aprítógépet egy 199 kW-s (270 LE-s) dízelmotor üzemelteti. A forvarder daruja táplálja be a faanyagot az aprítógép számára. Az előállított apríték felterhelése a dobócsövön keresztül történik a szállítójármű rakterébe.

2. Rottne F12 kihordó apríték közelítésére alkalmas konténerrel

A 12 t teherbírású Rottne forvarder rakoncás rakterének helyére egy csuklókaros horgos konténerszállító felépítmény került. Az apríték közelítésére, szállítására is alkalmas cserekonténerek könnyen és gyorsan le- és felterhelhetők, mind a kihordóra, mind a teherautóra.

3. John Deere 1210E forvarder Bruks 805 konténeres mobil aprítóval

A 18,2 t tömegű kihordón található egy 11 t össztömegű konténeres Bruks aprítószerkezet. A dobos aprítógépet egy 331 kW (450 LE) teljesítményű Scania dízelmotor üzemelteti. Maximálisan aprítható átmérő 50 cm. Az önürítős konténer térfogata 20 m³.

4. ÖSA kihordó Forus HB 171 ág- és tuskóaprítóval

Az ÖSA 8 db gumikerékkel rendelkező forvarder rakterének a helyén egy Forus HB 171 típusú kádas aprítógép található. Az aprítandó ágakat és tuskókat a manipulátorkar a kád formájú befogadó szerkezetbe teszi, majd az aprítógép feldolgozza a faanyagot.

5. TimberPro 830B-Fecon RTC22/500-8 döntő-aprító

A TimberPro 830B típusú forvardert ellátták egy fűrészláncos vágószerkezetű döntőfejjel. A raktér helyére pedig egy Fecon típusú 367 kW-s (500 LE-s), 8,16 t tömegű dízelmotoros dobos aprítógép került. Az etetőnyílás 56 cm magas és 89 cm széles. A gép kezelőfülkéje a darukarral együtt 360°-os körbeforgásra képes.

6. Valmet 801 Combi BioEnergy konténeres aprító-harveszter

A Valmet kombinált alapgép egy gyűjtőkaros, kéttípusú (hidraulikus ollós és fűrészláncos) vágószerkezettel szerelt harveszterfejjel rendelkezik. A 10–15 cm-nél vékonyabb faanyag (teljesfa, korona, ágak) aprítását a gép elején található tárcsás aprítógép végzi el. Az apríték egy 28 m³-es tartályba kerül az átterhelésig.

2.3.1.4 Forvarderek a vágástéri melléktermék kezelésében

Hagyományos szerkezeti felépítésű forvarderrel is végrehajtható az apadék közelítése, de az aprításon túl a vágástéri melléktermék összetolása, tömörítése és kötegelése is megvalósítható különböző adapterek által (42. melléklet).

1. Gremo 950F kihordó Raumfix csúszófogas vágástakarítóval

A Gremo kihordó hátuljára egy speciális kialakítású, hidraulikus munkahengerrel mozgatott tartószerkezetet helyeztek el, melyre egy Raumfix típusú csúszófogas vágástakarító adaptert illesztettek. A forvarder így nemcsak a vágástéri apadék közelítését, hanem annak koncentrációját is el tudja végezni.



2. Ponsse Buffalo forvarder BTS vágástéri melléktermék tömörítővel

A vágástéri apadék közelítésének ökonómiai szempontból előnyös megoldása, ha a rakteret határoló rakoncák mozgathatóak. A szétnyitott rakoncák nagyobb mennyiségű faanyag felrakását biztosítják, továbbá a felterhelés alatt a rakoncák zárásával és nyitásával a gallyanyag tömöríthető, térfogatsűrűsége növelhető. Ebbe a kategóriába sorolható a hazai fejlesztésű BPT-10MOZ erdészeti többcélú (gyűjtő, tömörítő) kihordó, amely az IKR Zrt. és az NymE-ERFARET közös fejlesztéseként jött létre.

3. TimberPro TF840 kihordó CycloforRC03 vágástéri apadék tömörítővel

Az alvázon egy speciális tömörítő szerkezet található, amely cserekonténeres rendszerű. A darura szerelt különleges markolókanál mindkét oldalán egy-egy fűrészláncos vágószerkezet működik. Az apadék a darabolás folytán az etetőnyílásba esik. A tömörítést követően faanyagot konténerestül szállítják el a vevőnek.

4. Valmet 860 Wood Pac vékonyfa-kötegelő

A Valmet cég által gyártott kötegelő gép egy 4,87 m hosszú, 1,65 m széles és 2,13 m magas konténerszerű berendezésben préseli össze a vágásterületeken felhalmozott vékonyfát. A szerkezet 3,2 m hosszú és 0,7 m átmérőjű, 450–550 kg tömegű kötegeket állít elő, óránként 20 db-os teljesítménnyel.

5. Logman 811 FC - Fixteri döntő-kötegelő

A Logman kombinált gépen található egy döntő-gyűjtő fej és egy kötegelő adapter. Az adapter behúzó hengerei közé helyezett, tőtől elválasztott ($d_{1,3}$: 7–11 cm) teljesfákat a szerkezet 2,6 m-es hosszakra darabolja, majd 0,8 m átmérőjű kötegekké tömöríti és rögzíti. A kötegek rönkhöz hasonlóan közelíthetőek, szállíthatóak.

2.3.1.5 Forvarderek az erdőművelésben

A kihordók erdőművelési munkákra is használhatóak. Végrehajthatóak velük a részleges talajelőkészítési, csemeteültetési és tápanyag-utánpótlási munkálatok (43. melléklet).

1. John Deere 1410D kihordó Bracke T26.a pásztakészítő tárcsával

A modern részleges talajelőkészítő gépek forvarderekkel is üzemeltethetőek. Hidraulikus meghajtású pásztakészítő tárcsák és talajszaggatók egy menetben kettő, három esetleg négy sávban készítik elő a talajt a csemeteültetéshez.

2. Valmet - ECO Planter csemeteültető gép

A darukaron egy burkolt gyökérzetű csemete ültetésére alkalmas, 1350 kg tömegű adapter található. Egyszerre 2 db csemete elültetésére képes. Az ültetés teljesen automatikus, a gépkezelőnek – az adapter csemetékkel történő feltöltésén túl – csak az ültetési helyet kell kiválasztania.

3. Ponsse Wisent forvarder műtrágyaszóróval

Műtrágya és az erőművekből származó fahamu kiszórására alkalmas szerkezet. A szóróberendezés 3 m³ térfogatú. A szórási távolsága 10–38 m. A raktérbe 6 db 650 kg tömegű zsák helyezhető el. Átszerelési idő 15 perc.

2.3.1.6 Forvarderek egyéb területeken

Erdőgazdasági munkálatokon túl – kisebb-nagyobb átalakítások révén – az élet egyéb területein is munkába foghatóak ezek a speciális erdészeti gépek (44. melléklet).

1. Valmet 830.3 kihordó vasútvonal karbantartása közben

A 14,9 t összsúlyú forvardert vasúti nyomvonalon való közlekedésre alkalmassá tették és egy Woodsman aprítót szereltek rá. Így a gép alkalmassá vált a vasúti rézsűkön



kivágott fás szárú növényzet gyors, egyszerű, akadálymentes megközelítésére és leprítésára.

2. Valmet 860.1 forvarder magasfeszültségű vezeték építése közben

Norvégiában, hegyvidéki körülmények között a magasfeszültségű távvezetékek építésénél alkalmaznak különleges kialakítású daruval felszerelt forvardert. A gép alvázához rögzített hidraulikus daru végére egy kisebb hidraulikus darut szereltek, így a villanyoszlopok elemei a kellő magasságba emelhetők.

3. TimberPro TF 820E kihordó betonkeverővel

Sípályák kialakításakor a sífelvonók oszlopsorának kiépítésekor a hegyvidékek extrém terepviszonyai miatt szükséges a jó terepjáró-képességű munkagépek alkalmazása. A speciális kialakítású TimberPro forvarder segítségével nemcsak az oszlop, hanem a rögzítéséhez szükséges beton is a beépítés helyére szállítható.

4. Karácsonyfa közelítése konténerben Timberjack 810B forvarderrel

A több 10, ill. 100 ha-os karácsonyfa-telepeken speciális gépeket alkalmaznak a fák kitermelésére és közelítésére. A kitermelt és becsomagolt több ezer fenyő szállítójárművekhez történő közelítése cserekonténeres rakfelületű forvarderrel is megoldható.

5. Szalmabála közelítése John Deere 1110E kihordóval

A fakitermelés szempontjából holtsezonnak minősülő nyári időszakban a faanyag kiszállítására kialakított kihordók esetenként a mezőgazdasági munkálatokba is bevonhatók. A kihordók kiválóan alkalmasak például szalmabála összegyűjtésére, ezzel is növelve a gépek kihasználtságát.

6. Dingo 8x8 forvarder tűzoltó berendezéssel

Erdőtűzekkel fokozottan fenyegetett országokban a nagyterületű, nehezen megközelíthető, feltáratlan erdők esetében jelentős szerepe van az erdőkben dolgozó gépeknek az oltásában. Többek között a kihordók is felszerelhetők a speciális kialakítású tűzoltó készülékkel.

7. Timberjack 1110C mentés közben – vörös iszap katasztrófa

A természet vagy az ember által előidézett, okozott katasztrófák során az emberi élet és az ingóságok mentésében, kárelhárítási, szerencsésebb esetben kármegelőzési munkálatokban a speciális erdészeti gépek is bevethetőek.

A fentiek alapján belátható, hogy napjaink forvarderei (kihordói), a hagyományosan értelmezett faanyagmozgatáson túl, lényegesen szélesebb körben alkalmazhatóak, elsősorban a különböző adapterek által. Ennek következtében a többcélú gépek közé sorolható kihordók kihasználtsága jelentősen növelhető, amely gazdaságosabb üzemeltetést tesz lehetővé.



3. MAGYARORSZÁGON DOLGOZÓ TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK

A hazai erdőkben egy-két kivételtől eltekintve jellemzően Ponsse, Timberjack és Valmet harveszterekkel végeznek fakitermeléseket. Jellemzően a közepes méretű, többműveletes fakitermelő gépekkel lehet találkozni. Mind típus, mind kor, műszaki fejlettség és állapot tekintetében elég nagy szórás tapasztalható a magyarországi harvesztereknél. A következőkben a legjellemzőbb és legfontosabb típusok bemutatására kerül sor a teljesség igénye nélkül.

3.1. TIMBERJACK 1270B HARVESZTER BEMUTATÁSA

3.1.1 Műszaki paraméterek

A Timberjack 1270B egy közel 16 t-s fakitermelő gép. A 4 db első kisebb és a 2 db hátsó nagyobb gumikerekeknek köszönhetően alacsony a gép talajnyomása, ennek köszönhetően nem vagy csak kismértékben károsítja a talajt, ill. az újulatot, aljnövényzetet. A Timberjack cégnek kettő darab B szériás harvesztere volt. A 870 B típus egy kisebb méretű gép, amelyet elsősorban gyéritések végrehajtásához terveztek. A nagyobbik, a 1270B típus pedig a véghasználati fakitermelések gépe. A gépet 762C típusú harveszterfejjel szerelték, melynek tömege 1350 kg. A fejjel maximum 650 mm töátmérőjű faegyed kitermelését végezhetik el. A gép további műszaki adatai a 45. mellékletben találhatóak (*Drisdelle, 1997; Timberjack, 1999*).

3.1.2 Hazai alkalmazása

A Timberjack 1270B (7. ábra) típusú harvesztert Ruzsics József fakitermelő vállalkozó használtan vásárolta 2006-ban. A gépet 1999-ben gyártották. A rendszerváltás óta ez volt az első olyan hazánkban dolgozó többműveletes fakitermelő gép, amelynek magyarországi tulajdonosa volt. A géppel sokat dolgoztak a Kőszegi hegység lucfenyveseiben. Tarvágásokat és egészségügyi termeléseket hajtottak végre vele. Gyertyános-erdeifenyvesben sávós felújító vágást is végeztek a géppel, de dolgozott már tölgyesben és égeresben is. Hoffer Ákos, a tulajdonában lévő Timberjack 1270B harveszterrel a Kisalföld és a Dunántúli-középhegység erdeiben dolgozik. 2011-ben vásárolta a gépet. Kiss Olivér fakitermelő vállalkozó szintén rendelkezik egy ilyen harveszterrel, ő 2014-ben vásárolta és elsősorban a balatonfelvidéki fenyvesekben használja.

3.2 TIMBERJACK 1070 HARVESZTER BEMUTATÁSA

3.2.1 Műszaki paraméterek

A Timberjack cég által 2001-ben gyártott gép a közepes méretű harveszterek közé tartozik. A gép paramétereiből adódóan elsősorban gyéritésekben (törzskiválasztó, növedékfokozó) alkalmazható, de az opcionálisan felszerelhető legnagyobb harveszterfejjel az 55 cm töátmérőjű faegyedek, azaz a véghasználati korú állományok is kitermelhetőek biztonságosan és gazdaságosan. A fakitermelés során 20 m széles pászták alkalmazását teszi lehetővé a 10 m-es gépkinyúlással rendelkező daru. Alacsony



talajnyomást biztosít a 6 db gumikerék. Technikai adatok a 46. mellékletben találhatóak (www.merimex.cz; *Timberjack, 1999*).

3.2.2 Hazai alkalmazása

A többműveletes fakitermelő gépet (8. ábra) 2013 elején vásárolta meg Kiss Olivér, Sümeg környéki fakitermelő vállalkozó. A 2013-ban jelentkező nagyfokú fenyőpusztulás következtében ezt a gépet elsősorban egészségügyi termelésekben alkalmazták. 2014-ben a vállalkozó lecserélte a gépet egy azonos márkájú, de egy kategóriával nagyobb harveszterre.

3.3 VALMET 911.3 HARVESZTER BEMUTATÁSA

3.3.1 Műszaki paraméterek

A Valmet 911.3 nagyobb és erősebb lett, mint elődje. Újratervezték a hidraulikus rendszerét is. Ez a harveszter robosztus alvázzal, erőteljes új motorral (SisuDiesel 74 EWA) és páratlan stabilitással rendelkezik. A kabinba ütésálló üvegeket építettek be. Az új Valmet 911.3-ról elmondható, hogy erős és minden tekintetben sokoldalú harveszter, amely kiváló teljesítménnyel rendelkezik (www.komatsu.hu).

A SisuDiesel 74 EWA dízelmotort speciális erdészeti körülményekhez fejlesztették ki. Nagyon megbízható motor, amely maximális nyomatékát már nagyon alacsony fordulatszámon képes leadni. Elektromos üzemanyag-befecskendezéssel rendelkezik. A magas fordulatszám és az tüzelőanyag-befecskendezés eredménye, hogy az új motor különösen üzemanyag-takarékos. A fejlesztőknek sikerült azt elérni, hogy alacsony fordulatszámnál, nagy nyomaték mellett kevés tüzelőanyagot fogyasszon a harveszter. A motor megfelel a környezeti követelményeknek is az összes forgalmazott országban. Számítógép által ellenőrzött ventilátor biztosítja a motor optimális hőmérsékleten való működését, amely természetesen szintén hozzájárult a jó fogyasztási értékek eléréséhez (*Valmet, 2005*).

A harvesztert CRH18 típusú daruval szerelték. A 360.1 típusú harveszterfejjel 10 m a gémkinyúlása, míg a 350-es fejjel akár 11 m távolságban is meg tudja fogni a fát. A daru viszonylag könnyű, és ez nagyban hozzájárul a gyors manőverezhetőséghez, ami a termelékenységet fokozza. Az alacsony súlypont következtében meredekebb, szabdaltabb terepviszonyok mellett is munkára foghatóak ezek a gépek, nem csak síkvidéken. A daru és a fülke együtt mozog, ami nagyon kedvező a gép vezetőjének, hiszen nem kell külön irányítani a fülkét, hanem amerre a gémet irányítja, arra fordul a fülke is. A maximálisan használható daruelfordulás 315° (www.komatsu.hu).

A Valmet 911.3 többműveletes fakitermelő gép technikai adatai a 47. mellékletben találhatóak.

3.3.2 Hazai alkalmazása

A Valmet 911.3 (9. ábra) típusú – 2006-ban gyártott – harveszter az Ihartú 2000 Kft. magán-erdőgazdálkodással foglalkozó cég tulajdonát képezi 2010 februárjától. Az elmúlt közel 5 évben a géppel szinte folyamatosan végeztek munkát. Elsősorban lombos állományok fakitermeléseiben alkalmazzák. Termeltek már ki vele akácot, csert, tölgyet, bükköt, gyertyánt, hársat, madárcsesznyét, de természetesen fenyves állományokban is dolgoztak már vele (erdei- és feketefenyvesben). Beavatkozási módok tekintetében hajtott



már végre tarvágást, törzskiválasztó és növedékfokozó gyérítést, fokozatos felújító bontó vágást és széldöntés utáni értékmentést is.



7. ábra: Timberjack 1270B harvester
(Forrás: Saját kép)



8. ábra: Timberjack 1070 harvester
(Forrás: Saját kép)



9. ábra: Valmet 911.3 harvester (Forrás: Saját kép)



10. ábra: Komatsu 911.5 harvester (Forrás: Saját kép)

3.4 KOMATSU 911.5 HARVESZTER BEMUTATÁSA

3.4.1 Műszaki paraméterek

A Komatsu 911.5-ös harvester (48. melléklet) 22%-kal nagyobb vonóerővel rendelkezik, mint elődje. Új forgóvázat kapott, ami biztosítja a jó kezelhetőséget meredek terepen és puha talajon is. Motorja 7,4 dm³, 170 kW-os, 1000 Nm max. nyomatékkal. A hidraulika rendszer nyomása 280 bar. Maximum 25 km/h-val képes közlekedni. A 911.5-ös gyérítésekben és véghasználatban is egyaránt alkalmazható. Ellenőrző és információs rendszere a Maxi Harvester. Az elődjéhez képest egyharmadával növelték a fülke méretét, ami nagyon kedvezően hat a gépkezelő teljesítményére, komfortjára. Továbbá a fülke teljesen körbeforgatható és vízszintbe állítható. Az ablaküvegei 15 mm vastag biztonsági üvegek. A Komatsu harveszterek közül a 911-esek rendelkeznek a legjobb stabilitással.



Kétféle manipulátorkarral rendelhető, az egyik egy CRH 18, amely 10 m-re képes kinyúlni, a másik CRH18DT, amely 11 m-re képes kinyúlni a rajta lévő harveszterfejjel. Az előbbihez a Komatsu 350.1-es (amely 600 mm-es átmérőjű fa kivágására alkalmas) az utóbbihoz a Komatsu 360.2-es (amely 650 mm-es átmérőjű fa kivágására alkalmas) harveszterfej rendelhető. Tömege 19,1 t (www.komatsu.hu).

3.4.2 Hazai alkalmazása

A 6x6 Trans Kft. tulajdonában lévő harveszter az egyik legújabb hazánkba dolgozó gép. 2013 tavaszán vásárolta a cég újonnan a Komatsu 911.5-es típusú harvesztert (10. ábra). A gépet elsősorban a zalai szűkárósította lucfenyvesek egészségügyi termeléseiben, tarvágásaiban, ill. zalai keménylombos állományok fakitermeléseiben alkalmazzák, ill. fogják alkalmazni.

3.5 PONSSE HS16 ERGO HARVESZTER BEMUTATÁSA

3.5.1 Műszaki paraméterek

A Ponsse HS16 Ergo egy második generációs harveszter a Ponsse cég történetében, amely 1996-ban került először bemutatásra. A Ponsse cég 1987-ben "dobta piacra" az első többműveletes fakitermelő gépét, a Ponsse S15-t. Az Ergo harveszterek fejlesztése azóta is töretlen. Számos működésbeli és megjelenésbeli változáson esett át az évek során, melynek eredményeként a lentebb bemutatásra kerülő legújabb típusig (Ponsse Ergo 8WD) eljutott ez a többműveletes fakitermelő gép. A mai napig számos működő példánya dolgozik a nagyvilágban, pedig a géptípus átlagkora most már eléri a 10–15 évet. Az idők során bizonyított a konstrukció. Napjaink harveszterei között, termékcsaládon belül is a közepes méretű gépekhez tartozik. Gyérítések és véghasználatok során alkalmazhatóak eredményesen. Közel 15,5 t-ás 6 kerekű gépről van szó, melyben egy CAT típusú erőforrás található. További műszaki paraméterei a 49. mellékletben láthatóak (*Ponsse, 2000*).

3.5.2 Hazai alkalmazása

Az 1999-ben gyártott gépet 2008-ban vásárolta meg használtan a Hamvasi és Fiai Erdészeti és Szolgáltató Kft. A harveszterrel (11. ábra) azóta rendszeresen végeznek fakitermelő munkát. Véghasználatokban, gyérítésekben dolgoznak vele. Fafaj tekintetében elsősorban lombos állományokban tevékenykednek. Termeltek már ki vele bükköt, tölgyet, gyertyánt, hársat, de dolgoztak már nemesnyárasban és fenyvesben is.

3.6 PONSSE ERGO 8WD HARVESZTER BEMUTATÁSA

3.6.1 Műszaki paraméterek

A Ponsse Ergo 8WD harveszter nagy kihívást jelentő terepen is kiválóan alkalmazható, hála a nyolc kerek által nyújtotta kiváló stabilitásnak. Ez az előny elsősorban lejtős és nehezen járható terepen jelentkezik. Kiváló hegymászó képességeket kölcsönöz a 14%-kal megemelt vonóerő és a kiegyensúlyozott forgóváz-kialakítás. A nyolckerekű megoldás alacsonyabb felületi nyomást is biztosít, szemben a hasonló



méretű, de csak hat kerékkel rendelkező gépekkel. Csakúgy, mint a hatkerékű Ponsse Ergo, az Ergo 8WD is nagyon megbízható gép. Ez köszönhető a gép hatékony, de gazdaságos Mercedes-Benz motorjának, a kettős hidraulikus köröknek, valamint a szilárd és szervizbarát szerkezetnek. Technikai adatok az 50. mellékletben találhatóak (*www.ponsse.com; Ponsse, 2009*).

3.6.2 Hazai alkalmazása

A Ponsse Ergo 8WD harvesztert (12. ábra) a Robusta Kft. 2012 év elején újonnan vásárolta. A többműveletes fakitermelő géppel az elmúlt időszakban elsősorban fenyvesekben (erdeifenyő, feketefenyő, lucfenyő), ill. nemesnyárasokban dolgoztak, de elegyes állományokban termeltek már ki tölgyet, gyertyánt, egyéb kemény lombot és vörösfenyőt is. A beavatkozások döntő többsége tarvágás volt, de volt példa fokozatos felújító bontó vágásra is. A cég telephelye Kecskemét mellett található, így a munkavégzés inkább az Alföldre koncentrálódik, de dolgoztak már a Szombathelyi Erdészeti Zrt. és a Pilis Parkerdő Zrt. területein is.

3.7 PONSSE BUFFALO DUAL HARVARDER BEMUTATÁSA

3.7.1 Műszaki paraméterek

A Ponsse Buffalo Dual egy olyan kombinált gép amely harveszterként és forvarderként is tud működni. A szerkezeti egységek gyors és egyszerű cseréjével könnyedén átszerelhető a fakitermelő gép faanyagközelítő/kiszállító géppé. Ezáltal hatékony és rugalmas munkavégzést tesz lehetővé. Az átszerelés során, ha a kiindulási állapot egy harveszter, akkor először a harveszterfejet cseréli le a gépkezelő rönkfogó kanálra. Az adaptercsere a kezelőfülkéből kivitelezhető és irányítható, egyedül a hidraulikus gyorscsatlakozók oldása érdekében kell a gépkezelőnek kiszállnia a kabinból. Ezt követően a darura szerelt rönkfogó kanál segítségével a raktér első egységét (kabin felőli rácsos támfal egy pár rakoncával) felhelyezi a daru mögé, majd a raktér hátsó – négy pár rakoncával rendelkező – egységét pedig a gép végén található csatlakozó felületbe illeszti. A folyamat végén egy 14 t-ás közelítőgépet kapunk. Annak ellenére, hogy sem nem igazi harveszter, sem nem igazi forvarder – mindkét kategóriában megállja a helyét. Technikai adatok az 51. mellékletben találhatóak (*Ponsse, 2007*).

3.7.2 Hazai alkalmazása

Az országban 3 db ilyen kombinált gép (13–14. ábra) van. Kettő tulajdonosa a Robusta Kft., és 2010-ben illetve 2013-ban vásárolta meg ezeket a cég. Egy pedig Varga István fakitermelő vállalkozó tulajdonát képezi. A gépeket mind harveszter, mind forvarder üzemmódban rendszeresen használják. Rendszerint elvégzi a fakitermelést, majd az átszerelést követően a faanyag közelítését, kiszállítását is. Munkavégzés tekintetében a Robusta Kft. gépei jellemzően fenyvesekben és nemesnyárasokban hajt végre tarvágásos fakitermelést, míg a harmadik gép lombos- és fenyvesállományokban végez gyérítések, bontóvágásokat és tarvágásokat.



3.8 SAMPO-ROSENLEW 1046 PRO HARVESZTER BEMUTATÁSA

3.8.1 Műszaki paraméterek

A Sampo-Rosenlew 1046 Pro harvester (15. ábra) a kisméretű többműveletes fakitermelő gépek közé tartozik. Gyéritésekben, esetleg gyengébb állományok véghasználatában alkalmazható eredményesen. A viszonylag kis össztömegének (kb. 10 t) köszönhetően csak 4 db gumikerekes járószerkezettel rendelkezik. Az alacsonyabb igénybevételnek megfelelően a fenti gépekhez képest kisebb, de a célnak teljes mértékben megfelelő energiaforrással rendelkezik. Egy 84 kW teljesítményű, 500 Nm nyomatékú SISU Diesel 44 CTA Common Rail dízelmotor található a gépben. A darura szerelhető harvesterfejek száma elég nagy, de összességében elmondható róluk, hogy maximálisan 32 cm-es töátmérőjű állományok kitermeléséhez alkalmazhatóak. További műszaki paraméterek az 52. mellékletben láthatóak (*Sampo, 2012; www.lunzer.at*).

3.8.2 Hazai alkalmazása

A Sampo harvester megjelenése hazánkban mérföldkőnek számít, ugyanis a rendszerváltás óta ez az első olyan többműveletes fakitermelő gép, amelyet nem magán-erőgazdálkodással foglalkozó cég, vagy fakitermelő vállalkozó, hanem egy állami erdőgazdaság vásárolt, méghozzá újonnan. A harvesztet a Zalaerdő Zrt. vásárolta 2012 őszén. A gépet a zalai fenyvesek törzskiválasztó és növedékfokozó gyéritéseinek hatékony és gazdaságos elvégzésére kívánták alkalmazni. Azonban időközben az erdőgazdaság területén nagyarányú szűkösítés jelentkezett. A károsítás oly nagymértékű és intenzitású, hogy hagyományos módszerekkel az értékmentés és a veszteségek mérséklése csak igen nehézkesen lett volna megvalósítható. Ennek következtében a harvester ezen állományokban kényszerül dolgozni, ami némi gondot csak azért okoz, mert a kitermelendő állományok átlagos átmérője a gép által kitermelni képes méret közelében mozog.

3.9 SILVATEC 896 TH-H HARVESZTER BEMUTATÁSA

3.9.1 Műszaki paraméterek

A Silvatec 896 TH-H harvester (16. ábra) erőforrása egy Volvo Penta dízel motor. Tüzelőanyag fogyasztásuk 10–12 liter/üzemóra. A Silvatec többműveletes fakitermelő gépek négy tengellyel rendelkeznek, azaz mindkét oldalon 4-4 db gumikerékkel szereltek, ennek köszönhetően az egy kerékre jutó talajnyomás lényegesen kisebb, mint a 2-3 tengelyes modelleknél. A gép magassága 3,3 méter, normál mélyágyas trélerrel szállítható. A klimatizált, fűtött, hangszigetelt kezelőfülke, a 2 tonnás biztonsági üvegezéssel kényelmes, kulturált, biztonságos munkavégzést tesz lehetővé a vezető számára. 2,5 kW összteljesítményű halogén reflektorok biztosítják az éjszakai munkavégzés lehetőségét is (*www.vescan.hu; www.fataj.hu*).

3.9.2 Hazai alkalmazása

A gép forgalmazásával a Vescan Kft foglalkozik. A cég, mint a dán Silvatec harvesztetek hazai márkaképviselője, a gyártó támogatásával olyan bérleti konstrukciót dolgozott ki, amely lehetővé teszi, hogy akár kisebb volumenű vagy időszakos kitermelés



mellett is gazdaságosan üzemeltethessenek harvester az erre nyitott vállalkozók, anélkül, hogy meg kellene vásárolniuk egy új, vagy használt gépet.



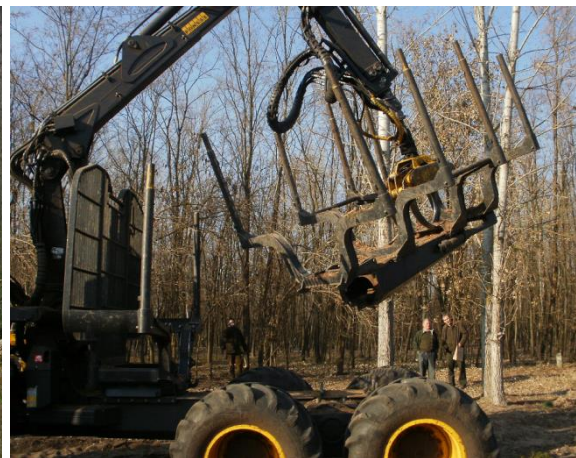
11. ábra: Ponsse HS16 Ergo harvester
(Forrás: Saját kép)



12. ábra: Ponsse Ergo 8WD harvester
(Forrás: Saját kép)



13. ábra: Ponsse Buffalo Dual harvester
(Forrás: Saját kép)



14. ábra: Harvester átszerelés közben
(Forrás: Major T. képe)



15. ábra: Sampo-Rosenlew 1046 Pro harvester
(Forrás: Saját kép)



16. ábra: Silvatec 896 TH-H harvester
(Forrás: Saját kép)



4. FAKITERMELÉS TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEKKEL

Napjaink harveszterei (többszemes, többcélú vagy teljes fakitermelő gépei) tulajdonképpen döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek, amelyek e műveletelemeket képesek kapcsoltan, gyors egymásutániságban és folyamatosan elvégezni.

A döntés mint műveletelem során a harveszter gépkezelője a manipulátor végén található harveszterfejjel ráfog a kivágandó faegyed törésére. A fogókarokkal rögzített fej vágószerkezete végrehajtja a töelválasztást. A fa földre érkezését követően a darukar segítségével megtörténik a fa közelítőnyomhoz való mozgatása, előközelítése. Gallyazáskor a kidöntött fa a menesztőhengerek kényszerhatására keresztülhalad a harveszterfejen. A fej gallyazó kései leválasztják a törzsről az oldalágakat. A darabolás munkaművelete a gallyazást követően, ill. azt meg-megállítva történik meg a gallyazott törzsen. A termelt választékok rakásolása a gép mellett, a közelítőnyomon történik meg, választékonkénti elkülönítésben. A vágásterületen szükség van a kitermelendő fák megközelítéséhez helyváltoztató mozgásra is, amely különféle járószerkezeti megoldások alkalmazásával valósul meg (*Staaf – Wiksten, 1984; Horváth, 2003*).

4.1 HARVESZTEREK ALKALMAZÁSÁNAK TENDENCIÁI

Az Európai Unióban a megújuló energia és nyersanyag előállításának egyik fontos képviselője az erdőből származó biomassa. 2005-ben a 27 tagországban mintegy 382 millió bruttó m³ iparifa és 98 millió bruttó m³ tűzifa került kitermelésre, a FAO 2010-es kimutatása szerint. Becslések szerint 2030-ra, 2010-hez képest 15–35%-kal növekedni fog az erdei termékek iránti kereslet. Számos tanulmány kimutatta, hogy mintegy 200 millió m³-rel több dendromasszát lehetne hasznosítani az EU erdeiben – akár közvetlen energiatermelésre is – mivel az erdők éves folyónövedéke lényegesen magasabb, mint a jelenlegi kihasználtsága (*Asikainen et al., 2008; Asikainen et al., 2011*).

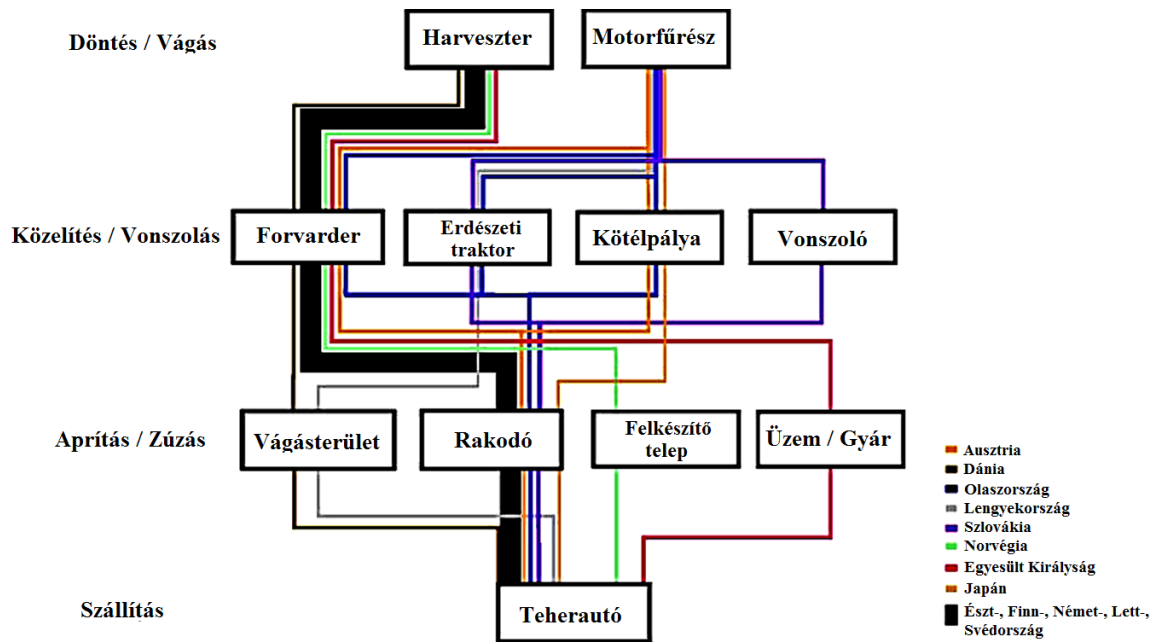
Az EU-ban az egyéni fakitermelő vállalkozóktól a kisebb-nagyobb fakitermelő cégekig alkalmaznak magasan gépesített fakitermelési munkarendszereket, gépláncokat. Ezen munkarendszerek részesedése a teljes fakitermelésből folyamatosan növekszik a kelet- és közép-európai országokban is, míg a skandináv országokban, Angliában és Írországból megközelíti a 100%-t (*Asikainen et al., 2009*).

A munkaerő-költségek az EU-tagországokban elérték azt a szintet, ahol a magas szinten gépesített fakitermelés és szállítás versenyképessé vált a műveletgépesített fakitermeléssel szemben, s ez különösen igaz a fenyvesállományokra (*Hakkila, 2004*). A gépesítési szint növekedésének további befolyásoló tényezője a megbízható és szakképzett munkaerő folyamatos csökkenése. Az új gépek alkalmazása azonban újabb problémát generált, ez pedig a meglévő munkaerő átképzése, ill. az újak betanítása volt. Mivel a harveszterek kezelése bonyolult és összetett feladat, ezért az egyes gépkezelők teljesítményei nagyon eltérőek lehetnek. A gyakorlatlan, oktatásban nem részesült gépkezelők termelékenységük nagyon elmaradhat az elvárt szinthez képest (*Väätäinen et al., 2005; Ovaskainen, 2009*).

A harveszterek elterjedt alkalmazását bizonyítja a 17. ábra is, ahol a véghasználatok utáni vágástéri melléktermék hasznosításának legjellemzőbb ellátási láncai láthatóak országonként. A bemutatott 12 országból hétben preferálják – túlnyomó többségben – a harveszteres technológiát a véghasználatok során.

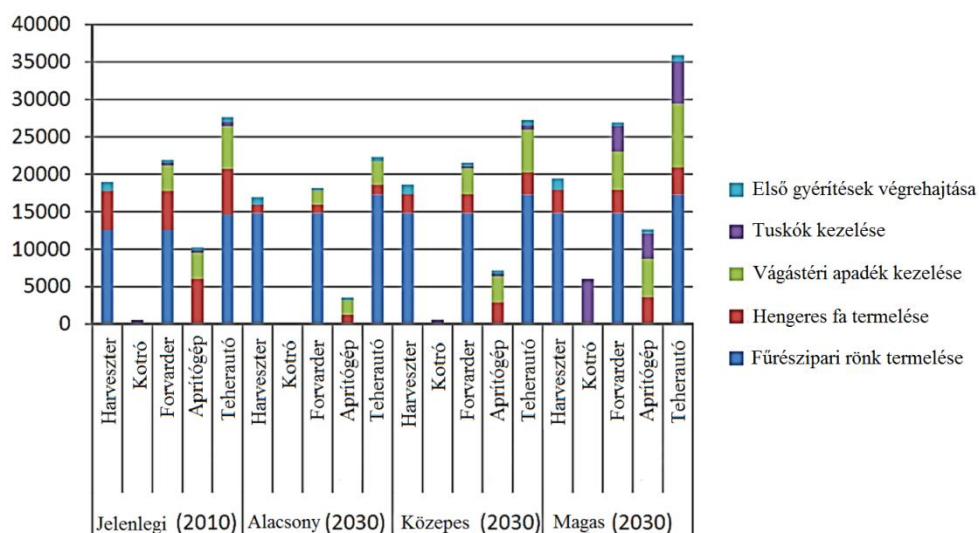


HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



17. ábra: Véghasználatok utáni vágástéri melléktermék hasznosításának legjellemzőbb ellátási láncai, országonként (Forrás: Diaz, 2010)

A jövőben várhatóan növekvő fakitermelési és dendromassa-hasznosítási igények az alkalmazott gépek számának növekedésére is hatással lesznek, feltételezve az élőfakészlet viszonylagos állandóságát. A 18. ábrán a gépek számának feltételezett változása látható. Három forgatókönyv készült 2030-ra a biomassa lehetséges hasznosítására: alacsony (low), közepes (medium) és magas (high). Mindhárom forgatókönyv feltételezi, hogy a többlet-fakitermelések nagy részét harveszterekkel fogják megoldani.

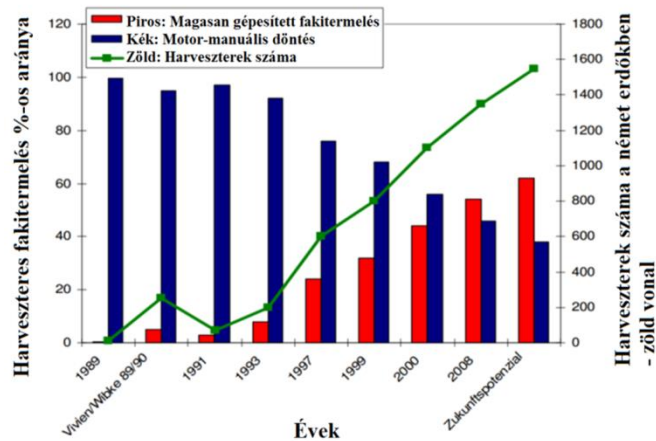


18. ábra: Alkalmazott gépek számának feltételezett változása az EU-ban (Forrás: Asikainen et al., 2011)

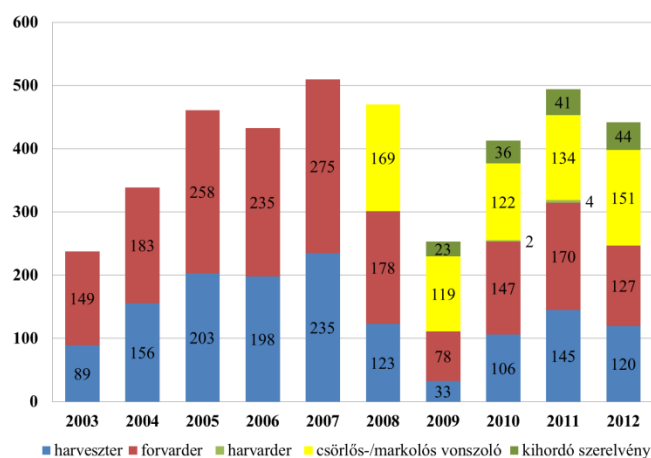
A többműveletes fakitermelő gépek és ezzel együtt a tőlük elválaszthatatlan kihordók növekvő alkalmazását előrevetítő jóslatok minden bizonnyal helytállóak. Ezt a



megállapítást alátámasztják az elmúlt évek, évtizedek gépbeszerzési statisztikái és gépesítési tendenciái. A KWF (Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik) kutatómunkája révén 1989-től rendelkezésre áll a Németországban alkalmazott harveszterek száma. A 19. ábrán látható, hogy az 1990-es évek környékétől kezdtek megjelenni a harveszterek, majd számuk évről-évre folyamatosan emelkedett. Napjainkban számuk már meghaladta az 1300 db-ot. Az ábráról az is leolvasható, hogy a harveszterek terjedésével Németországban egyre inkább csökkent a motormanuális módszerekkel végrehajtott fakitermelések részaránya. A 2000-es évek elején volt a fordulópon, amikor már a folyamatgépesített munkarendszerekkel hajtották végre a többségi fakitermelést (Ute, 2013). Az új erdészeti gépek németországi eladási statisztikáit a 2003 és 2012 közötti időszakra vonatkozóan a 20. ábra tartalmazza. A harveszterek és forwarderek eladási statisztikái szorosan követik egymást. 2003 és 2005 között növekedett az eladott gépek száma. 2007-ben egy kisebb kiugrás tapasztalható, amely az országban pusztító Kyrill orkánnak tudható be. A 2008-as gazdasági válság következtében a gépeladás 2009-re mélypontra került, majd ezt követően lassú növekedés figyelhető meg (Harbauer, 2012; Gabriel, 2013; www.forstpraxis.de, www.kwf-online.org).



19. ábra: Harveszteres fakitermelés arányának és a harveszterek számának változása Németországban (Forrás: Seeling, 2014)



20. ábra: Gépbeszerzések Németországban (Forrás: www.kwf-online.org)



Ausztriai és svájci erdészeti gépbeszerzési statisztikák 2009-től állnak rendelkezésre. 2012-ig növekvő tendencia figyelhető meg az új harveszterek és a forvarderek vásárlása terén is (53-54. melléklet).

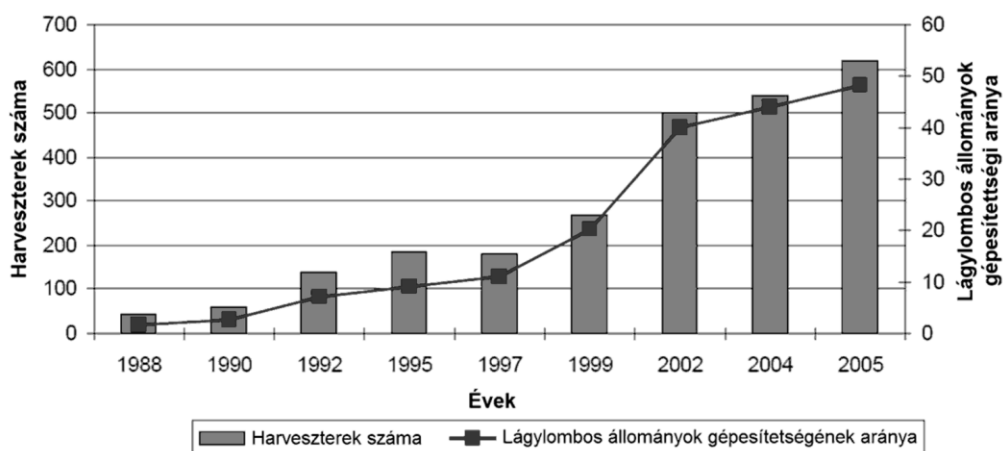
Az Egyesült Királyságban is meghatározó a harveszterek az erdőgazdasági munkákban. A fakitermelések mintegy 90%-át hajtják végre magasan gépesített fakitermelési munkarendszerekkel. Csak a szabdalt, meredek terepviszonyok között és a harveszterek számára túlméretes állományokban alkalmaznak motorfűrészkesztést (www.forestry.gov.uk).

A németországihoz hasonló tendencia figyelhető meg Lengyelországban is. Ott az első többműveletes fakitermelő gépek 1987-ben jelentek meg. A kilencvenes évek végén a számuk nem haladta meg a 20-at. 2006-tól rohamos növekedés volt megfigyelhető. Egy év alatt a harveszterek száma megháromszorozódott 21-ről felment 67 db-ra, majd 2008-ban elérte a 157 db-ot, míg 2012-ben a 351 db-ot. A rohamos fejlődés a lengyel erdőgazdálkodásban végbement két jelentős változásra vezethető vissza. Az egyik, hogy a fakitermelés növekedett. 2011-ben a fakitermelés elérte a 37,2 millió m³-t, míg 1995-ben 22,5 millió m³ volt, s ez 65%-os növekedést jelent. Továbbá jelenleg a lombos állományok részaránya 29% (26%-ban elegy), amely 1945-ben még csak 13% volt (*Mederski et al., 2014*).

Az SLU (Sveriges lantbruksuniversitet) 2014-es felmérése alapján Svédországban megközelítőleg 1400 harvesztert és 1400 forvardert alkalmaznak a fakitermelésekben (*Lindroos, 2015*).

Finnországban egy 2007-es felmérés szerint csak az aprítéktermelésben 87 db harvesztert és 21 db harvardert alkalmaztak a 307 forvarder mellett. A felmérés nem terjedt ki az egész országra, így becslések szerint 180 db harvesztert, 50 db harvardert és 350 db forvardert használhattak (55. melléklet), (*Kärhä, 2007*).

Franciaországban 1978 és 2004 között a kitermelt faanyag mennyisége 1,3-szeresére nőtt. Ezzel egyidejűleg a fakitermelő vállalkozók száma a harmadára, a fakitermelésre fordított idő pedig a közel a negyedére csökkent. Mindez a harveszterek számának növekedésével magyarázható. Közel 20 év alatt megtízszereződött a Franciaországban dolgozó gépek száma (21. ábra). 2005-re meghaladta a 600 db-ot (*Cacot et al., 2006*). A puhafás állományok magas szintű gépesítése 2014-re elérte a 65%-ot, míg a keményfás állományoké 6–7% körül mozog (*Chakrouni – Cacot, 2014*). 2002-ben körülbelül 20 harveszter dolgozott kifejezetten keménylombos állományokban és 20 gép keménylombos és fenyves állományokban is (*Bigot – Cuchet, 2010*).

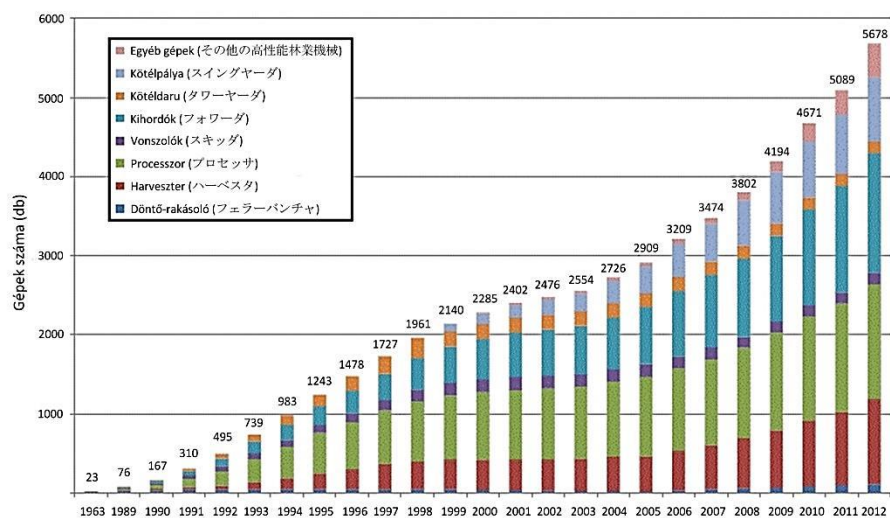


21. ábra: Harveszterek számának alakulása Franciaországban (Forrás: *Cacot et al., 2006*)



Spanyolországban 300 db harvester dolgozik fenyves és eukaliptusz állományokban. Az eukaliptusz állományokban alkalmazott 225–240 db harvester többnyire harvesterfejjel szerelt lánctalpas kotrógép (*Forrás: Cacot et al., 2006*).

A fakitermelések egyre magasabb szintű gépesítése nemcsak az európai országokra jellemző, hanem a nagy erdőállományokkal rendelkező fejlett országokra is, mint például az Amerikai Egyesült Államok, Kanada, Oroszország, Kína, Brazília stb. Ausztrália egyik vezető fakitermeléssel foglalkozó cége, a Timbercorp Ltd. 2008-ban 53 db gép és 26 db harvesterfej vásárlására írt alá szerződést a Komatsu Forest céggel. De kisebb államokban is alkalmaznak harvesztet, ilyen ország például Portugália, Izland, Új-Zéland vagy éppen Japán. Többszemes erdészeti gépek alkalmazása terén Japán szép múltra tekint vissza (22. ábra), már 1989-től alkalmaznak harvesztet, processzorokat, kihordókat. Ezen gépek száma az évek során folyamatosan emelkedett. 2012-ben a harvesztet száma már meghaladta az 1000 db-ot (www.rinya.maff.go.jp).



22. ábra: Erdészeti gépek számának alakulása Japánban (*Forrás: www.rinya.maff.go.jp*)

4.2 HARVESZTERES FAKITERMELÉS FENYVES ÉS LOMBOS ÁLLOMÁNYOKBAN

Magyarországon már 1988-ban felmerült az igény a nevelővágások (tisztítás, törzskiválasztó gyérítés) gépesítésének javítására. Akkoriban csak egyes munkafázisokat csak bizonyos állományfeltételek mellett tudtak gépesíteni. A Lokomo Makeri 34 T típusú harvester egy lehetséges megoldás volt, melyet fenyőállományokban történő nevelővágásokra fejlesztett ki a finn gyár. A kisméretű gép, alacsony tömegű és talajnyomású, továbbá a nagy motorteljesítmény következtében jól manőverezhető volt az állományban. Speciális járószerkezete kiváló fordulékonyt tett lehetővé. A vágószerkezete hidraulikus-ollós volt, a maximális átvágható átmérő 320 mm. A gallyazást ívkések és menesztő hengerek végezték. 4,47 m³/produktív óra teljesítményt tudott elérni, ami egy műszakra nézve 28–30 m³-t jelentett (*Kovács, 1988; Kálmán, 2015*).

Hazánkban napjainkban is megtalálható egy ilyen típusú harvester. Az Oltárcon élő Kovács Szilveszter édesapjával restaurálta a gépet, mellyel fakitermelő munkát is végeznek alkalomadtán. Továbbá egy Kapuvár környéki fakitermelő vállalkozó is rendelkezik egy másik felújított fakitermelő géppel, ez pedig egy Clark-Bobcat 1075-ös (56. melléklet).



Hazánkkal ellentétben külföldön (fejlettebb országokban) nemcsak a véghasználatok, hanem a nevelővágások gépesítése is folyamatosan fejlődött, mind termelékenyebb és gazdaságosabb megoldásokat keresve.

Matti Sirén és Hannu Aaltio által 1997-ben készített tanulmányban rámutattak, hogy a kisméretű harveszterek és a harvarderek alkalmazásával a gyérítések költséghatékonyabban végezhetőek el. A gépek viszonylag alacsony beszerzési ára és üzemeltetési költsége lehetővé teszi a gépesítés megvalósítását a motorfűrészes fakitermelő brigádok helyett. A nagy kapacitású közepes méretű harveszterek tulajdonságait nem lehet kihasználni a gyérítésekben, ezért a kisebb harveszterek a fakitermelés költségeit tekintve versenyképesek lehetnek (*Sirén – Aaltio, 1997; Kálmán, 2015*).

A kisméretű harveszterek elsősorban az első és második törzskiválasztó gyérítések során alkalmazhatóak gazdaságosan. Az állomány 15–30 cm-es átlagos mellmagassági átmérője megegyezik a többműveletes gépeken használt betekarító fejek optimális tartományával. Hasonló logika mentén a közepes méretű gépek – állománytól függően ($d_{1,3}$: 20–35 cm) – a második és harmadik törzskiválasztó gyérítésekben, ill. az első növedékfokozó gyérítésekben tudnak hatékonyan dolgozni. A legnagyobb harveszterekkel pedig csak a méretes állományok ($d_{1,3}$: 20–60 cm) utolsó növedékfokozó gyérítéseiben, ill. véghasználatában érdemes dolgozni (*Stampfer, 2004*).

Kalle Kärhä és munkatársai kis és közepes méretű harveszterek teljesítményét és a kitermelési költségeket vizsgálták lucos állományok gyérítési munkálataiban. A nagyobb és drágább gépek Nokka Profi és Timberjack 770, míg a kisebb és kevésbé drága gépek Sampo Rosenlew 1046X és Valtra Forest 120 harveszter voltak. A mérések alapján megállapították, hogy az első törzskiválasztó gyérítések során a gépek átlagosan 5,6–10,3 m^3 , míg a második TKGY alkalmával 9,1–12,7 m^3 produktív óránkénti teljesítményre voltak képesek. Az 57. mellékletben látható, hogy a 4 különböző harveszternek hogyan alakult a kitermelési időszükséglete, a fatérfogat függvényében. A Sampo Rosenlew 1046X típusnak a 0,5 m^3 -t meghaladó törzsek esetében kevesebb időre volt szüksége, mint a Valtra Forest harveszternek. A másik két gép teljesítménye 1,0 m^3 -t meghaladó törzsméretnél válik külön a Nokka Profi javára. A vizsgálat bebizonyította (58. melléklet), hogy a vizsgált gépek azonos körülmények között, közel azonos teljesítményt értek el mind a két gyérítés során. Egy 0,25 m^3 -es fa esetében, első gyérítéskor a teljesítmény 20 m^3/h , míg a másodig gyérítéskor 18 m^3/h volt mind a négy gép esetében. Látható, hogy milyen fontos a helyes gépmegválasztás, mert egy alacsonyabb üzemóraköltségű géppel, megfelelő körülmények között, a nagyobb gép teljesítménye is elérhető, így a kitermelési költségek csökkenthetőek (*Kärhä et al., 2004*).

A gépeket két, különböző módon végrehajtott fakitermelésekben vizsgálták. Az egyiket közelítőnyom- (strip-road), a másikat vágásnyom- (cutting-strip) módszernek nevezték el. A közelítőnyom-módszernél (59. melléklet) a harveszter és a forvarder egy közelítőnyomot használ, azzal a különbséggel, hogy a harveszternek szüksége volt rövidebb (5–8 m) oldalirányú melléknyomokra, hogy a 20–24 m-es pásztában végre tudja hajtani a kitermelést. A faanyag a közelítőnyom mellett halmozódott fel. A vágásnyom-módszernél (60. melléklet) a harveszter keskenyebb (12–18 m széles) pásztákban dolgozott, oldalnyom nélkül. A faanyagot pedig minden második vágásnyom mellé rakásolta, ezért ezek lesznek a közelítőnyomok, ahol a forvarder közlekedik. Az eredmények (61. melléklet) azt mutatják, hogy különböző módszerek között teljesítmény tekintetében nincs kimutatható eltérés, tehát a harvesztert – különböző munkamódszereket



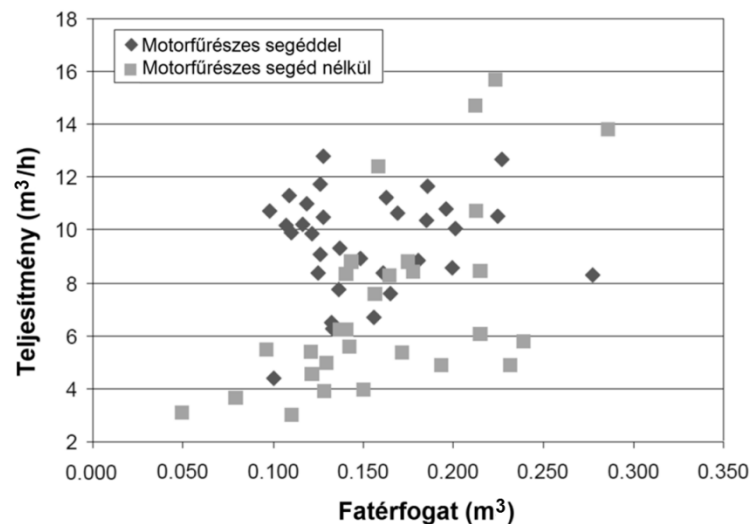
alkalmazva – mindig az állomány adottságaihoz tudjuk igazítani anélkül, hogy az jelentősen befolyásolná a teljesítményt (Kärhä et al., 2004).

Költségeket vizsgálva (62. melléklet) megállapítható, hogy a két kisebb harvester – azonos teljesítmény mellett – jóval gazdaságosabban alkalmazható, mint a két közepes méretű gép, különösen igaz ez az első gyéritésekre (Kärhä et al., 2004).

Franciaországban, keménylombos állományok harvesteres kitermelésénél három módszer alakult ki (Bigot – Cuchet, 2010):

- A harvester mellett van egy állandó motorfűrész munkás is, aki besegít a gépnek. Általában a rosszminőségű fákat a harvester csak ledönti és a motorfűrész végzi el a gallyazást, darabolást. Továbbá a motorfűrész végzi el azon faegyedek kitermelését, melyek túlméretesek a harvester számára (45–50 cm feletti tőátmérő). Ezen felül, ha hibásan választékoztak a harvesterrel, akkor korrigálja a fűrész a választékot (pl. észre nem vett fahiba miatt rönkből papírfa lesz). Szintén a motorfűrész feladata a túl magasra hagyott tuskó levágása. Mindez plusz költséget jelent, de növelheti a termelékenységet, csökkenti az utómunkálatokat, és a gépek meghibásodása is csökkenthető így.
- A harvester gépkezelője egyedül dolgozik az állományban. Csak speciális esetben vesz igénybe motorfűrész segítséget.
- Abban az esetben, ha a harvester nem tud megfelelő mennyiségű faanyagot termelni a forvarder számára, akkor a közelítőgép kezelője heti egy nap motorfűrészkezelőként dolgozik. Rendet rak a vágásterületen (tuskók levágása, fel nem dolgozott fák befejezése), esetleg befejezi az állomány letermelését.

A gépek átlagosan óránként 6–8 m³ (23. ábra) keménylombos faanyag letermelését tudják elvégezni. Napi szinten 50–60 m³ kitermelése is megoldható állománytól és munkaszervezéstől függően. A vállalkozói díj 8 és 15 €/m³, azaz napi szinten 400–900 €-s bevétel is elérhető. Azonban a harvesteres napi költsége eleinte (új gépek esetében) 800 € is lehet (Bigot – Cuchet, 2010; Cacot et al., 2006).



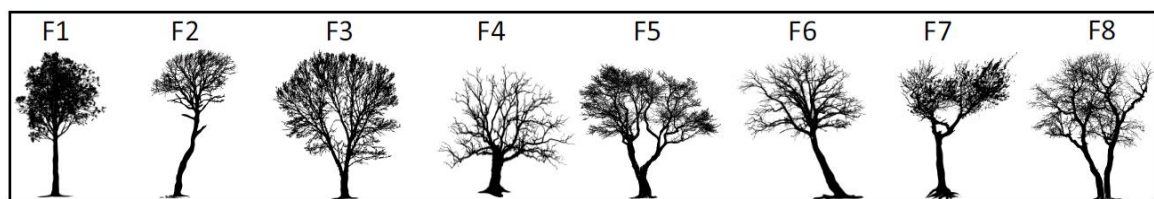
23. ábra: Harvesteres teljesítményei a franciaországi gesztenye sarjerdők tarvágásaiban (Forrás: Cacot et al., 2006)

Kanadai kutatások során megállapították, hogy a keménylombos állományokban (CTL munkarendszer változatban) dolgozó harvesteres teljesítményét és ezzel a



kitermelés költségét jelentősen befolyásolja a fafajok morfológiája (törzsforma, ágszerkezet stb.), a mellmagassági átmérő, a faanyag minősége és a térbeli eloszlás.

Egy kitermelésre kerülő állomány minden egyes faegyedét az NHRI (Northern Hardwoods Research Institute) által kifejlesztett faosztályozási rendszer (Tree Classification System) alapján kiértékeltek és kategóriákba (F1-F8) sorolták (24. ábra). Ez a módszer tulajdonképpen a törzs alsó 5 méterének formáját, alakját (görbeség, villásodottság) és ágasságát veszi alapul. Mivel az előzetes vizsgálatok során arra következtetésre jutottak, hogy a gépek teljesítményét nemcsak az alsó 5 m-es szakasz morfológiai jellemzői, hanem az 5 és 10 m közötti rész jellemzői is erőteljesen befolyásolják, ezért bevezettek még egy kategóriát (F9). Ide azokat a faegyedeket sorolták, amelyek ebben a magasságban 10 cm-nél vastagabb oldalággal, oldalágakkal, ill. villával, villákkal rendelkeztek. Erős oldalágnak tekintették a törzs átmérőjének harmadát megközelítő méretű ágakat. Az ennél vastagabbakat villaként vették számba (*Pelletier et al., 2013; Eric et al., 2014*).



24. ábra: NHRI faosztályozási rendszere (TCS) (Forrás: *Pelletier et al., 2013; Eric et al., 2014*)

A kategorizálás során a mellmagassági átmérőket is rögzítették. Megállapították a harveszteres fakitermelésre alkalmas (F1, F2 és F6) és alkalmatlan (F3, F5, F7, F8 és F9) faformákat. A vizsgált területen F4-es kategóriájú faegyed nem volt megtalálható. Elvégezték a területen dolgozó gép munkaidő-elemzését és megállapították az egyes fatípusok, facsoportok és átmérőcsoportok esetében elért produktív teljesítményeket (1. táblázat), (*Eric et al., 2014*).

Csoport	Kategória	Faegyedek száma átmérőcsoportokban					Összesen (db)	Átl. teljesítmény (m ³ /pr.h)
		10-18	20 - 28	30 - 38	40 - 48	50 +		
Alkalmas	F1	1	4	7	1	1	14	23,3
	F2	2	7	5	1	1	16	17,5
	F6	1	2	6	4	4	17	20,5
Alkalmatlan	F3	0	2	1	2	1	6	16,8
	F5	3	5	2	0	1	11	14,7
	F7	0	2	3	5	0	10	21,5
	F8	4	11	2	0	1	18	13,6
	F9	0	0	7	8	2	17	20,1
Összesen		11	33	33	21	11	109	18,5

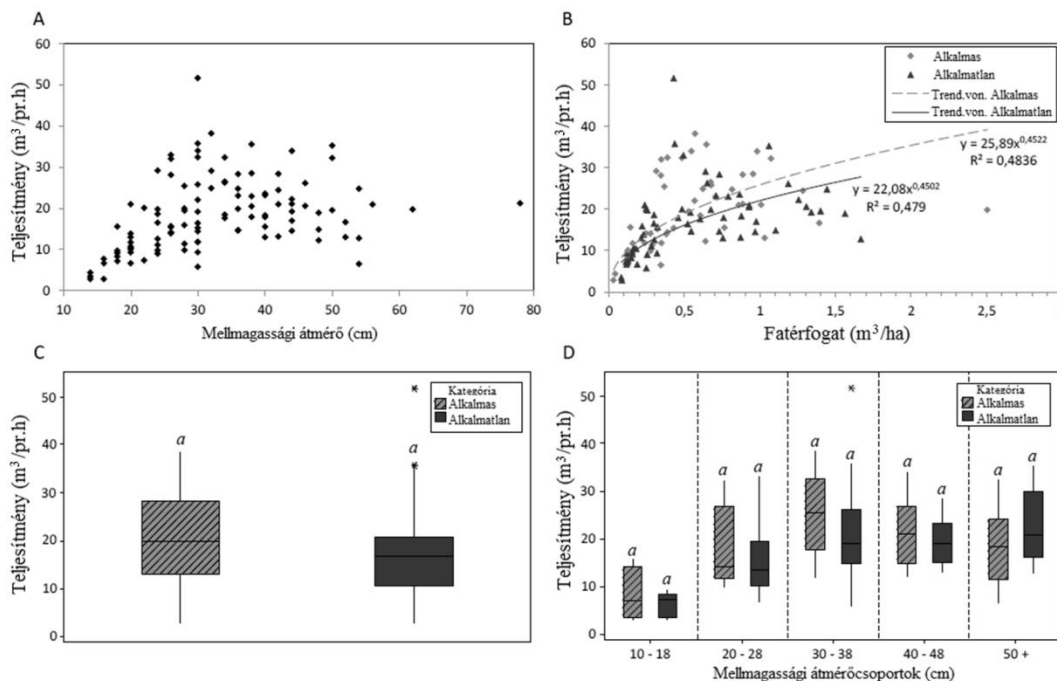
1. táblázat: Harveszter teljesítménye kategóriánként (Forrás: *Eric et al., 2014*)

Produktív idő tekintetében 42%-os eltérés mutatkozik az alkalmas csoport legjobb (23,3 m³/h) és az alkalmatlan csoport legrosszabb teljesítménye (13,6 m³/h) között. A harveszter a vizsgálat ideje alatt a munkaidő 7,9%-át fordította átállásra, 6,2%-át a fák körül található cserjeszint eltávolítására, 12,5%-át a harveszterfej faegyedre történő



felhelyezésére, 70,6%-át a fa kivágására és feldolgozására (gallyazás, választékolás, darabolás, rakásolás) és 2,9%-át várákosásra (Eric et al., 2014).

A gép produktív teljesítménye nagy változatosságot mutat az átmérő függvényében. A fatérfogat befolyására vonatkozóan lényeges különbség mutatkozik az alkalmas és az alkalmatlan csoport között. Látványos különbség tapasztalható az alkalmas (átlag: 20,3 m³/h) és az alkalmatlan (átlag: 17,2 m³/h) csoport teljesítményei között is. A legnagyobb teljesítményt a 30–38 cm közötti fák esetében érte el a gép. Az 50 cm mellmagassági átmérőjű, alkalmatlan csoportba sorolt fák esetében érdekes módon teljesítménynövekedés volt tapasztalható, ez minden bizonnyal annak köszönhető, hogy e fák esetében a törésből, ill. a vastag oldalágakból nagymennyiségű faanyag került ki (25. ábra), (Eric et al., 2014).



25. ábra: Harvester teljesítménye: A. mellmagassági átmérők függvényében, B. fatérfogat szerint, C. alkalmasság szerint, D. átmérőcsoportok alapján (Forrás: Eric et al., 2014)

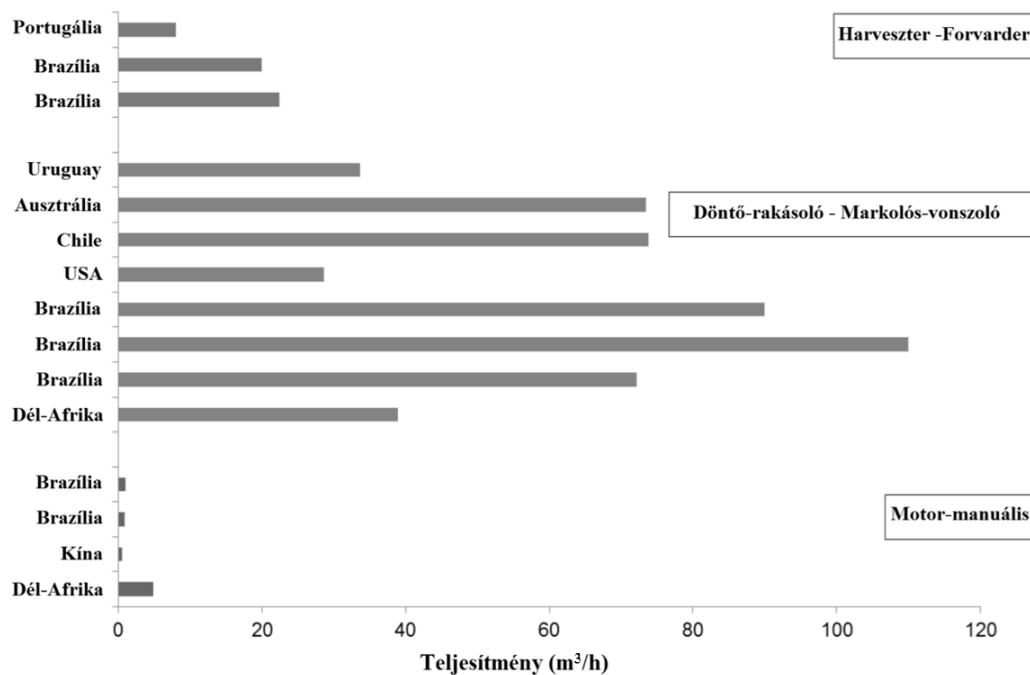
A 2014-es FEC-FORMEC Nemzetközi Konferencia terepi programján bemutatásra került egy tölgyes-bükkös állomány magas szinten gépesített első gyérítése. A 30 éves állomány előre kijelölt egyedeit egy kisméretű döntő–rakásoló (Dozan kotrógép, francia fejlesztésű hidraulikus ollós döntő–gyűjtő fejjel) termelte ki. Két döntőfejet fejlesztettek ki: Jacquier scissor C360 (tömege:1300 kg, maximális dönthető átmérő: 35 cm) és S350 (950 kg, 45 cm). Az állományt 75% bükk, 15% tölgy és 10% egyéb lombhullató fafaj alkotta. A mellmagassági átmérő 7,5–47,5 cm között változott, de csak 5 fa átmérője volt 32,5–47,5 cm között, hektáronként. Az átlagos famagasság 18 m volt. A közelítőnyomokat a döntő–rakásoló alakította ki, egymástól 15–18 m-re. A megjelölt faegyedeket a gép felülről lefelé haladva darabolta el. Az 5 m-es ágas farészeket a fogókarokkal rögzítette a fej, míg a következő 5 m-es farészt le nem választotta a törzsről, vagy a töréstől. Ezt követően a farészeket a közelítőnyom szélére rakásolta. A gép óránként 4,5–5 m³ faanyag kitermelést tudta elvégezni. A technológia kifejlesztésekor teszteltek kisebb harvesztereket is (Vimek 404 Keto Eco Forst fejjel, Vimek 608 BioCombi, Sifor 414 Sifor 450-es fejjel és HSM 405 H1 CTL 40 HW fejjel), de azok



teljesítménye csak 2–3 m³ körül mozgott óránként. A kitermelt faanyagot forwarderrel (Timberjack 810) közelítették az időjárásbiztos út mellé, ahol megtörtént a faanyag aprítása nagyteljesítményű aprítógéppel. Ezt a munkarendszert, amely tulajdonképpen egy részfás munkarendszer rakodói aprítással, 2006-tól alkalmazzák keménylombos állományok első törzskiválasztó gyérítéseiben.

Olaszországi fiatal tölgyesekben és nyárasokban hasonló technológiával dolgoznak, ill. folynak kutatások ezzel kapcsolatban (*Schweier et al., 2014*).

Világviszonylatban a keménylombos állományok közül az eukaliptusz ültetvények gépesítettsége a legnagyobb. A legjellemzőbb fakitermelési munkarendszerük a teljesfás. A fák döntését döntő–rakásoló, a közelítést pedig markolós vonszoló hajtja végre. Ezt követően megtörténik a teljesfák gallyazása. A munkarendszer állománytól függően 30–110 m³/h teljesítményre is alkalmas. A magasan gépesített munkarendszerek közül a CTL, vagy más néven harveszter–forwarder rövidfás munkarendszer-változatot is alkalmazzák. Ez esetben 20 m³/h körüli teljesítménnyel lehet számolni. Összehasonlításképpen – hasonló állományokban – motor-manuális szinten (motorfűrész, nyeles körfűrész, kihordó szerelvény) az átlagos teljesítmény 0,5–5 m³/h (26. ábra), (*Manavakun, 2014*).



26. ábra: Fakitermelés teljesítménye eukaliptusz ültetvényekben, különböző munkarendszerek esetében (*Forrás: Manavakun, 2014*)

Új-Zélandon, a nagyon szabdalt és meredek terepviszonyok miatt a gépesített fakitermelést döntő–rakásolókkal, kötélpályákkal és gallyazó–rakásolókkal vagy processzorokkal oldják meg. A döntő–rakásolók helyett alkalmaznak lánctalpas harvesztereket is. Ezek a gépek a vágásterületen elvégzik a fa döntését, gallyazását. Ezt követően egy rakodógép felterheli a kötélpályára a szálfákat. Fenyvesek (pl. *Pinus radiata*, *Pinus nigra*) tarvágásaiban, valamint fenyves és eukaliptusz állományok gyérítéseiben használatos ez a munkarendszer. A teljesítmény tarvágás esetében 75–140 m³/h, gyérítésekben pedig 25–30 m³/h (*Riddle, 1995; Riordan et al., 2010; Amishev – Evanson, 2010*).



Magyarországon többek között az Ihartú Kft. (2010 óta) üzemeltet egy Valmet 911.3-as harvesztert. Elsősorban keménylombos állományokban dolgoznak vele, de fenyvesek kitermelésénél is használják. Gyéritésekben, felújítógásokban és szálalógásokban is alkalmazzák. Teljesítménye – lombos állományokban – napi szinten, átlagosan 60–90 m³. Ez az érték tarvágás esetében 200 m³ is lehet (www.fataj.hu).

4.3 HARVESZTERFEJ FEJLESZTÉSEK LOMBOS ÁLLOMÁNYOKHOZ

A fenyves állományok kitermésében használt harveszterfejek nem mindegyike alkalmazható lombos állományok esetében. Ez különösen igaz a régebbi, ill. a nagyobb mellmagassági állományok döntésére fejlesztett típusokra. Ezek ugyanis 2 vagy 4 db menesztő hengerrel és 4 db fogókarként is szolgáló ívkéssel rendelkeznek. A szerkezeti kialakítás következtében ezek a fejek hosszabbak, így nehezen tudják követni a fa görbeségeit. Ugyanígy problémát jelent a 2 pár ívkés. A térgörbeség leküzdéséhez rövidebb harveszterfej szükséges, amely 1 pár menesztő hengerrel és 2 db esetleg 3 db mozgó-, ill. 1 db állókéssel rendelkezik. Az erősebb oldalágak leválasztásához pedig az erősített ívkések előnyösebbek. Világszerte növekszik a harveszterek lombos állományokban való alkalmazása, így a harveszterfejek ez irányú fejlesztésére is egyre nagyobb igény van.

A 2000-es évek elején Franciaországban már a gyakorlatban is alkalmaztak keménylombos állományokhoz harveszterfejeket. Ezek a saját fejlesztésű Formicom H2654 és a Charlier voltak (*Bigot – Cuchet, 2010*).

Kifejezetten keménylombos állományok kitermelésére tervezték és fejlesztették – a forstINNO projekt (2005–2007) keretében – a CTL 40 HW (63. melléklet) típusú harveszterfejet. A kész adaptert 5 európai országban, 9 különböző állomány fakitermelésében tesztelték, vizsgálták, többek között hazánkban is. Kocsánytalan tölgyesben (Sopron) és akácokban (Iván) folytak vizsgálatok. A harveszterfej a fák görbeségét könnyen tudja követni, mivel 1 pár gallyazókéssel rendelkezik, valamint a felső (a harmadik) kés mozgatható. A hidraulikus rendszere (280 MPa, 160–200 l/min) optimális a vastag és meredeken álló ágak eltávolításához. A fűrészlánc még több fa (sarj) együttes döntése esetén is csak nehezen tud leesni a vezetőlemezről. Maximálisan 430 mm töátmérőjű fák döntésére alkalmas. A terepi adatok kiértékelését az EMKI Erdőhasználati Tanszékén végezték el. Az öt országban mért és feldolgozott adatok alapján azt tapasztalták, hogy a 0,07–0,41 m³/fa átlagtérfogat esetén a produktív órára jutó teljesítmény 4,9–16,4 m³/h között változik (*CTL, 2010; Rumpf, 2007*).

A Komatsu cég által is kifejlesztésre került több fej, amelyek alkalmasak keménylombos állományokban való munkára. A Komatsu C202 és a Komatsu C202E harveszterfejek (63. melléklet) a CTL-hez hasonló szerkezeti kialakításúak, egy pár ívkéssel és egy pár menesztőhengerrel rendelkeznek. A megerősített szerkezet és hidraulikus rendszer biztosítja a magas teljesítményt lombos állományokban is. Mindkét fej felső állókése kismértékben billenthető. A kés helyzete egy görbeség érzékelő jelei alapján változik, ezáltal pontosabban tudja követni a fej a fa alakját, kevesebb megterhelés éri a fejet és javul a teljesítmény. A C202E fej rendelkezik egy kérgező funkcióval is, amely igény szerint ki és bekapcsolható. A kérgezést a menesztőhenger valósítja meg. A hagyományos körmös felület helyett itt ferde bordázat található. A hengerek törzshöz viszonyított – és egymással ellentétes – szögállása, a fa nagyobb erővel megvalósított szorítása és mozgatása, valamint a bordák éles felülete biztosítja a kéreg felszabdálását és eltávolítását (www.komatsuforest.com).



Míg az előző harvesterfejek jellemzően gumikerekes harveszterek esetében alkalmazhatóak, addig a Komatsu 378P fejet (63. melléklet) kifejezetten lánctalpas harveszterekhez fejlesztették. Ez a legkisebb fej, amit 20 t feletti gépek esetében érdemes alkalmazni. A 378-as fej egy erősített változata, nagy területű, vágásérett keménylombos állományok kitermelésére alkalmas. A fej – a menesztőhengerek révén – alkalmas a választékok kérgezésére is. Nem az ültetvényeken termesztett eukaliptuszok, hanem a természetes eukaliptusz erdők fahasználatára fejlesztették ki (*Just Forest, 2011a; Just Forest, 2011b*).

A Ponsse cég gumikerekes harvesztereihez két olyan fejet kínál, amely lombos állományokban használható. A Ponsse HW60 fej (63. melléklet) az 1440 mm-es hosszának köszönhetően könnyen tudja kezelni a fa görbeségeit. A 3 db erős gallyazókés az erősebb oldalágak leválasztását is el tudja végezni, mivel a menesztőhengerek nagy vonóerejű, szabályozható sebességű motorokkal szereltek. A fej tetején található állókés – külön és a többi késsel együtt – mozgatható, valamint a szokásosnál rövidebb, ezáltal könnyebben tudja követni a fa görbületeit. Ez a kés helyettesíthető fix késsel is, így a fej fenyves állományokban is alkalmazható (www.ponsse-austria.com).

Ponsse H 60 BW harvesterfejet (63. melléklet) nagyobb átmérőjű behúzó hengerekkel szerelték, ezáltal a vastag kérgű, görbe keményfák esetében is termelékeny a munkavégzés. A fej 1420 mm hosszú, 950–980 kg tömegű. A hengerek nagy eltolási erőre képesek, különböző sebesség mellett. Az álló kés nem mozgatható, de közvetlen alatta található egy görbületkövető rendszer, ami megakadályozza a kés törzsbe való behatolását, nagyobb görbeség esetén (www.ponsse-austria.com).

A fenti cégeken túl a Prentice Forestry (63. melléklet) és a Waratah is foglalkozik olyan harvesterfejek gyártásával, fejlesztésével, melyek keménylombos állományok esetében is megbízhatóan működnek. A Prentice PF-48 fej különlegessége, hogy 4 db menesztőhengerrel rendelkezik. A hengerek oldalanként egy egységet képeznek a közös meghajtás, a hengerek közötti lánckapcsolat és a közös forgástengely által. A Waratah számos fejet kínál gumikerekes és lánctalpas harveszterekhez, mind lombhullató, mind eukaliptusz állományokhoz (63–64. melléklet).

Az ausztrál eredetű eukaliptusz monokultúrák megtalálhatóak Földünk különböző országaiban, mint például Brazília, Portugália, Spanyolország, Uruguay, Dél Afrika, Kína, Thaiföld, Chile stb. Fahasználati szempontból jelentősek ezek az ültetvények, mivel 5–15 évenként kerülnek letermelésre. A fák térfogata 0,1–0,3 m³ között változik. Braziliában már több, mint 5 millió hektáron található ez a monokultúra. Az ültetvényekből származó faanyagot a papíripar dolgozza fel. Braziliában engedélyezett alatt van egy génmódosított eukaliptusz (H521), amelyet már 4 éves rotációban lehetne termelni. Az USA-ban pedig egy fagyűrő génmódosított eukaliptusz vár engedélyeztetésre, amelyet ugyancsak cellulózyártás és bioetanol előállítására céljára termelnének. A magas, egyenes törzsű, kevés és vékony oldalágú faegyedek harveszteres kitermelése nem jelent gondot. A termelékenységet fokozza, hogy csak egy választék kerül termelésre, általában a 4 m-es papírfá. (*Manavakun, 2014; www.rainforest-rescue.org; globaljusticeecology.org; aspta.org.br*) A faanyagot a felhasználás előtt kérgezni szükséges, ezért az erdészeti gépgyártók sorra fejlesztettek ki olyan harvesterfejeket, amelyek képesek a kérgezést is elvégezni.

A Komatsu 370E (65. melléklet) egy masszív, erős fej, amelyet leginkább lánctalpas harveszterekhez fejlesztettek ki. 360°-ban teljesen körbeforgatható anélkül, hogy bármilyen vezeték sérülne. A ferde és éles bordázatú menesztőhengerek között egyszerűen oda-vissza megjáratva az eukaliptusz törzset, a kéreg szalagszerűen leválik. A fej tömege 1600 kg, a hossza pedig 1780 mm (www.komatsuforest.com).



A Komatsu 378E (65. melléklet) harveszterfej szintén lánctalpas, minimum 20 t tömegű erőgéppel üzemeltethető. A 378-as fej az egyik változat, amelyet kifejezetten az eukaliptusz állományokra alakítottak ki, a gyakorlati tapasztalatok alapján. Képes követni az esetleges göbéségeket és elvégzi a faanyag kérgezését is. A harveszterfej 1650 mm hosszú és 1850 kg tömegű (*Just Forest, 2011c; www.komatsuforest.com*).

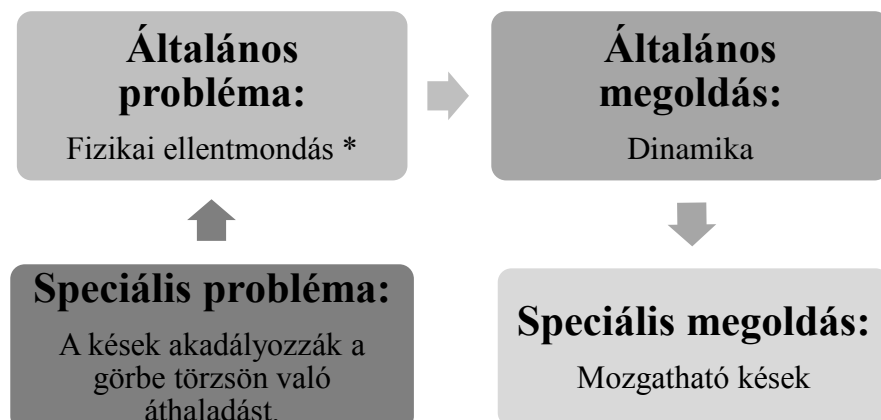
A Ponsse H7euca elnevezésű harveszterfejet (65. melléklet) kimondottan eukaliptusz erdők kitermelésére fejlesztették ki. Minden részegysége úgy került kialakításra, hogy a kérgezés folyamata már az első alkalommal, mikor a fán áthalad a harveszterfej, a lehető legjobb eredményt adja, ezzel is lerövidítve az fa kitermeléséhez szükséges időt. Egyaránt alkalmazható kerek és lánctalpas gépeken. A Ponsse H77euca (65. melléklet) az előz fej továbbfejlesztett változata (*www.ponsse.com*).

Mivel az eukaliptusz ültetvények kitermelése magas szinten gépesíthető, a fafaj morfológiai tulajdonságai, valamint az ültetvényes gazdálkodás jellemzői miatt, ezért szinte valamennyi, nemzetközi szinten is elismert harveszterfej gyártó cég elkészítette saját adapterét (66. melléklet). Jellemzően kétgörgősek, 3 vagy 4 mozgó ívkéssel és egy állókéssel rendelkeznek a fejek. További közös jellemző a görgők felülete, amely a kérgezést hajtja végre. Minden esetben alapvetően éles ferde bordázatú a felület kiképzése, de ezen belül is többféle típus létezik (pl. szimpla borda, kettős borda, folytonos és fűrészkes bordák váltakozva, fogazott borda stb.), (67. melléklet).

Természetesen a kutatások, fejlesztések nem álltak le, folyamatosan keresik azokat a műszaki megoldásokat, amelyek lehetővé teszik a minél precízebb törzskövetést, palástsima gallyazást, a vastag oldalágak gyors leválasztását.

Az Institut Technologique FCBA két kutatója (Mahmoud Chakrouni és Emmanuel Cacot) a TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) problémamegoldó módszerrel keres megoldást a görbe törzsek gallyazásának problémájára. A módszer lényege, hogy a speciális problémát először általánosítják, majd megoldást kernek rá, végül pedig pontosítják, finomítják, hogy az eredeti problémára is alkalmas legyen. Ha az eredmény gyakorlati szempontból nem megvalósítható, vagy nem hozott áttörést, akkor előről kell kezdeni a munkát. A térgörbeség követésének problémakörét és megoldását mutatja be az 27. ábra (*Chakrouni – Cacot, 2014*).

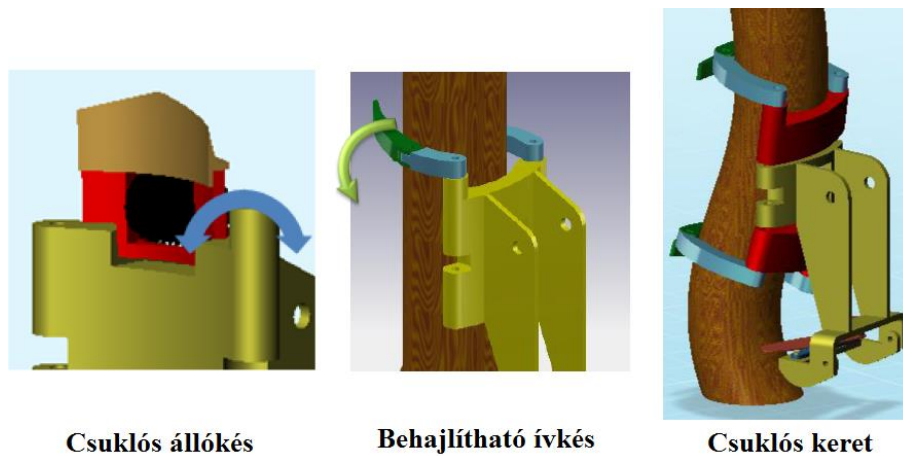
* A kések csak zárt állapotban képesek tartani a törzset és eltávolítani az ágakat, viszont nyitni kell őket ahhoz, hogy a görbe törzs át tudjon haladni a harveszterfejen.



27. ábra: Problémamegoldás TRIZ módszerrel (Forrás: *Chakrouni – Cacot, 2014*)



Számos fejlesztési javaslatot eredményezhet a módszer, például a csuklós felfogatású állókés, behajlítható ívkések és a csuklós keret (28. ábra), (Chakrouni – Cacot, 2014).

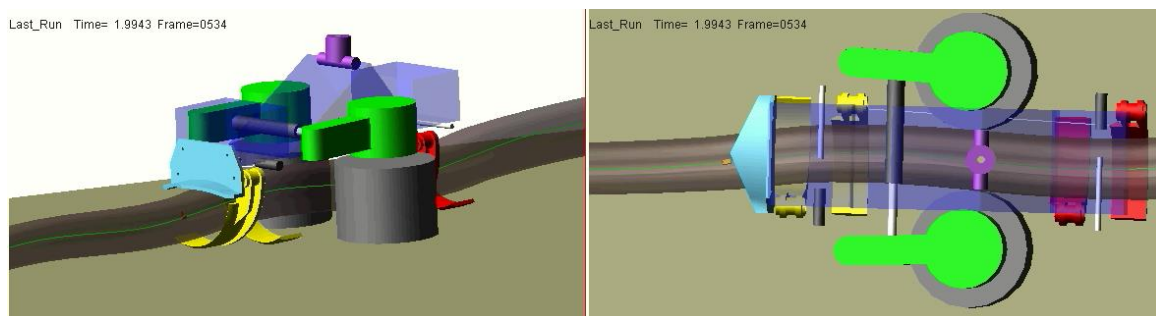


28. ábra: Néhány megoldás a görbeség leküzdésére (Forrás: Chakrouni – Cacot, 2014)

A franciaországi Clermont Egyetemen is folytatnak kutatásokat – az ECOMEF (Eco-design of mechanized equipment for hardwood harvesting) projekt (2011–2015) keretében – keménylombos állományokban használható harvesterfejek érdekében. Egy-egy kutatócsoport dolgozik a görbeség és a vastag oldalágak problémakörével.

A terepi vizsgálatokat egy Kesla 25RH harvesterfejen végezték. Különböző érzékelőkkel és nagysebességű kamerákkal történt meg az adatgyűjtés, a fejet érő erőhatások, valamint a faanyag fejen való viselkedésének vizsgálata. Az adatok kiértékelést követően megalkotásra került egy 3D-s modell egy olyan fejről, amely pontosan képes követni a fa görbületeit (29. ábra), (Chebab et al., 2014).

A fej három, egymáshoz képest elmozdulni képes szerkezeti egységből áll. Az első és a hátsó egység tartalmaz egy-egy pár ívkést, amelyek a gallyazást végzik. A középső egység pedig a menesztőhengerpárt tartalmazza. Az érzékelők által irányított csuklós felfogatású hidraulikus munkahengerek szabályozzák az ívkések és menesztőhengerek közötti távolságot, ezzel biztosítva a görbeség követését. Az elkészült prototípus és az azt működtető szoftver fejlesztése, tesztelése folyamatban van (Chebab et al., 2014).



29. ábra: 3D harvesterfej modell (Forrás: Chebab et al., 2014)

Az 5–8 cm feletti oldalágak eltávolítása lombos állományok esetében nehezebben valósítható meg az ívkésekkel, a 10–15 cm feletti ágak pedig már nem is vágathatók le hatékonyan és komoly szerkezeti megterhelés és ebből származó károsodás,



meghibásodás nélkül. A terepi vizsgálatok kimutatták, hogy a gallyazás művelete az egy fa kitermelésére fordított idő 70–77%-át is kiteheti (Dargnat et al., 2014).

Az ívkéseket laboratóriumi körülmények között egyenes késekkel helyettesítették. Hidraulikus munkahenger segítségével, az egyenes késsel átvágtak egy 80 mm átmérőjű ágat, közben vizsgálták a fellépő erőket és az energiaszükségletet. A bordás pengéjű kés ötletét felhasználva kifejlesztésre került egy bordás gallyazókés. Különböző paraméterű késeket készítettek és ezek vizsgálatát is elvégezték (30. ábra). Ezek alapján kiválasztásra kerültek a legjobb kialakítású bordás kések, melyek alapján ívkéses változatok is elkészültek. A bordás ívkéseket rögzítették a Kesla 25RH harveszterfejre és terepi körülmények között külön-külön tesztelték őket (31. ábra). A vizsgálatok kimutatták, hogy eltérő paraméterek mellett 8–40%-os teljesítménynövekedés is tapasztalható volt (68. melléklet), (Dargnat et al., 2014).



30. ábra: Bordás kés laboratóriumi vizsgálata
(Forrás: Dargnat et al., 2014)



31. ábra: Bordás ívkések terepi vizsgálata (Forrás: Dargnat et al., 2014)

Keménylombos állományoknál egy visszatérő probléma, hogy a gallyazáskor a hirtelen megnövekedett ellenállás miatt a menesztőhengerek nem tudják biztosítani a megfelelő tolóerőt. Ennek oka, – különösen a vastagkérgű fafajok esetében – hogy a görgők redőzete nem tud megfelelő erővel a kéregbe nyomódni, ezáltal a henger elpörög és a kéreg, rosszabb esetben a faanyag is sérül. Erre a problémára kínál megoldást a finn Timo Penttimies cég, amely 4 db speciális fogkiképzésű acéltárcsa távtartókkal történő egymás mellé helyezésével alakít ki menesztőhengereket (TP-Roller). A nyitott henger nehéz, vastag kérgű fák és vastag oldalágak esetén is biztosítja a megfelelő kapcsolatot a fa és a görgő között. A szerkezet további előnye, hogy a fogak közötti rész nem tud eltömődni a leváló kéregdarabokkal, mivel a tárcsák közötti réseken a kihullásuk biztosított (69. melléklet), (Weise 2015; tp-rollers.fi).

Napjainkban komoly kísérletek folynak a kitermelt választékok akusztikus faanyag-minősítésére. A kutatási eredmények bizonyítják, hogy a hanghullámok segítségével fel lehet tárni a faanyagban rejlő, kívülről láthatatlan hibákat. Ezzel a módszerrel javítható lenne a fűrészipari kihozatal, természetesen pozitív irányú anyagi vonzattal. Folynak olyan jellegű kísérletek, ahol az akusztikus faanyag-minősítést és harveszteres technológiát szándékoznak egyesíteni. Szenzorok felhelyezésével és egy szoftver segítségével a gépkezelő a faanyag belső szerkezeti tulajdonságait is figyelembe tudná venni a választékolás során (70. melléklet), (Melvin 2009; www.forestry.gov.uk; www.fibre-gen.com).



4.4 FAANYAG FELVÉTELEZÉSE HARVESZTERREL

A harveszterek nemcsak a faanyag kitermelésére képesek, hanem a termelt választékok köbtartalmának meghatározására is. A harveszterfej – gépgyártónként egyedi fejlesztésű szoftverrel – a rajta keresztülhaladó faanyag hosszát és átmérőjét folyamatosan méri és kijelzi a gépkezelőnek. Ezen adatok ismeretében, valamint a felismert fahibák, továbbá a termelendő választékok és azok minőségi követelményei alapján megtörténik a fa választékolása. A fejen áthaladó fa hosszát a harveszter elülső oldalának középső részén elhelyezkedő, tüskés felületű mérőkerék elmozdulása szolgáltatja. A mérőkerék folyamatosan érintkezik a menesztőhengerek által mozgatott fa palástjával, ami által körbeforog. Forgása mértékéből, ill. a mérőkerék és a vágóegység adott távolsága alapján a számítógépes program meghatározza a levágásra kerülő fa hosszát. A darabolást követően a hosszérték alaphelyzetbe áll, a mérés előlről kezdődik. Igény esetén az érték lenullázása a vágószerkezet megmozdításával elvégezhető (pl. méretvesztés döntést követően vagy gallyazás közben). Az átmérő mérése gyártónként eltérő lehet, vagy a harveszterfej felső ívkés-párjának, vagy a menesztőhengerek szögelfordulásából számítható a szoftver segítségével. Sok szoftver a törzs sudarlósságát is számolja, ez alapján előre meghatározza, hogy adott választék hossz esetében meglesz-e a szükséges minimális csúcsátmérő. Minden egyes termelt választék térfogatának meghatározása megtörténik a folyamatosan mért és rögzített hossz- és átmérőadatok alapján. A számítógépes program folyamatosan rögzíti és összesíti a kitermelt választékok számát, összes hosszát, valamint összes köbtartalmát kéregben és kéreg nélkül.

A harveszterek által szolgáltatott adatok megbízhatósága érdekében időnként szükség van kalibrációra és korrekcióra (32. ábra). A Ponsse gépeknél ez a következőképpen történik: A kalibráció lényege, hogy a mérőhengerek fogazata a különböző fafajok kérgébe eltérő módon süllyed bele, a kéregszerkezet függvényében. Más ez az érték a vékony, ill. a vastag kérgű fafajok esetében, de más vegetációs időszakon kívül (pl. fagyott kéreg) és vegetációs időben, de eltérő lehet azonos fafaj esetében más-más termőhelyi viszonyok mellett. Ezért érdemes minden új területen a fakitermelés elején kalibrálni a mérőegységet. Ez úgy történik a Ponsse esetében, hogy a géphez tartozik egy elektronikus mérőműszer, mellyel le kell mérni a gépkezelőnek a legutolsó 5–10 választék paramétereit (átmérő, hossz, kéregtulajdonságok). Az adatokat be kell táplálni (adatkábel, újabb gépek esetében wifi segítségével) a harveszter szoftverébe, majd a rendszer automatikusan korrigálja, pontosítja a mérőműszereit. A Ponsse gépek 2001 óta rendelkeznek ezzel a kalibrálórendszerrel (Bálint, 2013).



(Forrás: www.sveaskog.se)



(Forrás: Saját kép)

32. ábra: MÉRŐBERENDEZÉSEK KALIBRÁCIÓJA



5. TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK KUTATÁSA SORÁN ELÉRT EREDMÉNYEK

5.1. A HARVESZTERES FAKITERMELÉS ALKALMAZÁSÁNAK ALAKULÁSA A HAZAI ERDŐÁLLOMÁNYOKBAN

Magyarországon először az 1970-es évek közepén mutatkozott igény a többműveletes fakitermelő gépek alkalmazása iránt. Ezen igény megjelenésének legfőbb oka az V. ötéves terv fagazdaság-fejlesztési koncepciójának irányelvei között keresendő. A fakitermelés volumenét az 1975. évi 6,85 millió bruttó m³-ről 1980-ra 7,4 millió m³-re kívánták emelni (Andor, 1977). A kitűzött célok elérése nem nélkülözhetette a megfelelő színvonalú műszaki fejlesztések végrehajtását. A munkaerőhiány már akkoriban is gondot jelentett, a munkarendszerek pedig elavultnak számítottak az 500 ezer m³-es kitermelés-növekedés eléréséhez.

Szepesi a termelékenység növelésének egyik módját a többműveletes fakitermelő gépek alkalmazásával képzelte el fenyő-, nemesnyár- és akác-állományokban. Az elgondolás szerint a többműveletes gépek bevetésével a fahasználati munkák termelékenysége két-háromszorosára, a vágásterületen történő munkáké öt-tízszeresére növelhető. A processzorok (a gallyazó-darabológépek), a harveszterek (a döntő-gallyazó-darabológépek) és az aprítéktermelő gépsorok voltak azok a lehetőségek, amelyek leginkább számításba jöhettek (Szepesi, 1976). Ezért is tartották fontosnak, hogy megvizsgálják a többműveletes fakitermelő gépek alkalmazásának lehetőségeit. Ezek a gépvizsgálatok az ERTI közreműködésével zajlottak, és az akkoriban érvénybe lépő magyar-jugoszláv cellulózipari együttműködésnek köszönhetően a nyár kitermelési feladatok munkafolyamatának gépesítésére koncentráltak (Csontos, 1977). Az akkori gépek még nem teljesen hasonlítottak a mai harveszterekhez, sem kialakításukban, sem az általuk végzett műveletek összetettségében. A vizsgálatok során arra a megállapításra jutottak, hogy a termelékenység e gépek alkalmazásával 10–15-szörösére növelhető, de a költségek szempontjából még nem versenyképes a hagyományos eljárásokkal szemben (Walter, 1978).

1976–77-ben megérkeztek az első Timberjack TJ-30 típusú döntő-gallyazó-előközelítő-rakásoló gépek a Devecseri és a Kiskunhalasi Állami Gazdaság részére (Csontos, 1977). Elkezdődhetett velük az érdemi munka. A Kiskunhalasi Állami Gazdaságnál – a környező mezőgazdasági üzemek területeivel együtt, – mintegy 4000 ha nemesnyár-állomány állt rendelkezésre, amelyekben a hagyományos tő melletti motorfűrész technológia nem adott kielégítő eredményt a gyéritések megkezdése során. Az üzemszerű termelés 1977. április 1-én indult meg a géppel, amit egy 30 napos begyakorlási időszak előzött meg. A nevelővágások időbeni elvégzése csak ezen gép segítségével látszott végrehajthatónak, amit az alkalmazott ültetési hálózat és a sablonos nevelővágások alkalmazása is segített. Ezen vezérgéphez azonban teljesen új technológiát kellett kidolgozni bizonyos szempontok figyelembevételével, mint amilyen a gyéritési faanyagból termelendő választék meghatározása, a meglévő erőgépek beépítése a technológiába és hogy az eddig alkalmazott fakitermelési technológiákból milyen elemeket tudnának felhasználni. Az alkalmazott technológia a következőképpen nézett ki. A vágásterületen a Timberjack TJ-30 végezte a döntést, gallyazást, előközelítést, rakásolást. T 150-K TNP csörlős vonszoló közelítette a faanyagot. A vágásterület szélén hajtották végre a darabolást, osztályozást, sarangolást. Az ehhez használt eszköz a Stihl 030 AV motorfűrész volt. A munkapadon történt a felkészítés (kérgezés) KR-2 kérgezőgéppel, valamint a rakodás IFA teherautók és KCR-3000-es daruk segítségével. Egy éves használat után azt állapították meg, hogy a fenyőre tervezett Timberjack TJ-30



alkalmas a nemesnyárasokban történő alkalmazásra, valamint kisebb módosításokkal akár véghasználati termelésre is. Mindent egybevetve megbízhatónak és termelékenynek ítélték a gépet, hiszen az idővesztés egy üzemórára vetítve csupán 0,1 óra volt, az évi kitermelhető fatérfogat pedig 13–14.000 nettó m³ – egyműszakos üzemeltetés során (Csordás – Farkas, 1979; Sovány 2013). A többszemeses gépek hazai elterjedése mégsem valósult meg olyan mértékben és ütemben, mint ahogy azt a hazai szakemberek vélték.

A politikai változások hatására a műszaki fejlesztések lendülete megtorpant. A vállalkozói szféra megjelenésével és elterjedésével pedig jó időre feledésbe is merült. A rendszerváltást követően, a többszemeses gépek közül egyedül a forvardereket alkalmazták továbbra is, amelyekkel a kíméletes munka gazdaságosan volt végezhető. A 2000-es évek végétől kezdődően a fakitermelő vállalkozói szférában megjelent egy innovatív, újszemléletű, korszerű technológiát, gépeket alkalmazni akaró és tudó réteg, akiknek köszönhetően az elmúlt 5–6 évben ismét megjelentek a magyar erdőgazdálkodásban – a forvarderek mellett – a többszemeses fakitermelő gépek.

A magyar erdőkben az elmúlt években fakitermelést végeztek többszemeses fakitermelő géppel akácosban, égeresben, nemesnyárasban, cseresben, gyertyános tölgyesben, bükkösben, gyertyános-erdeifenyvesben és természetesen luc-, erdei- és feketefenyvesekben. Beavatkozási módok tekintetében tarvágásban, gyérítésben, bontóvágásban és egészségügyi termelésben kerültek alkalmazásra.

Napjainkra már 30 körül van azon harveszterek száma, amelyek folyamatosan munkát végeznek. A gépek döntő többsége használtan került megvásárlásra, de azért szép számmal vannak újonnan vásárolt gépek is. A használt gépek elsősorban Ausztriából és Németországból származnak, de van olyan is, amit az USA-ban, ill. Csehországban vásároltak. Hazánkban a három legnépszerűbb harveszter márka a Ponsse, a Timberjack és a Valmet. A gépek sorában van egy, amely mérföldkőnek számít, ez pedig a Zalaerdő Zrt. tulajdonát képező harveszter. Ez az első olyan gép, amelyet állami erdőgazdaság vásárolt. A magyarországi fakitermelő vállalkozók és cégek tulajdonában lévő harveszterek adatbázisa a 71. mellékletben található. Az információk összegyűjtése személyes és telefonos megkeresés útján történt. A táblázatos adatbázis alapján elkészítésre került egy térképes adatbázis is a Google Térkép alkalmazása segítségével. Magyarország térképén egy pont jelöli az egyes géptípusok telephelyeit (cég telephely), gyártónként különböző színnel jelölve. A pontokra rákattintva megnyílik egy kis ablak, amely a gép és cég ismert adatait (típus, gyártási év, tulajdonos, cégnév, cím) mutatja (33. ábra). A térkép az alábbi linken érhető el:

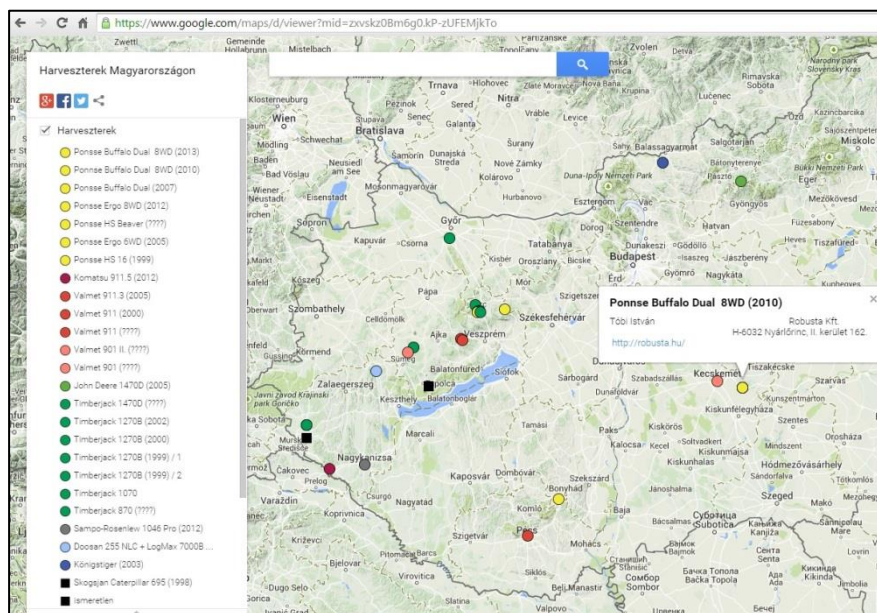
www.google.com/maps/d/edit?mid=zxvskz0Bm6g0.kP-zUFEMjkTo.

A gépek döntő többsége a Dunántúli-középhegységben dolgozik, de megtalálhatóak az Alföldön, az Északi-középhegységben és a Mecsek környékén is. Ha megvizsgáljuk az ország erdőterületeit és erdősültségét megyénként, akkor azt tapasztaljuk, hogy az erdőterületek elhelyezkedése nem egyenletes az országban. „A legnagyobb erdősültségű megye Nógrád 37,8%-kal, a legkisebb erdősültségű pedig Békés 4,4%-kal. Az alföldi hét megyére esik az összes erdőterület 32%-a, de az átlagos erdősültségük csak 13,8%-os, elmaradva az országos (19,9%-os) átlagtól. A megyékből kialakított nagy tájegységek közül érthető módon Észak-Magyarország erdősültsége a legnagyobb, 28,4%-kal” (Ali et al., 2008). Ha összehasonlítjuk a harveszteres térképet és a 34. ábrát, akkor azt tapasztaljuk, hogy a harveszterek szorosan követik az ország magasabb erdősültséggel rendelkező területeit. Ennek oka minden bizonnyal az, hogy a gépek gazdaságos üzemeltetésének a feltétele a folyamatos munka biztosítása, a lehető legkisebb gépszállítási távolságok mellett. A harvesztereket közúton csak speciális pótkocsikon lehet szállítani, amely költséges tevékenység.

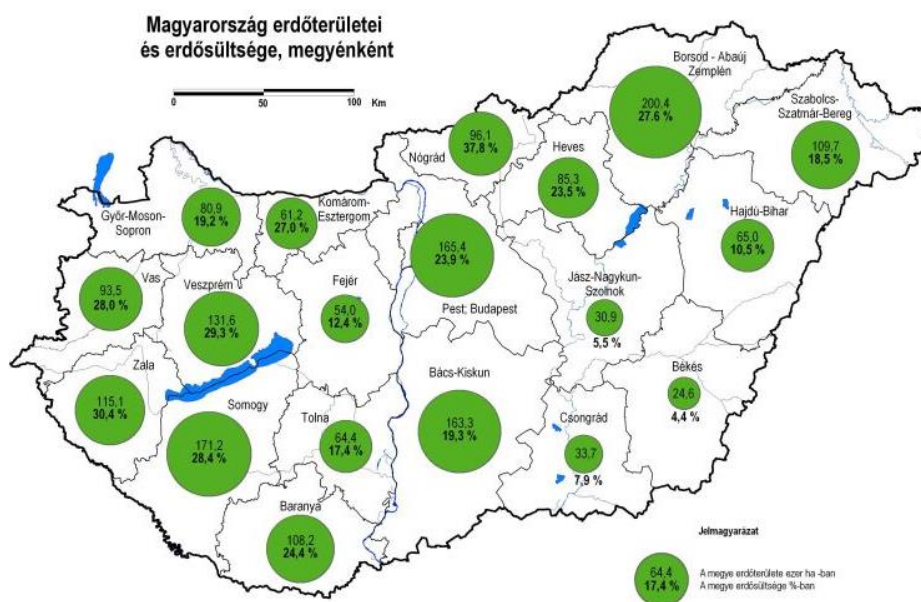


HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ

Többműveléses fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

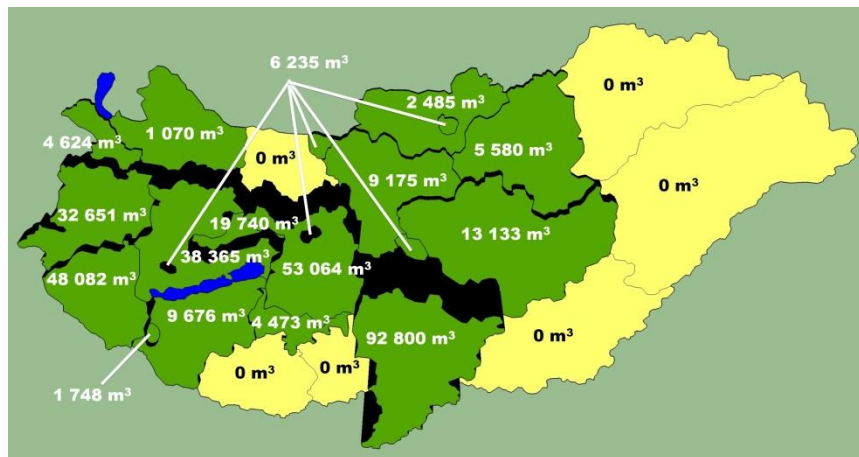


33. ábra: Harveszter-térkép és -adatbázis (Forrás: Saját ábra)



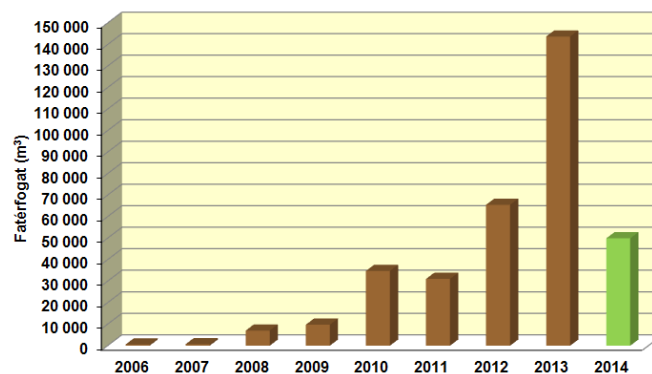
34. ábra: Magyarország erdőterületei és erdősültsége megyénként (Forrás: www.mgszh.gov.hu, 2006)

Kérdőíves (72. melléklet) megkeresés alapján feltérképezésre került az állami erdőgazdaságok területén dolgozó harveszterek munkája. A 22 erdőgazdaságtól kapott adatok kiértékelése alapján megállapítható, hogy 2006 és 2014 között 342.901 m³ faanyag került kitermelésre harveszterekkel. Meg kell jegyezni, hogy a 2014-es adatsor nem teljes, ugyanis több, mint egy évig tartott, míg sikerült az összes erdőgazdaságtól a szükséges adatokat beszerezni. Ennek következtében az első adatsorok még nem tartalmazhatták a 2014-es kitermelési adatokat, míg a legutolsók már igen. A 35. ábrán és a 73–74. mellékletben erdőgazdaságonként láthatóak a kitermelési adatok. A kitermelte faanyag tekintetében a sort a KEFAG Kiskunsági Erdészeti és Faipari Zrt. (92.800 m³), a VADEX Zrt. (53.064 m³) és a Zalaerdő Zrt. (48.082 m³) (75. melléklet) vezeti.



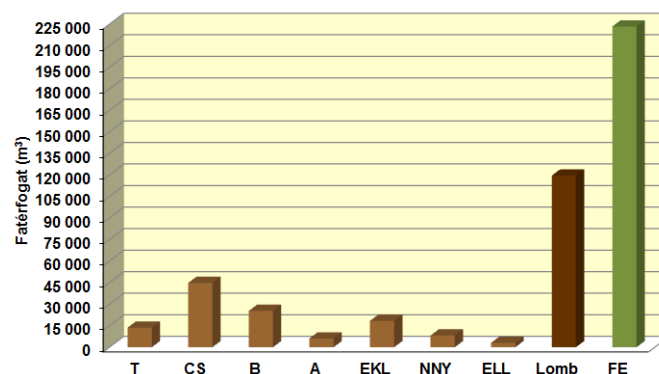
35. ábra: Állami erdőgazdaságoknál 2006–2014 között harveszterrel kitermelt fatérfogat (Forrás: Saját ábra)

A kitermelt faanyag évenkénti eloszlása a 36. ábrán látható. Egyértelműen mutatkozik a növekedés, amely az országba behozott gépek számával és azok egyre intenzívebb és hatékonyabb alkalmazásával függ össze.



36. ábra: 2006–2014 között kitermelt évenkénti fatérfogat (Forrás: Saját adatok)

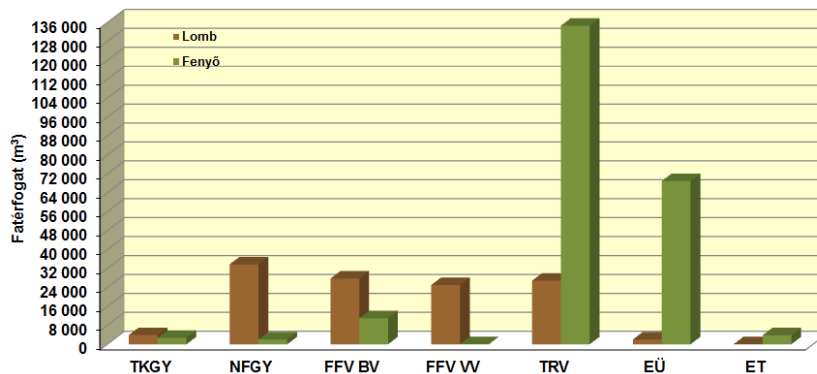
Ha fajaj szinten vizsgáljuk a kapott adatokat, akkor az tapasztalható, hogy a kitermelt faanyag 65%-a fenyő és 35%-a lomb. Lombon belül a legjellemzőbb a cser, majd a bükk, az egyéb kemény lomb, a nemesnyár és a tölgy (37. ábra).



37. ábra: 2006–2014 között kitermelt fajajonkénti fatérfogat (Forrás: Saját adatok)

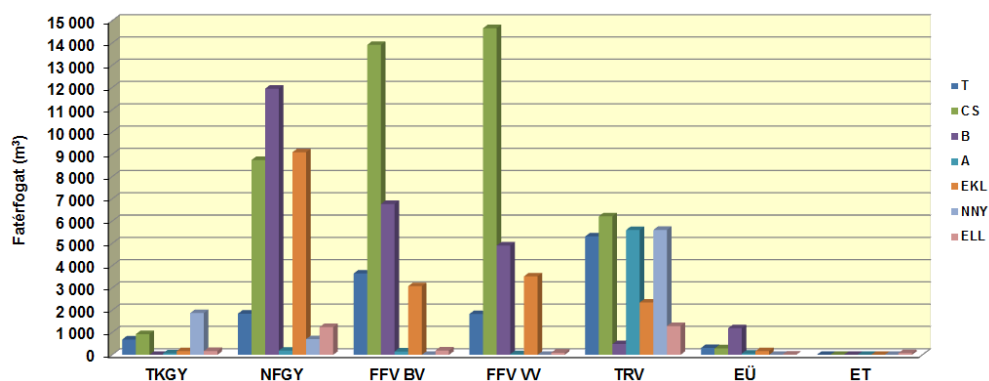


Érdekesebb összefüggést mutatnak az adatok, ha nemcsak fafajcsoport szinten, hanem fahasználati típusonként is elemezzük őket. A 38. ábrán és a 76. mellékletből jól látható, hogy a harvesztereket lombosállományokban leginkább növedékfokozó gyérítésekben és fokozatos felújító vágások bontó, valamint végvágásaiban alkalmazzák. Fenyvesállományokban legjellemzőbb a tarvágás, ill. a nagyarányú fenyőpusztulás következtében az egészségügyi termelés.



38. ábra: 2006–2014 között fahasználatonként kitermelt fatérfogat (Forrás: Saját adatok)

A 119.520 m³ lombos faanyag kitermelését közelebbről megvizsgálva (39. ábra) szembetűnik, hogy a cser, bükk és az egyéb keménylomb részaránya kiemelkedő. Ezeket a fafajokat harveszterekkel elsősorban növedékfokozó gyérítésekben és fokozatos felújító vágásokban termelik ki. Ennek oka a gépek paramétereiben és az erdőállományaink erdőnevelésében és termőhelyi adottságaiban keresendő. Ezen fafajok növedékfokozó gyérítési és a bontóvágási korban, az alkalmazott harveszterfejek optimális mérettartományába esnek. A végvágások alkalmával a tőtmérő sok esetben már nem teszi lehetővé a többszemes fakitermelő gépek alkalmazását bükkösökben és keménylombos állományokban. Továbbá ebben a korban adják a legértékesebb választékokat ezek az állományok. A motorfűrészsel precízebben végre lehet hajtani a faegyedek döntését, gallyazását, választékolását. A terpeszek levágásával alacsonyabb tuskómagasság alakítható ki, mint harveszterrel. A cseresek a véghasználati korban, mind tőtmérő-tartomány, mind faanyagminőség tekintetében alkalmasak a harveszterekkel történő kitermelésre. Tarvágásokat elsősorban cseresekben, nemes-nyárasokban, akácokban és tölgyesekben hajtottak végre ilyen fakitermelő gépekkel.



39. ábra: 2006–2014 között kitermelt fahasználatonkénti lombos fatérfogat (Forrás: Saját adatok)



Az egészségügyi termeléseknél jelentkező kiugró adat pedig a 2010-es – többek között – a dunántúli bükkösöket sújtó széldöntések kárelhárításait mutatja.

5.2. HAZÁNKBAN DOLGOZÓ HARVESZTEREK VIZSGÁLATAI

A harveszterek munkájának értékeléséhez (munkaidőszerkezet, teljesítmény) állományban történő mérésekre volt szükség. A terepi adatfelvétel haladó (folyamatos) időméréses módszerrel történt. Az adatfelvétel stopperóra, terepi jegyzőkönyv, toll és mérőszalag segítségével történt. Minden egyes részművelet/műveletszakasz végén feljegyzésre került a mérés kezdetétől eltelt időtartam. A felvételezés során a következő „műveletelemek” kerültek elkülönítésre:

- Fa felkeresése (F): az az időtartam, amely alatt a gépkezelő a manipulátorkar segítségével ráhelyezi a harveszterfejet a fa törésére;
- Döntés, feldolgozás (D): a fa döntését, előközelítését, gallyazását, választékolását, darabolását és választékonkénti rakásolását magában foglaló időtartam;
- Átállás (Á): helyváltoztató mozgás;
- Csak döntés (CD): nagyon vékony, ill. rosszminőségű (pl. teljesen korhadt) faegyed kitermelésére fordított idő, amely alatt nem keletkezik választék;
- Gallyanyag rendezése (G): valamely oknál fogva zavaró tényezőként jelentkező gallyanyag átrakása;
- Faanyag rendezése (R): valamely oknál fogva zavaró tényezőként jelentkező faanyag (választék) áthelyezése;
- Pihenő (P): személyi szükségletek kielégítésének időtartama;
- Hibaelhárítás (H): a munkavégzés során bekövetkező műszaki meghibásodások elhárításának időtartama;
- Karbantartás (K): gépi szükségletek kielégítésének időtartama (pl. lánccsere, tankolás);
- Várákozás (V): egyéb veszteségidő (pl. telefonálás).

Az időpont mellett rögzítésre kerültek a fafajok, az egyes ciklusonként feldolgozott faanyag mennyisége (termelt választékok száma), ill. az átállások távolsága (becsléssel) is. A gép teljesítményének meghatározása érdekében, választékfajtánként egy átlagos méretű választék került meghatározásra. A mérés időtartamától és a termelt választékok számától függően, minden egyes választékfajtaból 50–150 darabnak feljegyzésre került a csúcsátmérője. A hossz ismeretében pedig a kiértékelő programhoz adaptált (szerző által készített, közbökönyvön alapuló) Excel-es köböző-program segítségével meghatározható volt az átlagos méretű választékok fatérfogata. Minden egyes kitermelt fa a mérés során ún. nehézségi pontszámot kapott (*forstINNO*, 2007). Ez a pontszám három részpontszámból tevődik össze:

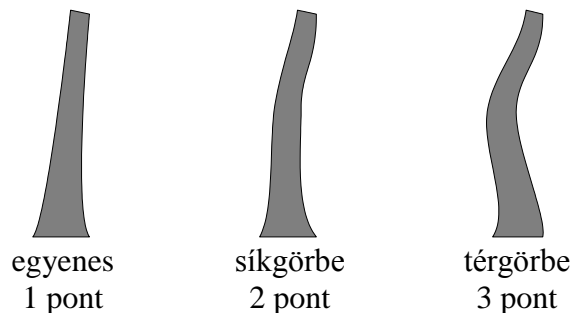
- görbeség;
- ágasság;
- villásodás.

A nehézségi részpontszámok megállapítása szubjektív módon történt, de előre kialakított és jellemzett kategóriákon alapult. Az egyes faegyedek jellemzése során a részpontszámokat a törzsrész szemrevételezésével állapítottam meg.

Görbeség esetében három kategória került elkülönítésre (40. ábra). Az a faegyed, melynek törzse a szemrevételezés során egyenesnek minősült, függetlenül attól, hogy hol helyezkedett el a súlypontja, azaz milyen húzású volt, 1-es nehézségi részpontszámot

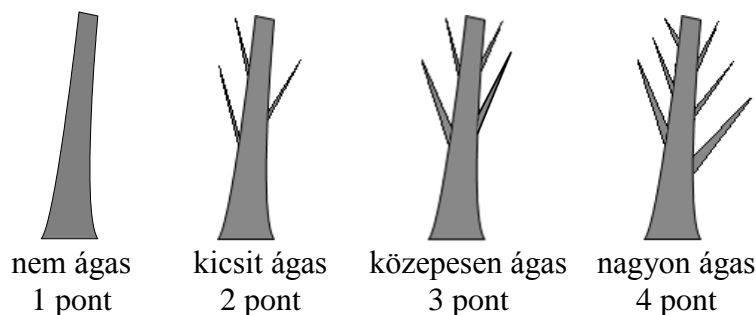


kapott. Az egyirányú síkgörbességgel rendelkező faegyed 2-es, a többirányú síkgörbességgel, azaz térgörbességgel rendelkező faegyed pedig 3-as pontszámot kapott.



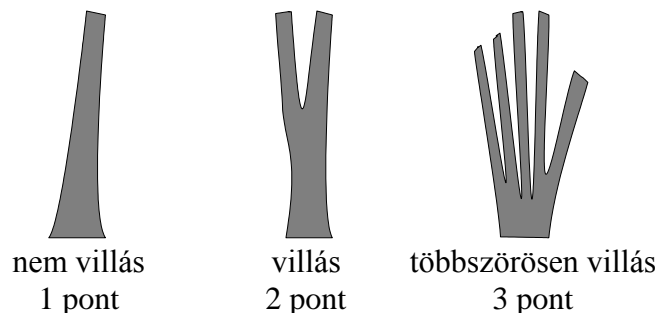
40. ábra: Görbeségi kategóriák (Forrás: forstINNO, 2007)

Ágasság esetében négy kategória került elkülönítésre (41. ábra). A törzsrészen oldalágakkal nem, vagy csak néhány kisméretű, általában többletfény hatására fejlődő vízajtással (fattyúajtással) rendelkező faegyed 1-es pontszámot kapott. A vékony oldalágakkal elszórtan rendelkező törzsrésztű fa 2-es, az egy-két vastagabb és több vékonyabb oldalágú fa 3-as pontszámot kapott. A nagy és erős ágrendszerű egyedek (állomány szélén található fák, böhöncök) nehézségi részpontszáma: 4.

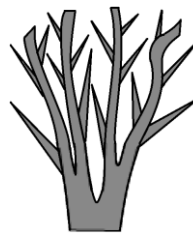
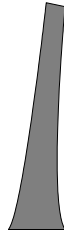


41. ábra: Ágassági kategóriák (Forrás: forstINNO, 2007)

Villásodás esetében három kategória került elkülönítésre (42. ábra). A nem elágazó törzsű fa pontszáma: 1. A töben vagy a törzs bármely részén elágazó törzsű faegyed 2-es pontszámot kapott. A tősarjas, többszörösen elágazó fa nehézségi pontszáma: 3. Az egyes részpontszámok összege eredményezi az adott faegyed nehézségi pontszámát, amely az előzőek alapján 3 és 10 közötti értéket vehet fel (43. ábra).



42. ábra: Villásodási kategóriák (Forrás: forstINNO, 2007)



egyenes, nem ágas, térgörbe, nagyon ágas,
nem villás többszörösen villás
3 pont 10 pont

43. ábra: Nehézségi pontszám szélsőséges esetei (Forrás: Saját ábra)

A terepen felvételezett adatsorok feldolgozása Microsoft Excel szoftverben kialakított kiértékelő programmal történt (44. ábra). A terepi adatok bevitelét követően kiszámításra kerültek a műveleti idők, a nehézségi (össz)pontszámok és a termelt választékok fatérfogata. A műveleti időkből elkészült az munkaidő-szerkezet táblázat és diagram. A műveletelemek időtartamából és a kitermelt fatérfogatból számítható volt a gép óránkénti és műszakteljesítménye (8 óra). A műveletelemek és azok csoportosítása révén 5 kategóriában kerültek kiszámításra az előző értékek:

- Döntési időben (T_d): A 'Fa felkeresése' és a 'Döntés' ($t_d = F+D$) műveletelemre vonatkozóan. A harveszterfej és a darukar abszolút teljesítményét mutatja.
- Fakitermelési időben (T_f): Az előző kategória műveletelemein túl itt az 'Átállás' időtartama is figyelembe vételre kerül ($t_f = F+D+Á$). A gép maximális teljesítményét mutatja.
- Produktív időben (T_{pr}): A ténylegesen munkavégzéssel töltött időtartam ($t_{pr} = F+D+Á+CD+G+R$) alatti gépteljesítményt eredményezi.
- Várakozás nélküli időben (T_v): A teljes időtartamból levonásra kerül a 'Várakozás' műveletelem ($t_v = Ü-V$), ez alapján kerül meghatározásra a teljesítmény; ahol $Ü$ = üzemidő, vagyis a mérés időtartama.
- Üzemidőben ($T_{ü}$): A folyamatos mérés teljes időtartamára ($t_{ü} = F+D+Á+CD+G+R+P+H+K+V = Ü$) adja meg a gép teljesítményét.

(Megjegyzés: az időadatok minden esetben perc mértékegységgel szerepelnek!)

Produktív időre (t_{pr}) a teljesítmény (T_{pr}) számításának módja:

$$T_{pr(h)} = (Q/t_{pr}) \times 60$$

ahol:

$T_{pr(h)}$: óránkénti teljesítmény produktív időre (m^3/h);

Q : mérés időtartama alatt kitermelt fatérfogat (m^3);

t_{pr} : a ténylegesen munkavégzéssel töltött műveletelemek ($F+D+Á+CD+G+R$) együttes időtartama az adott mérés teljes idejére nézve (perc).

$$T_{pr(műsz)} = T_{pr(h)} \times t_{műsz}$$

ahol:

$T_{pr(műsz)}$: műszakteljesítmény produktív időre ($m^3/műsz.$);

$T_{pr(h)}$: óránkénti teljesítmény produktív időre (m^3/h);

$t_{műsz}$: műszak időtartama (h), a későbbiekben 8 órával számolva.



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

A Magyarországra jellemző gépkihasznátsági tényező ($P = 60\%$) figyelembevételével meghatározásra kerül a vizsgált gép várható teljesítménye, amely azt adja meg, hogy a géptől a közeljövőben, hasonló paraméterű állományban biztosan mekkora teljesítmény várható el. Ennek meghatározásához a produktív időt vesszük 100%-nak.

$$T_{Vh} = T_{pr(h)} \times P\%/100$$

$$T_{Vműsz} = T_{pr(h)} \times t_{műsz} \times P\%/100$$

ahol:

T_{Vh} : várható óránkénti teljesítmény (m^3/h);

$T_{Vműsz}$: várható műszakteljesítmény ($m^3/műsz.$);

$T_{pr(h)}$: óránkénti teljesítmény produktív időre (m^3/h);

$t_{műsz}$: műszak időtartama (h), a későbbiekben 8 órával számolva;

$P\%$: Magyarországra jellemző gépkihasznátsági tényező ($P=60\%$).

A műveletelemek időtartama alapján kiszámításra került a gép tényleges, adott vizsgálatra vonatkozó gépkihasznátsági tényezője is:

$$P\%_{sz} = \left(\frac{t_{pr}}{t_{ü}} \right) \times 100$$

ahol:

$P\%_{sz}$: számított gépkihasznátsági tényező (%);

t_{pr} : produktív idő (perc);

$t_{ü}$: üzemidő (perc).

Elegyes állomány esetében a program kiszámolja a kitermelt faegyedek elegyarányát is. Egy diagram is készül, amely az átállási távolságok és az ehhez tartozó időtartamok viszonyát szemlélteti.

		Folyó idő		Művelet idő	Távolság	Sor-szám	Fajta	Mélegességi átmérő	Görbe-ség	Ágas-ság	Világosodás	Osszesített nehézségi pontszám	Választékok száma			Választékok területe			Művelet idő	Távolság	Művelet idő	Távolság								
		Mért	Számított					d ₁	d ₂	d ₃			Ipari f	Rönk	Lak. f	Ipari f	Rönk	Lak. f	Ossz	min. m ³ /100	m	min. m ³ /100	m							
		h	sec	mm	m			cm	cm	cm			db	db	db	db	db	db	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²							
6	A	0	24	0,40	0,40	0,40															0,40	5,00								
7	F	0	27	0,45	0,45	0,05																								
8	D	0	1	7	0,12	1,12	0,67																							
9	A	0	1	15	0,25	1,25	0,13																							
10	F	0	1	19	0,32	1,32	0,07																							
322	F	3	56	25	0,42	236,42	0,07																							
323	D	3	57	23	0,38	237,38	0,96																							
324	A	3	58	10	0,17	238,17	0,79																							
325	Összesen												238,17																	
326	Átlag																													
327	Darab																													
328																														
329																														
330																														
331	Időszekerzet																													
332	Műveletelem																													
333																														
334	F / Fa felkorezése												12,01	5,0	104	0,12														
335																														
336	V / Várakozás												5,25	2,2	6	0,87														
337	Összesen												238,04	100,0																
338																														
339	Műszakidő																													
340	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasznátsági tényező (P_{sz})																													
341																														
342	Számított gépkihasznátsági tényező (P_{sz})																													
343																														
344																														

44. ábra: Kiértékelő program, Microsoft Excel (Forrás: Saját ábra)

5.2.1 Valmet 911.3 munkaidő-tanulmány

A gép tulajdonosa IHARTÜ-2000 Erdészeti és Faipari Kft. A géppel kapcsolatban 7 erdőrészletben került sor vizsgálatokra.



Szentgál 23C – Fokozatos felújító bontóvágás cseresben

Terület

A Szentgál község határában elhelyezkedő 23C erőrészlet (77. melléklet) gazdasági egységét tekintve magánerdő. Az állomány 8,5 ha összterületű. A tősarj eredetű csertölgy állomány elenyésző elegyarányban gyertyán, virágos kőris, mezei juhar és bükk fafajokat is tartalmazott. Természetes módon fogják az állományt felújítani. A fokozatos felújító vágási munkálatok első lépését – a bontó vágást – hajtották végre a vizsgálat során. A beavatkozás az egész állományt érintette. A fák átlagos kora 77 év, az átlagos famagasság 19 m, az átlagos mellmagassági átmérő pedig 27 cm. 70%-os záródás mellett a törzsszám 410 db/ha, a fakészlet pedig 231 m³/ha volt. A fakitermelés során 70% feletti cserjeborítással és nagyszámú cser újulattal kellett számolnia a szabálytalan hálózatú állományban mozgó gumikerekű harveszternek.

Munkarendszer

A bontóvágást egy Valmet 911.3 típusú harveszter (45. ábra) végezte. A munkavégzés során a gép kitermelte az előzetesen kivágásra megjelölt fákat, melyek kijelölése a meglévő újulattal és az állományviszonyoknak megfelelően történt. A gép a felújító bontóvágás során a 15–20 m széles pásztákban szakaszos előrehaladással dolgozott, miközben folyamatosan alakította ki maga előtt – a visszamaradó faegyedek függvényében – a pászta közepén kanyargó (a visszamaradó fákat kerülgető), szabálytalan vonalvezetésű, 4 m széles közelítőnyomot.



45. ábra: Fokozatos felújító bontóvágás cseresben, Szentgál 23C (Forrás: Saját képek)

A közelítőnyomok az egész terület kb. 20%-át foglalták el. A 3 m-es faanyag (tüzifa) rakásolása a gép mellett történt, a gallyazás során képződött vékonyfa, valamint a korona 5 cm-nél vékonyabb részei pedig a gép mellett, a közelítőnyom jobb és bal oldalán halmozódtak fel. A fakitermelés folyamatát akadályozó – előzetesen motorfűrészsel

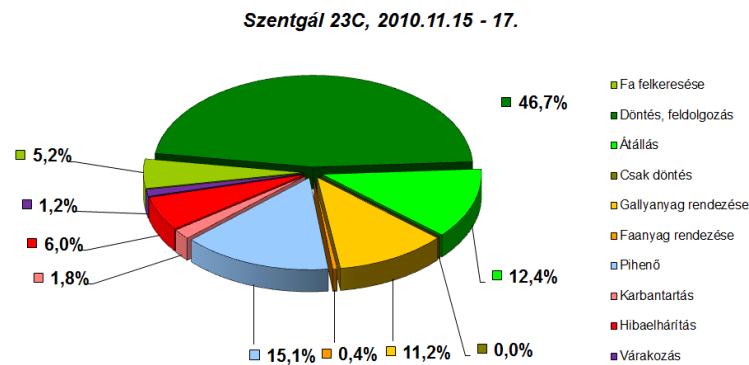


kivágott – cserjeszint egyedeit a gépkezelő a manipulátor kar segítségével áthelyezte a közelítőnyom közelebbi oldalára. A hengeresfa választék közelítését Valmet 860.3 típusú kihordó végezte. A meglévő újulat védelme érdekében a harveszter és a kihordó csak a kialakított közelítőnyomokon közlekedett, továbbá az újulat zavartalan fejlődését biztosította, hogy a gallyanyag közvetlenül a közelítőnyom mellett halmozódott fel és a kivágott cserjék is ugyanide kerültek az áthelyezés következtében. A vékony faanyag koncentrált megjelenése jó lehetőséget kínál az esetleges aprítással történő hasznosításhoz. Természetes, ebben az esetben az aprítást és az apríték közelítését végző gépek szintén a kialakított közelítőnyomon közlekednének.

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A terepi adatfelvétel három napon át, összesen 1133,63 percen keresztül zajlott. A mérés időtartama (46. ábra, 78. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 46,7%-át a fa döntésére, feldolgozására, 12,4%-át átállásra, továbbá 11,2%-át gallyanyag rendezésre fordította. A viszonylag magas átállási- és gallyanyag-rendezési idő a bontóvágás és az újulat védelmének következménye.



46. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)

Munkaterületen belüli átállások

A munkavégzés során 398 db átállás volt. Összesen a gép 3925 m-t tett meg fakitermelés közben. Az átállások távolsága 2 és 300 m között változott, átlagosan 9,86 m volt. Időtartama 0,03 és 5,97 perc közötti, átlagosan 0,35 perc volt. Az átállásra fordított idő 140,41 perc volt, amely a teljes munkaidő 12,4%-a. Az átállás időtartama és a távolsága közötti időtartamot a 79. és 80. melléklet szemlélteti. Az ábrákból látható, hogy az átállások döntő többsége 2 és 20 m, ill. 0,03 és 0,7 perc közötti volt. Azaz a fakitermelés során a gép mozgása a pásztán belüli szakaszos előrehaladásból és pászták közötti átállásból épült fel.

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

226,5 m³ faanyagot termelt a gép a vizsgálat időtartama alatt. A gép napi és óránkénti összesített teljesítményei a 81. mellékletben és a 2. táblázatban láthatók. A három nap összesített teljesítménye üzemidőre nézve 11,99 m³/h, míg produktív időben 15,80 m³/h. A 8 órás műszakteljesítmény ezekre az időfélésekre 95,89 m³, ill. 126,37 m³.



Karbantartás

A terepi adatrögzítés során 3 alkalommal fordult elő karbantartás. Az elhasználódás következtében két alkalommal volt szükség a fűrészlánc élezésére, ill. egy alkalommal a fűrészlánc cseréjét kellett végrehajtani. Összesen 20,31 percet fordítottak karbantartásra, ami átlagosan 6,77 percet vett igénybe.

Összesített teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	23,12	184,94
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	18,66	149,28
Termelési időben	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	15,80	126,37
Várakozás nélküli időben	(t _v =Ü-V)	12,13	97,05
Üzemidőben	(t _ü =Ü)	11,99	95,89

2. táblázat: Valmet 911.3 harvester összesített teljesítményadatai, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)

Hibaelhárítás

A mérés során 8 alkalommal történt meghibásodás. Egy alkalommal a harvesterfeji működtetését biztosító hidraulikacsövek közül egyet tönkremenetel következtében cserélni kellett, mindez 40,93 percig tartott. Hét alkalommal pedig a fűrészlánc leesett a vezetőlemezről, ezt kellett visszarakni, ill. ellenőrizni a vágószerkezet sérülésmentességét. Ezen hibák javítása összesen 27,53 percet vett igénybe, és átlagosan 3,75 percig tartottak.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A kitermelés során összesen 425 darab fa kitermelésére került sor, ennek 96,5%-a csertölgy volt, a többi gyertyán, virágos kőris és mezei juhar (82. melléklet). Görbeség tekintetében a faegyedek fele egyenes volt, a másik fele pedig közel azonos arányban sík, ill. térgörbe. A kitermelt fák törzsrészének 78%-a nem vagy csak kismértékben volt ágas, továbbá a villás egyedek csak elvétve fordultak elő.

Termelt választékok jellemzői

A termelés során csak tűzifát választékoltak minden fafajból, egységesen 3 m-es hosszban. 1134 perc alatt 1930 db választék képződött. Cser esetében az átlagos választéktérfogat 0,118 m³, a kitermelt mennyiség pedig 224,575 m³ (3. táblázat).

Választék	Tűzifa				Választék
	CS	GY	VK	MJ	
Hossz (m)	3,0				Hossz (m)
Átlagátm. (cm)	19,4	18,6	12,2	12,6	Átlagtérfogat (m ³)
Darabszám (db)	1901	8	20	1	Térfogat (m ³)
Eloszlás (%)	98,50	0,41	1,04	0,05	Eloszlás (%)
	226,173				
	0,118	0,098	0,051	0,053	
	224,318	0,784	1,018	0,053	
	99,18	0,35	0,45	0,02	

3. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

A vizsgálat során elért teljesítményt és az átlagos gépkihasználati tényezőt figyelembe véve megállapíthatók a gép várható teljesítményei (4. táblázat). Például



produktív időben a várható teljesítmény 9,48 m³/h. A mérés ideje alatt a számított gépkihasználati tényező (P_{sz}) 75,82% volt, azaz a magyarországi átlag feletti.

Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	13,87	110,96
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+\dot{A}$)	11,20	89,57
Produktív időben (P)	($t_{pr}=F+D+\dot{A}+CD+G+R$)	9,48	75,82
Produktív időben (P_{sz})	($t_{pr}=F+D+\dot{A}+CD+G+R$)	11,99	95,89
Számított gépkihasználati tényező (P_{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényező (P)		Műszakidő
		75,9%	60%
			8 óra

4. táblázat: Valmet 911.3 harvester várható teljesítményadatai, Szentgál 23C (*Forrás: Saját adatok*)

Szentgál 105D – Fokozatos felújító bontóvágás gyertyánosban

Terület

Szentgál 105D erdőrészlet (83. melléklet) területe 9,7 ha. Faállomány főfafaja a gyertyán. 16%-os elegyarányban a bükk is jelen van, valamint szálanként előfordult benne még korai juhar, magas kőris, madárcseresznye, kislevelű hárs, és kocsánytalan tölgy is. Távlati célállomány a B–GY–KTT. Faanyagtermelő erdő, amelyben semmilyen korlátozás sincs érvényben. Az erdőrészlet domborzat szempontjából kissé tagolt. A mageredetű állomány 86 éves volt. Az átlagos famagasság gyertyán esetében 22 m, míg a bükk esetében 25 m volt. Átlagos mellmagassági átmérő 26 cm, ill. 44 cm. A fakészlet 314 m³/ha, ill. 941 m³/ha.

Munkarendszer

A fakitermelést Valmet 911.3-as harvesterrel hajtották végre. A harvester a megjelölt faegyedeket termelte ki, miközben kialakította a terepviszonyoknak megfelelő közelítőnyomokat. A termelt választékok a közelítőnyom két oldalán koncentráálódtak és ezzel egyidejűleg a vágástéri melléktermék is. A fokozatos felújítás első lépését, a bontó vágást hajtották végre a területen. Ez az állomány töszámának és záródásnak csökkentésében, a többletfény bejutásnak elősegítésében nyilvánult meg, a magtermés fokozásának érdekében. Mivel a terület célfafaja a bükk volt, ezért a fakitermelés elsősorban az állomány gyertyán egyedeit érintette. A termelt választékok közelítését kihordóval hajtották végre (47. ábra).

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A terepi adatfelvétel 440 percen keresztül zajlott. A mérés időtartama (48. ábra, 84. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 50,7%-át a fa döntésére, feldolgozására, 8,8%-át átállásra, továbbá 5,6%-át gallyanyag rendezésre fordította.

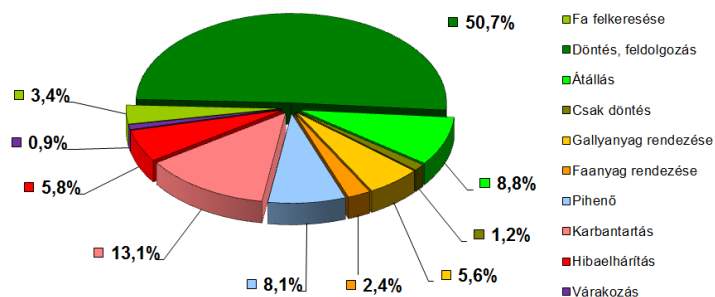
Munkaterületen belüli átállások

A munkavégzés során 90 db átállás volt, melyek összes távolsága 1404 m. Az átállások távolsága 1 és 200 m között változott, átlagosan 16,0 m volt. Időtartama 0,08 és 2,86 perc között változott, átlagosan 0,43 perc volt. Az átállásra fordított idő 37,96 perc volt. Az átállás időtartama és távolsága közötti összefüggést a 85. melléklet szemlélteti.



47. ábra: Fokozatos felújító bontó vágás gyertyánosban, Szentgál 105D (Forrás: Saját képek)

Szentgál 105D, 2011.09.26.



48. ábra: Munkaidő-szerkezet, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok)

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

A vizsgálat során $82,4 \text{ m}^3$ faanyag kitermelésére került sor. Az óránkénti és műszakteljesítményei az 5. táblázatban láthatóak. Az óránkénti teljesítmény üzemidőben $11,37 \text{ m}^3/\text{h}$, míg produktív időben $15,76 \text{ m}^3/\text{h}$. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye $90,96 \text{ m}^3$, ill. $126,08 \text{ m}^3$.

Kitermelt faegyedek jellemzői

99 darab fa került kitermelésre, ennek 84,8%-a gyertyán és 13,1%-a bükk volt (86. melléklet). Görbeség tekintetében a faegyedek 89%-a egyenes volt és 11%-a síkgörbe. A fák 88%-a nem vagy csak kicsit volt ágas és 29%-a villás ágrendszerű.



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	21,03	168,22
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	18,08	144,63
Produktív időben	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	15,76	126,08
Várakozás nélküli időben	(t _v =Ü-V)	11,47	91,75
Üzemidőben	(t _ü =Ü)	11,37	90,96

5. táblázat: Valmet 911.3 harvester összesített teljesítményadatai, Szentgál 105D
(Forrás: Saját adatok)

Termelt választékok jellemzői

Csak tűzifa került termelésre, egységesen 3 m-es hosszban. 878 db választék képződött. Gyertyán esetében az átlagos választéktérfogat 0,079 m³, bükk esetében pedig 0,169 m³ volt. A kitermelt mennyiség pedig 82,433 m³ (6. táblázat).

Választék	Tűzifa			Választék
	B	GY	KH	
Hossz (m)	3,0			Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	22,8	15,2	21,8	Átlagtérfogat (m ³)
Darabszám (db)	130	729	19	Tér fogat (m ³)
	878			
Eloszlás (%)	14,8	83,0	2,16	Eloszlás (%)

6. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

A vizsgálat során elért teljesítményt és az átlagos gépkihasználati tényezőt figyelembe véve megállapíthatók a gép várható teljesítményei (7. táblázat). Például produktív időben a várható teljesítmény 9,46 m³/h. A mérés ideje alatt a számított gépkihasználati tényező (P_{sz}) 72,1% volt.

Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	12,62	100,93
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	10,85	86,78
Produktív időben (P)	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	9,46	75,65
Produktív időben (P _{sz})	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	11,37	90,96
Számított gépkihasználati tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényező (P)		Műszakidő
72,1%	60%		8 óra

7. táblázat: Valmet 911.3 harvester várható teljesítményadatai, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok)

Szentgál 33B és C – Egészségügyi termelés viharkárosított állományban

Terület

A Szentgál község határában elhelyezkedő 33B és C erőrészlet (87. melléklet), gazdasági egységét tekintve magánerdő. Az állomány 12,6 és 13,3 ha nagyságú, magyeredetű cseres-gyertyános-bükkös. A károsítás csoportosan jelentkezett az egész



állomány területén. A fák átlagos kora 62 és 80 év, az átlag famagasság 21 és 17 m, az átlag mellmagassági átmérő pedig 24 és 29 cm. 95%-os és 77%-os záródás mellett a törzsszám 570 és 370 db/ha, a fakészlet pedig 431 és 235 m³/ha volt.

Munkarendszer

Az egészségügyi termelést egy Valmet 911.3 típusú harvester (49. ábra) végezte. A munkavégzés során a gép kitermelte a vihar által kidöntött fákat, melyek a területen egyenetlen eloszlásban voltak megtalálhatók. A vihar elsősorban az állomány nagyobb mellmagassági átmérővel ($d_{1,3}$: 25–40 cm) és koronával rendelkező egyedeit károsította. A széldöntés csoportosan jelentkezett az állományokban, ahol a fák – a tavaszi heves és nagymennyiségű esőzések miatt – gyökerestül dőltek ki. Az esetek túlnyomó többségében a törzsek egymásra dőltek, vagy fennakadtak a lábön maradt állomány egyedein. A viharkárosított állományok kitermelési szabályainak megfelelően az egymásra dőlt faegyedek kitermelése kívülről befelé, valamint fentről lefelé haladva történt meg. Néhány esetben a különleges termelési helyzet és mód a fa feldolgozásának irányát is megváltoztatta, azaz a koronarésztől haladt a törész felé. Sok esetben a kifordult gyökértányér törésről történő levágását megelőzte a csonk felállításása, annak érdekében, hogy a tuskó és a gyökerek visszakerüljenek közel az eredeti helyükre, ezzel javítva az erdő látképét, ill. segítve a biológiai folyamatokat és a későbbi erdőgazdasági munkákat. A 3 m-re választékolt faanyag közelítését Valmet 860.3 típusú kihordó végezte el.



49. ábra: Egészségügyi termelés viharkárosított állományban, Szentgál 33 B és C (Forrás: Saját képek)

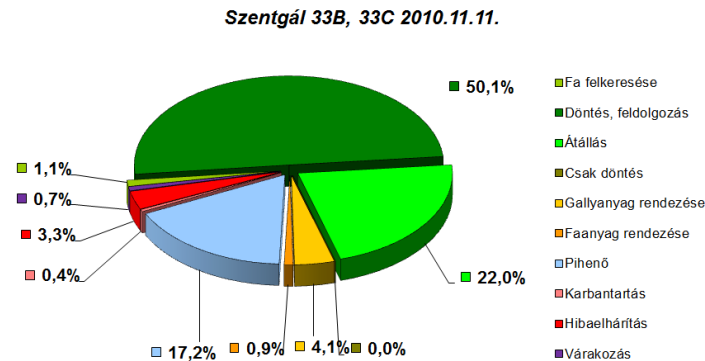
Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A terepi adatfelvétel 399,73 percen keresztül zajlott. A mérés időtartama (50. ábra, 88. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 50,1%-át a fa döntésére, feldolgozására, 22,0 %-át átállásra, továbbá 4,1%-át gallyanyag rendezésre fordította. A magas átállási idő az



elszórta elhelyezkedő kidőlt faegyedek felkeresésének a következménye. A pihenőidő eddigiekhez képest nagyobb részarányának az oka, hogy a vizsgált időtartamba két főítkezés is beleesett, továbbá a nagyobb odafigyelést igénylő munka jobban megterhelte a gépkezelőt, így az a megszokottnál hosszabb pihenőidőket tartott.



50. ábra: Munkaidő-szerkezet, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok)

Munkaterületen belüli átállások

A munkavégzés során 120 db átállítás volt, melyek összes távolsága 2209 m. Az átállások távolsága 1 és 160 m között változott, átlagosan 18,0 m volt. Időtartama 0,04 és 20,77 perc között alakult, átlagosan 0,73 perc volt. Az átállásra fordított idő 88,14 perc volt, amely a teljes munkaidő 22,0%-a. Az átállítás időtartama és a távolsága közötti összefüggést a 89. melléklet szemlélteti. Ez alapján az is leolvasható, hogy az átállások száma viszonylag egyenesen csökkenést mutat a távolságok növekedésével, azaz ez is mutatja, hogy a területen elszórta, ám csoportosan jelentkezett a károsítás. A rövidebb átállások nagyobb részaránya mutatja, hogy egy-egy károsítási helyen több kisebb átállásra is szükség volt a faegyedek feldolgozásához, ill. az előállított választékok koncentráálásához, amely a közelítés hatékonyságát növelte.

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

A vizsgálat során 78,3 m³ faanyagot termeltek ki. Az óránkénti és műszak-teljesítmények a 8. táblázatban láthatóak. Az óránkénti teljesítmény üzemidőben 11,8 m³/h, míg produktív időben 15,0 m³/h. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 94,0 m³, ill. 120,0 m³.

Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	22,93	183,48
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	16,04	128,29
Produktív időben	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	15,00	119,99
Várakozás nélküli időben	(t _v =Ü-V)	11,84	94,74
Üzemidőben	(t _ü =Ü)	11,76	94,05

8. táblázat: Valmet 911.3 harveszter összesített teljesítményadatai, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

Egy alkalommal kellett a fűrészlánc cseréjét végrehajtani, ez a művelet 1,52 percet vett igénybe.



Hibaelhárítás

Négy darab meghibásodás történt a fűrészlánc leesése következtében. A feszülő fák darabolása a megszokottnál nagyobb igénybevételnek tette ki a vágószerkezetet. Ezen hibák javítása összesen 13,26 percet vett igénybe, átlagosan 3,31 percig tartottak.

Kitermelt faegyedek jellemzői

109 darab fa került kitermelésre, ennek 48,6%-a csertölgy, 33,0%-a bükk volt, a többi gyertyán és madárcseresznye (90. melléklet). Görbeség tekintetében a faegyedek 73%-a egyenes volt, 17%-a sík, ill. 9%-a térgörbe. A szél a nagyobb koronával rendelkező fákat döntötte ki, ezt igazolják az ágassági nehézségi pontszámok is. A fák 30%-a közepesen, míg 6%-a nagyon ágas volt, továbbá 30%-a volt villás ágrendszerű.

Termelt választékok jellemzői

A termelés során csak tűzifát választékoztak minden fafajból, egységesen 3 m-es hosszban. Közel 400 perc alatt 589 db választék képződött. Cser esetében az átlagos választéktérfogat 0,114 m³, bükk esetében pedig 0,178 m³ volt. A kitermelt mennyiség pedig 78,319 m³ (9. táblázat).

Választék	Tűzifa				Választék
	CS	B	GY	MCS	
Hossz (m)	3,0				Hossz (m)
Átlagátm. (cm)	19,1	23,6	14,6	21,5	Átlagtérfogat (m ³)
Darabszám (db)	292	205	60	32	Térfogat (m ³)
Eloszlás (%)	49,6	34,8	10,2	5,4	Eloszlás (%)

9. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

Az erdészeti gépek Magyarországra jellemző gépkihasznátsági tényezőjének (P) átlagos értéke 60%. A vizsgálat során elért teljesítményt és az átlagos gépkihasznátsági tényezőt figyelembe véve megállapítható a gép várható teljesítménye (10. táblázat). Például produktív időben a várható teljesítmény 9,0 m³/h. A mérés ideje alatt a számított gépkihasznátsági tényező (P_{sz}) 78,4% volt.

Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	13,78	110,09
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	9,62	76,97
Produktív időben (P)	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	9,00	72,00
Produktív időben (P _{sz})	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	11,76	94,05
Számított gépkihasznátsági tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasznátsági tényező (P)		Műszakidő
78,4%	60%		8 óra

10. táblázat: Valmet 911.3 harveszter várható teljesítményadatai, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok)



Szentgál 63B – Egészségügyi termelés viharkárosított állományban

Terület

A vizsgálatok elvégzésére egy 60 éves, viharkárosított állományban került sor a Szentgál község határában elhelyezkedő 8,9 ha-os 63B erdőrészletben (91. melléklet), amely gazdasági egységét tekintve magánerdő. A tősarj-eredetű erdőben az állományalkotó fafajok a magas kőris, a bükk, a gyertyán és a csertölgy voltak, 12–14 m-es átlagos famagassággal és 13–17 cm-es mellmagassági átmérővel.

Munkarendszer

Az egészségügyi termelést szintén egy Valmet 911.3 típusú harvester (51. ábra) végezte. A munkavégzés során a gép kitermelte a vihar által kidöntött fákat. A munkavégzés menete teljesen megegyezett a Szentgál 33B és C erdőrészletnél leírtakkal.



51. ábra: Egészségügyi termelés viharkárosított állományban, Szentgál 63B (Forrás: Saját képek)

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

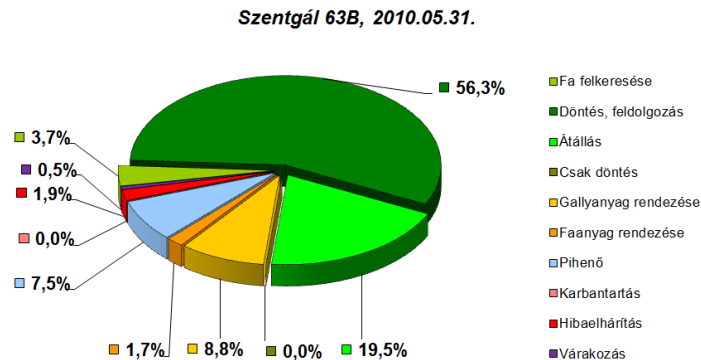
A terepi adatfelvétel 311,88 percen keresztül zajlott. A mérés időtartama (52. ábra, 92. melléklet) alatt a munkaidejének 56,3%-át a fa döntésére, feldolgozására, 19,5 %-át átállásra, továbbá 8,8%-át gallyanyag rendezésre fordította. A magas átállási idő itt is a viharkárosítás következménye.

Munkaterületen belüli átállások

A munkavégzés során 82 db átállás volt, melyek összes távolsága 1052 m. Az átállások távolsága 2 és 70 m között változott, átlagosan 13,0 m volt. Időtartama 0,09 és 4,0 perc között alakult, átlagosan 0,74 perc volt. Az átállásra fordított idő 60,73 perc volt,



amely a teljes munkaidő 19,5%-a. Az átállás időtartama és a távolsága közötti összefüggést a 93. melléklet szemlélteti. Az előző erdőrészletnél leírtak, itt is helytállóak.



52. ábra: Munkaidő-szerkezet, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

A vizsgálat során 48,3 m³ faanyag kitermelésére került sor. Az óránkénti és műszakteljesítményei a 11. táblázatban láthatóak. Az óránkénti teljesítmény üzemidőben 9,29 m³/h, míg produktív időben 10,32 m³/h. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 74,30 m³, ill. 82,55 m³.

Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	15,49	123,91
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+\dot{A}$)	11,69	93,53
Produktív időben	($t_{pr}=F+D+\dot{A}+CD+G+R$)	10,32	82,55
Várakozás nélküli időben	($t_v=\ddot{U}-V$)	9,34	74,68
Üzemidőben	($t_{\ddot{u}}=\ddot{U}$)	9,29	74,30

11. táblázat: Valmet 911.3 harveszter összesített teljesítményadatai, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

A vizsgálat ideje alatt nem volt szükség karbantartási műveletre.

Hibaelhárítás

Három meghibásodás történt a mérés során. Mindhárom alkalommal a fűrészlánc leesett a vezetőlemeztől, ezt kellett visszarakni, ill. ellenőrizni a vágószerkezet sérülésmentességét. Ezen hibák javítása összesen 6,03 percet vett igénybe, átlagosan 2,01 percig tartottak.

Kitermelt faegyedek jellemzői

79 darab fa került kitermelésre, ennek 44,3%-a csertölgy, 45,6%-a bükk volt, a többi gyertyán és mezei juhar (94. melléklet). Görbeség tekintetében a faegyedek 61%-a egyenes volt, 18%-a sík, ill. 22%-a térgörbe. A fák közel 70%-a nem vagy csak kismértékben volt ágas. 14 db fa villás ágrendszerű volt.



Termelt választékok jellemzői

Csak tűzifa került termelésre, egységesen 3 m-es hosszban. 311,88 perc alatt 479 db választék képződött. Cser esetében az átlagos választéktérfogat $0,101 \text{ m}^3$, bükk esetében pedig $0,103 \text{ m}^3$ volt. A kitermelt mennyiség pedig $48,277 \text{ m}^3$ (12. táblázat). Cser és bükk esetében jól látszik, hogy közel azonos egyedszám mellett bükkből darabszámra nézve 21%-kal, térfogatra nézve 23%-kal több faanyag került kitermelésre.

Választék	Tűzifa				Tűzifa				Választék
	CS	B	GY	MJ	CS	B	GY	MJ	
Hossz (m)	3,0				3,0				Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	18,0	18,0	14,3	20,3	0,101	0,103	0,068	0,122	Átlagtérfogat (m^3)
Darabszám (db)	193	244	28	14	19,456	25,205	1,910	1,706	Térfogat (m^3)
Eloszlás (%)	40,3	50,9	5,8	2,9	48,277				Eloszlás (%)
					40,30	52,21	3,96	3,53	

12. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

Az erdészeti gépek Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényezőjének (P) értéke 60%. A vizsgálat során elért teljesítményt és az átlagos gépkihasználati tényezőt figyelembe véve megállapítható a gép várható teljesítménye (13. táblázat). Például produktív időben a várható teljesítmény $6,19 \text{ m}^3/\text{h}$. A mérés ideje alatt a számított gépkihasználati tényező (P_{sz}) 90,0% volt.

Várható teljesítmény		m^3/h	$\text{m}^3/\text{műszak}$
Döntési időben	$(t_d=F+D)$	9,29	74,34
Fakitermelési időben	$(t_f=F+D+\dot{A})$	7,02	56,12
Produktív időben (P)	$(t_{pr}=F+D+\dot{A}+CD+G+R)$	6,19	49,53
Produktív időben (P_{sz})	$(t_{pr}=F+D+\dot{A}+CD+G+R)$	9,29	74,30
Számított gépkihasználati tényező (P_{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényező (P)		Műszakidő
90,0%	60%		8 óra

13. táblázat: Valmet 911.3 harvester várható teljesítményadatai, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)

A viharkárosított állományok kitermelése minden esetben az értékmentésről szól, amely során a fakitermelés megszokottnál is több veszélyhelyzetet teremthet. A veszélyes fakitermelés alapelveinek betartása nemcsak manuális fakitermelés esetén ajánlott, hanem a gépesített fakitermelés során is. A gépkezelők nagyobb személyi biztonságot élveznek ugyan a motorfűrész kezelőkkel szemben, de a megfontolatlanul és felelőtlenül végzett munka itt is súlyos anyagi következményekkel járó műszaki meghibásodásokat és baleseteket eredményezhet. A különleges körülmények okozta többletkoncentrált feladat hatása csak kismértékben érzékelhető a számított teljesítményadatokat tekintve, mert a gépkezelő – a daru révén – biztonságos távolságból irányíthatja a feszülő fák darabolását, mozgását. A kismértékű teljesítménycsökkenés a többszöri nagytávolságú átállásokra vezethető vissza.



Balatonfőkajár 1D – Tarvágás akácosban

Terület

A Balatonfőkajár község határában elhelyezkedő 1D erőrészlet (95. melléklet), gazdasági egységét tekintve magánerdő. Az állomány 23,6 ha összterületű, feketefenyővel csoportosan (25%) elegyített akácos. A tarvágásos véghasználat 4,3 ha elegyetlen akácos állományrészt érintett. A fák átlagos kora 42 év, az átlagos famagasság 17 m, az átlagos mellmagassági átmérő pedig 20 cm. 96%-os záródás mellett a törzsszám 640 db/ha, a fakészlet pedig 148 m³/ha. Fatermőképessége 6 m³/ha/év (gyenge). Az említett adatok alapján a párhuzamos hálózatú, mageredetű akácos az V. fatermési osztályba tartozik. A cserjeborítás 30–70% közötti, egyöntetűen közepesen fedett.

Munkarendszer

A fakitermelés gépi úton történt, a vágásterületen mozgó gumikerekű harveszterekkel. A fák kitermelését és feldolgozását Valmet 911.3 típusú (53. ábra) és Silvatec 896 TH-H típusú (lásd később) harveszterek végezték. A tarvágás során a gépek egyégesen 15 m széles pásztákban, szakaszos előrehaladással dolgoztak.

A gallyanyagon kívül a gépkezelő az előzetesen már kivágott cserjeszint egyedeit a munkavégzés során folyamatosan a pászta jobb oldalára helyezte át. Ily módon a közelítőnyom – amely a pászta közepén helyezkedett el – jobb oldalán az aprítandó vékonyfa, míg a baloldalon a hengeresfa halmozódott fel (56. ábra).

Valmet 860.3 típusú kihordó (forvarder) (54. ábra) a harveszterek után kialakult közelítőnyomokon haladva végezte – a fakitermeléssel párhuzamosan – a közelítést, az érintett terület délkeleti szélén kialakított rakodóra. Az átlagos közelítés távolság megközelítette az 500 m-t.

A hengeresfa-közelítést követően történt a vékony faanyag aprítása, TBM Preuss 81/10 AWC - Bruks 805-ös aprítógéppel (55. ábra). A vágásterületen a gép saját konténerébe fűvatta az aprítékot, majd innen terheltek át (átborították) egy MAN kisteherautóra, amely kiszállította az 1,3 km-re lévő időjárásbiztos út mellé. A szállítás teherautókkal történt.

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A terepi adatrögzítés két napon, összesen 698,47 percen keresztül zajlott. A mérés időtartama (57. ábra, 96. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 41,3%-át a fa döntésére, feldolgozására, 3,9%-át átállásra és 22,9%-át gallyanyag rendezésére fordította. A majdnem 12 órás munkavégzés alatt a gépkezelő összesen csak 71,4 percnyi pihenőt tartott. A gallyanyag rendezésére fordított idő magas részarányának oka, hogy az előzetesen motorfűrésszel kidöntött sűrű cserjeszintet a gépkezelőnek el kellett távolítania az útból, annak érdekében, hogy a fák kitermelése biztonságosan kivitelezhető legyen. A cserjeszint dendromasszájának, ill. a visszamaradó vékonyfa-részek koncentrációjával nemcsak a vágástakarítás lett végrehajtva, hanem az aprítást végző gép teljesítményének növelése is biztosított volt.



53. ábra: Valmet 911.3 harvester



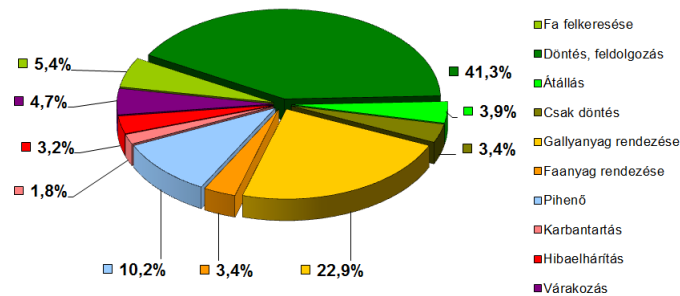
54. ábra: Valmet 860.3 kihordó

55. ábra: TBM Preuss 81/10 AWC - Bruks
805-ös aprítógép

56. ábra: Térbeli rend a vágásterületen

(Forrás: Saját képek)

Balatonfőkajár 1D, 2010.05.06., 2010.05.10.



57. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet (1), Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)

Munkaterületen belüli átállások

A munkavégzés során 151 db átállás volt. Összesen a gép 689 m-t tett meg fakitermelés közben. Az átállások távolsága 2 és 20 m között változott, átlagosan 5 m volt. Időtartama 0,05 és 1,24 perc között változott, átlagosan 0,18 perc volt. Az átállásra fordított idő 26,91 perc volt, amely a teljes munkaidő 3,9%-a. Az átállás időtartama és távolsága közötti összefüggést a 97. melléklet szemlélteti. Az ábrából látható, hogy az átállások döntő többsége 2 és 8 m, ill. 0,05 és 0,4 perc közötti volt. Azaz a fakitermelés alatti mozgás a pásztán belüli szakaszos előrehaladásból és pászták közötti átállásból alakult ki.



A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

Mindösszesen $49,8 \text{ m}^3$ faanyag termelése történt meg a vizsgálat időtartama alatt. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép összesített napi és óránkénti teljesítménye (97. melléklet, 14. táblázat), amely üzemidőben óránként $4,28 \text{ m}^3$, míg produktív időben $5,34 \text{ m}^3$ volt. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye $34,25 \text{ m}^3$, ill. $42,76 \text{ m}^3$. Az értékek nagyon alacsonynak mondhatóak, a harveszterektől elvárt teljesítményekhez képest. Ennek oka elsősorban abban keresendő, hogy az állományjellemzők (mellmagassági átmérő, famagasság, fatérfogat) a gép optimális működtetésének alsó határa alatt helyezkedtek el, azaz a harveszter túl nagy volt az állományhoz. A harveszterfej optimális kitermelési tartománya 20–42 cm, míg az átlagos mellmagassági átmérő 18 cm volt. Továbbá a teljesítményt csökkentette a gallyanyag rendezésére fordított többletidő, és nem elhanyagolható az a tény sem, hogy a gépkezelő még csak a tanulási fázisban volt, azaz nem rendelkezett megfelelő gyakorlattal.

Összesített teljesítmény		m^3/h	$\text{m}^3/\text{műszak}$
Döntési időben	$(t_d=F+D)$	9,17	73,38
Fakitermelési időben	$(t_f=F+D+\dot{A})$	8,47	67,79
Produktív időben	$(t_{pr}=F+D+\dot{A}+CD+G+R)$	5,34	42,76
Várakozás nélküli időben	$(t_v=\ddot{U}-V)$	4,49	35,93
Üzemidőben	$(t_u=\ddot{U})$	4,28	34,25

14. táblázat: Valmet 911.3 harveszter összesített teljesítményadatai, Balatonfőkajár 1D
(Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

A terepi adatrögzítés során 3 alkalommal fordult elő karbantartás. Az elhasználódás következtében két alkalommal volt szükség a fűrészlánc cseréjére, ill. egy alkalommal a láncsal együtt a vezetőlemez cseréjét is végre kellett hajtani. Összesen 12,46 percet fordítottak karbantartásra, ami átlagosan 4,15 percet vett igénybe.

Hibaelhárítás

A mérés során 5 alkalommal történt meghibásodás. Egy alkalommal egy biztosíték cseréjét kellett végrehajtani. Négy esetben pedig a fűrészlánc esett le a vezetőlemezről. Esetenként előfordul, hogy a döntővágást követően, amikor a fa dőlni kezd, a vágórész pedig visszafelé (az alaphelyzet irányába) kezd mozogni, a fűrészlánc becsúszdik és megfeszül a tuskó és töbütü között, melynek következtében a lánc kiesik a vezetőlemez hornyából. Ilyenkor a munkát fel kell függeszteni, a láncot kézzel vissza kell helyezni és ellenőrizni kell, hogy a vágószerkezet nem sérült-e meg. A hibaelhárítás időigénye 22,39 perc volt, átlagosan pedig 4,48 perc.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A kitermelés során 303 db akácfa termelt ki. Az állomány jellemzően egyenes, viszonylag ágtiszta és nem villás törzsekből állt (99. melléklet).

Termelt választékok jellemzői

Az állomány adottságaiból adódóan háromfajta választék került kitermelésre: rönk, oszlopfa, tűzifa. A rönköt 25 cm feletti, az oszlopfa 15–25 cm közötti csúcsátmérővel és 3 m-es hosszban választékkolták, a többi vastagfából tűzifát állítottak elő, szintén 3 m-es



hosszúságban. 2 nap alatt 848 db választék képződött, ebből 653 db tűzifa, 146 oszlopfa és 49 db rönk. A termelt összfatérfogat 18,3%-át a rönk, 20,2%-át az oszlopfa és 66,0%-át pedig a tűzifa tette ki (15. táblázat).

Választék	Rönk	Oszlop	Tűzifa	Rönk	Oszlop	Tűzifa	Választék
Hossz (m)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	22,7	15,3	11,7	0,140	0,069	0,050	Átlagtérfogat (m ³)
Darabszám (db)	49	146	653	6,875	10,061	32,897	Térfogat (m ³)
Eloszlás (%)	5,8	17,2	77,0	49,832			Eloszlás (%)
				13,8	20,2	66,0	

15. táblázat: Termelt választékok jellemzői (1), Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

Az erdészeti gépek Magyarországon jellemző átlagos gépkihasználati tényezőjének (P) értéke 60%. A vizsgálat során elért teljesítményt és az átlagos gépkihasználati tényezőt figyelembe véve megállapítható a gép várható teljesítménye (16. táblázat). Például produktív időben a várható teljesítmény 3,21 m³/h. A mérés ideje alatt a számított gépkihasználati tényező (P_{sz}) 80,1% volt.

Várható teljesítmény	m ³ /h	m ³ /műszak	
Döntési időben	(t _d =F+D)	5,50	44,03
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	5,08	40,67
Produktív időben (P)	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	3,21	25,65
Produktív időben (P _{sz})	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	4,28	34,25
Számított gépkihasználati tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényező (P)		Műszakidő
80,1%	60%		8 óra

16. táblázat: Valmet 911.3 harvester várható teljesítményadatai, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)

Szentgál 23B – Törzskiválasztó gyérités feketefenyvesben

Terület

A Szentgál község határában elhelyezkedő 23B erőrészlet (100. melléklet), gazdasági egységét tekintve magánerdő. Az állomány 6,3 ha összterületű elegyetlen feketefenyves. A törzskiválasztó gyérités 0,8 ha-t érintett. A fák átlagos kora 35 év, az átlagos famagasság 10 m, az átlagos mellmagassági átmérő pedig 19 cm. 87%-os záródás mellett a törzsszám 740 db/ha, a fakészlet pedig 166 m³/ha. Fatermőképessége 6 m³/ha/év. Az állomány párhuzamos hálózatos és mageredetű.

Munkarendszer

A fakitermelést egy Valmet 911.3 típusú harvester végezte. A törzskiválasztó gyérités során a gép 10–15 m széles pásztában szakaszos előrehaladással dolgozott. A gépkezelő minden ötödik sor kitermelésével alakította ki a közelítőnyomokat. A nyom két oldalán két-két sorban pedig elvégezte a törzskiválasztó gyéritést. A hengeres faanyag (3 m-es papírfá), ill. a gally- és koronarészek koncentráltan maradtak hátra a közelítőnyom jobb és bal oldalán (58. ábra).



A hengeres és a vékony faanyagot forwarderrel közelítették a rakodóra. A gally és koronarészek aprítása és energetikai célú hasznosítása a későbbiek során történt meg.

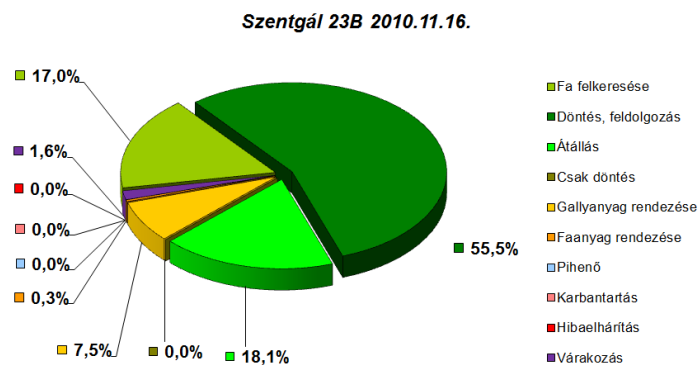


58. ábra: Törzskiválasztó gyérítés feketefenyvesben, Szentgál 23B (Forrás: Saját képek)

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A terepi adatrögzítés 104,93 percen keresztül történt. A mérés időtartama (59. ábra, 101. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 17,0%-át a kitermelendő faegyedek felkeresésére és a harvesterfejjel történő megfogására, 55,5%-át a fa döntésére, feldolgozására és 18,1%-át átállásra fordította. A viszonylag magas átállási idő a TKGY sajátosságának következménye, azaz hogy fel kell keresni a kitermelendő fát az állományban.



59. ábra: Munkaidő-szerkezet, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok)



Munkaterületen belüli átállások

A munkavégzés során 72 db átállás volt. Összesen a gép 454 m-t tett meg fakitermelés közben. Az átállások távolsága 2 és 25 m között változott, átlagosan 6 m volt. Időtartama 0,05 és 1,05 perc között változott, átlagosan 0,26 perc volt. Az átállásra fordított idő 19,04 perc volt, amely a teljes munkaidő 18,1%-a. Az átállás időtartama és a távolsága közötti kapcsolatot a 102. melléklet szemlélteti. Az ábrából látható, hogy az átállások döntő többsége 2 és 10 m, ill. 0,05 és 0,4 perc közötti volt. Azaz a fakitermelés során a gép mozgása a pásztán belüli szakaszos előrehaladásból és pászták közötti átállásból tevődött össze.

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

21,9 m³ faanyag termelése történt meg a vizsgálat időtartama alatt. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti teljesítménye (17. táblázat), amely üzemidőben 12,5 m³, produktív időben pedig 12,7 m³. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 100,2 m³, ill. 101,8 m³. Az állomány paramétereire mérten a gép által elért teljesítmény nagyon jónak mondható.

Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	17,28	138,23
Fakitermelési időben	(t _i =F+D+Á)	13,82	110,55
Produktív időben	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	12,73	101,80
Várakozás nélküli időben	(t _v =Ü-V)	12,73	101,80
Üzemidőben	(t _ü =Ü)	12,52	100,17

17. táblázat: Valmet 911.3 harveszter teljesítményadatai, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

A vizsgálat ideje alatt nem volt szükség karbantartási műveletre.

Hibaelhárítás

A vizsgálat ideje alatt meghibásodás nem történt.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A kitermelés során 135 db feketefenyőt termeltek ki. Az állomány jellemzően egyenes, kissé ágas és többségében nem villás törzsekből állt (103. melléklet).

Termelt választékok jellemzői

Az állomány adottságaiból adódóan csak papírfa került termelésre, 3 m-es hosszban. 105 perc alatt 364 db választék képződött. Az átlagos választéktérfogat 0,060 m³, a kitermelt össz mennyiség pedig 21,898 m³ (18. táblázat).

Választék	Papírfa	Papírfa	Választék
Hossz (m)	3,0	3,0	Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	13,3	0,060	Átlagtérfogat (m ³)
Darabszám (db)	364	21,898	Térfogat (m ³)
Eloszlás (%)	100	100	Eloszlás (%)

18. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok)



Várható teljesítmények

Az erdészeti gépek Magyarországon jellemző átlagos gépkihasználati tényezőjének (P) értéke 60%. A vizsgálat során elért teljesítményt és az átlagos gépkihasználati tényezőt figyelembe véve megállapítható a gép várható teljesítménye (19. táblázat). Például produktív időben a várható teljesítmény 7,6 m³/h. A mérés ideje alatt a számított gépkihasználati tényező (P_{sz}) 98,4% volt.

Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	10,37	82,94
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	8,29	66,33
Produktív időben (P)	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	7,64	61,08
Produktív időben (P _{sz})	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	12,52	100,17
Számított gépkihasználati tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényező (P)		Műszakidő
98,4%	60%		8 óra

19. táblázat: Valmet 911.3 harvester várható teljesítményadatai, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok)

Sirok 126G – Egészségügyi tarvágás erdeifenyvesben

Terület

A Sirok 126G erdőrészlet (104. melléklet) területe 5,8 ha. Faállományát elsősorban erdeifenyő tette ki, de elvétve feketefenyővel is találkozhattunk. A terület magántulajdonban van. Rendeltetése faanyagtermelő erdő. Korlátozás nincs érvényben. A fahasználat a teljes területre tarvágás, mivel az állományban nagymértékű széltörés történt. Az erdőrészlet felét egy körülbelül 30%-os leejtésű domboldal tette ki, amely nehezítette a fakitermelést.

Munkarendszer

A fakitermelés itt is a Valmet 911.3-as harvesterrel történt. A havária miatt nagy odafigyeléssel kellett a fakitermelést végrehajtani, annak ellenére, hogy a jelen esetben a gépkezelő nagyobb biztonságban van, mintha motorfűrészsel dolgozna, de egy figyelmetlenségből adódó meghibásodás nagy anyagi vonzattal is járhat. A gépkezelő 10–15 m-es pásztákban, szakaszos előrehaladással hajtotta végre a tarvágást. A munkavégzés során a gépkezelő az ilyen esetekben alkalmazandó, biztonságos módszert követte, azaz kívülről befelé és felülről lefelé haladt az egymásra dőlt, feszülő és törött faegyedek kitermelése során. A faanyag közelítése a terepviszonyok és a technológia miatt itt is forwarderrel történt (60. ábra).

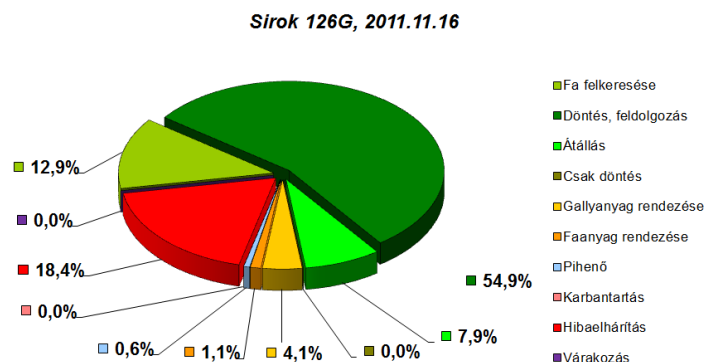
Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A terepi adatrögzítés 226,63 percen keresztül történt. A mérés időtartama (61. ábra, 105. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 12,9%-át a kitermelendő faegyedek felkeresésére és a harvesterfejjel történő megfogására, 54,9%-át a fa döntésére, feldolgozására és 7,9%-át átállásra fordította.



60. ábra: Egészségügyi tarvágás erdefenyvesben, Sirok 126G (Forrás: Madar G. képei)



61. ábra: Munkaidő-szerkezet, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)

Munkaterületen belüli átállások

A munkavégzés során 69 db átállás volt. Összesen a gép 668 m-t tett meg fakitermelés közben. Az átállások távolsága 2 és 30 m között változott, átlagosan 10 m volt. Időtartama 0,03 és 1,17 perc között változott, átlagosan 0,26 perc volt. Az átállásra fordított idő összesen 18 perc volt. Az átállás időtartama és a távolsága közötti összefüggést a 106. melléklet szemlélteti. Az ábrából látható, hogy az átállások döntő többsége 5 és 15 m, ill. 0,1 és 0,3 perc közötti volt. Azaz a fakitermelés során a gép mozgása a pásztán belüli szakaszos előrehaladásból és pászták közötti átállásból adódott.

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

36 m³ faanyag termelése történt meg a vizsgálat időtartama alatt. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti teljesítménye (20. táblázat), amely üzemidőben 9,52 m³, produktív időben pedig 11,76 m³. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 76,16 m³, ill. 94,06 m³. Az állomány paramétereikhez mérten a gép által elért teljesítmény nagyon jónak mondható.



Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	14,04	112,32
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+\hat{A}$)	12,57	100,54
Produktív időben	($t_{pr}=F+D+\hat{A}+CD+G+R$)	11,76	94,06
Várakozás nélküli időben	($t_v=\hat{U}-V$)	9,52	76,16
Üzemidőben	($t_{\hat{u}}=\hat{U}$)	9,52	76,16

20. táblázat: Valmet 911.3 harvester teljesítményadatai, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

A vizsgálat ideje alatt nem volt szükség karbantartási műveletre.

Hibaelhárítás

A vizsgálat ideje alatt egy komolyabb meghibásodás történt, ill. még egy fűrészlánc szakadás volt. Egy hidraulikacső tönkremenetele okozott 29,5 perces produktív idő kiesést.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A kitermelés során 256 db erdeifenyőt termeltek ki. Az állomány jellemzően egyenes, kissé ágas és többségében nem villás törzsekből állt (107. melléklet).

Termelt választékok jellemzői

Az állomány adottságaiból adódóan csak papírfa került termelésre, 3 m-es hosszban. 227 perc alatt 715 db választék képződött (21. táblázat).

Választék	Papírfa	Papírfa	Választék
Hossz (m)	3,0	3,0	Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	11,7	0,050	Átlagtérfogat (m ³)
Darabszám (db)	715	35,957	Tér fogat (m ³)
Eloszlás (%)	100	100	Eloszlás (%)

21. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

Az erdészeti gépek Magyarországon jellemző átlagos gépkihasználati tényezőjének (P) értéke 60%. A vizsgálat során elért teljesítményt és az átlagos gépkihasználati tényezőt figyelembe véve megállapítható a gép várható teljesítménye (22. táblázat). Produktív időre nézve a várható teljesítmény 7,1 m³/h. A mérés ideje alatt a számított gépkihasználati tényező (P_{sz}) 81% volt.

Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	8,42	67,39
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+\hat{A}$)	7,54	60,33
Produktív időben (P)	($t_{pr}=F+D+\hat{A}+CD+G+R$)	7,05	56,44
Produktív időben (P _{sz})	($t_{pr}=F+D+\hat{A}+CD+G+R$)	9,52	76,16
Számított gépkihasználati tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényező (P)		Műszakidő
81,0%	60%		8 óra

22. táblázat: Valmet 911.3 harvester várható teljesítményadatai, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)



5.2.2 Ponsse HS16 Ergo munkaidő-tanulmánya

Balinka 8A – Növedékfokozó gyérités gyetyános–cseres–bükkösben

Terület

A 14,7 ha összterületű Balinka 8A erőrészlet (108. melléklet) gyetyános–cseres–bükkös faállománya 72 éves volt a beavatkozás idején. Az üzemtervi adatok alapján az állomány átlagmagassága 21 m, míg az átlagos mellmagassági átmérője 26 cm volt.

Munkarendszer

Az erdészeti szakszemélyzet előzetesen színes jelölőfestékekkel megjelölte a kitermelendő faegyedeket. A gyetyános–cseres–bükkös állományban növedékfokozó gyérités történt egy Ponsse HS16 Ergo típusú többszemes fakitermelő géppel (62. ábra). A fakitermelő gép az erdőben 10–20 m-es pásztákban hajtotta végre a növedékfokozó gyéritést. A megjelölt faegyedeket termelte ki a gép és a kialakult közelítőnyom mellé helyezte a választékokat. A faanyag közelítését Timberjack 1110 típusú forvarder végezte.



62. ábra: Növedékfokozó gyérités gyetyános–cseres–bükkösben, Balinka 8A (Forrás: Saját szerkesztés)

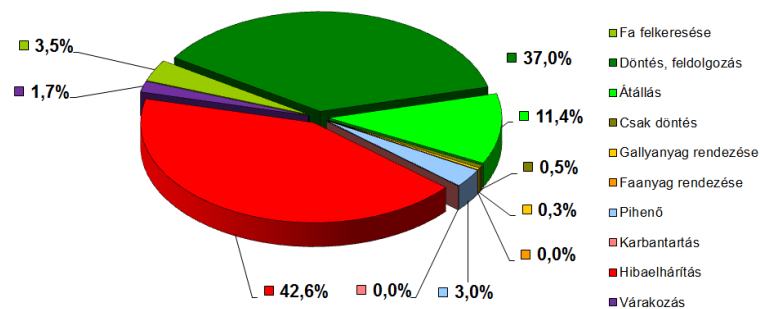
Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A terepi adatrögzítés 602,32 percen (két napon) keresztül zajlott. A mérés időtartama (63. ábra, 109. melléklet) alatt a gép a munkaidejének csupán 37,0%-át fordította a fa döntésére, feldolgozására, míg 11,4%-át az átállásra fordította. Az összesített munkaidő-szerkezeti diagramon is szembevetendő a hibaelhárítás nagy részaránya, melynek okai a későbbiekben kerülnek kifejtésre.



Balinka 8A, 2010.04.21., 2010.05.03.



63. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok)

Munkaterületen belüli átállások

A mérés ideje alatt 171 db átállítás volt. Összesen a gép 1783 m-t tett meg fakitermelés közben. Az átállások távolsága 2 és 110 m között változott, átlagosan 10 m volt. Időtartama 0,05 és 4,13 perc között változott, átlagosan 0,40 perc volt. Az átállásra fordított idő 67,75 perc volt. Az átállítás időtartama és a távolsága közötti összefüggést a 110. melléklet szemlélteti. A növedékfokozó gyérités elvégzése sok rövid távolságú átállást igényelt.

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

109 m³ faanyag termelése történt meg a vizsgálat során. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti teljesítménye (23. táblázat), amely üzemidőben 10,86 m³, produktív időben pedig 20,6 m³.

Összesített teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	26,81	214,45
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+Á$)	20,91	167,29
Produktív időben	($t_{pr}=F+D+Á+CD+G+R$)	20,60	164,79
Várákozás nélküli időben	($t_v=Ü-V$)	11,05	88,38
Üzemidőben	($t_u=Ü$)	10,86	86,85

23. táblázat: Ponsse HS16 Ergo harvester teljesítményadatai, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

A vizsgálat ideje alatt nem volt szükség karbantartási műveletre.

Hibaelhárítás

A munkaidő jelentős részét (42,6%) a hibaelhárítás tette ki. A vizsgálat során számos műszaki meghibásodás történt. A szokásos hibának mondható lánc leesés (7 db) mellett 6 db komoly, hosszú javítási időt igénylő meghibásodás is történt. 42 perces javítást igényelt egy harvesterfejen belüli olajfolyás elállítása. Majd közel 170 percet vett el az effektív munkaidőből egy meghibásodott érzékelő. A szenzor – a valósággal szemben – úgy érzékelte, hogy a vágószerkezet nyitott állapotban van, ennek következtében a szoftver letiltotta a menesztő hengerek mozgását. A hiba megtalálása és javítása első ízben 90 percet vett igénybe. Úgy tűnt, hogy a hibát csak a felgyülemlett szennyeződés okozta. De a későbbiekben visszatérő problémaként jelentkezett. Az érzékelő többszöri kiszerezése és megtisztítása csak ideiglenes megoldás volt. A



folyamatos rázkódás következtében a hiba újból előjött, cserealkatrész pedig nem volt. Természetesen az új alkatrész megrendelése már az erdőben megtörtént, de csak pár nap múlva érkezett meg. Mindez komoly termeléskieséssel és anyagi vonzattal járt.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A terepi adatgyűjtés során 201 db fa kitermelése történt meg. A lombos állományokra jellemzően a sík- és térgörbe egyedek aránya is meghatározó volt. Ugyanez mondható el a törzsek ágasságára vonatkozóan is. A fák jellemzően nem voltak villásan elágazók (111. melléklet).

Termelt választékok jellemzői

Az állomány adottságaiból adódóan háromféle választék került termelésre. 15 cm-es csúcsátmérőtől 2,5 m hosszban tűzifát, 25 cm-es csúcsátmérőtől 3 m-es rönköt és 4 m-es lakossági tűzifát termelt a gép. A 4 m-es tűzifa méteres választékokra darabolása már a rakodón történt motorfűrészsel. 924 db választék képződött 109 m³ mennyiségben (24. táblázat).

Választék	B		CS			GY		NH		MJ	HSZ	
Hossz (m)	2,5	4,0	2,5	3,0	4,0	2,5	4,0	2,5	3,0	2,5	2,5	4,0
Átl. átmérő (cm)	25,1	15,8	24,1	29,7	15,5	23,4	15,5	23,8	29,8	24,2	19,3	14,0
Darabszám (db)	156	130	169	17	145	70	163	45	12	10	5	2
	924											
Eloszlás (%)	16,9	14,1	18,3	1,8	15,7	7,6	17,6	4,9	1,3	1,1	0,5	0,2
Átl. térfogat (m ³)	0,14	0,10	0,13	0,23	0,10	0,12	0,09	0,12	0,23	0,13	0,08	0,09
Térfogat (m ³)	21,6	13,5	21,8	3,9	14,1	8,3	15,5	5,6	2,8	1,3	0,4	0,2
	108,985											
Eloszlás (%)	19,8	12,4	20,0	3,6	12,9	7,6	14,2	5,2	2,5	1,2	0,4	0,2

24. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

Az gép várható teljesítményei a 25. táblázatban láthatók, produktív időre nézve a várható teljesítmény 12,36 m³/h. A mérés ideje alatt a számított gépkihasználati tényező (P_{sz}) 52,7% volt a nagyarányú hibaelhárítás következtében.

Várható teljesítmény	m ³ /h	m ³ /műszak	
Döntési időben	(t _d =F+D)	16,08	128,67
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	12,55	100,38
Produktív időben (P)	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	12,36	98,87
Produktív időben (P _{sz})	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	10,86	86,85
Számított gépkihasználati tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényező (P)		Műszakidő
52,7%	60%		8 óra

25. táblázat: Ponsse HS16 Ergo harveszter várható teljesítményadatai, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok)



5.2.3 Ponsse Ergo 8WD munkaidő-tanulmánya

Felsőpakony 6A – Tarvágás nemesnyárasban

Terület

Felsőpakony 6/A erdőrészlet (112. melléklet) területe 12,04 ha, elsődleges rendeltetése faanyagtermelő erdő. Nem tartozik a Natura 2000-es hálózatba és nincs semmilyen korlátozás érvényben rá nézve, nem védett. Fekvése, domborzata és lejtése is sík, így a terepviszonyok nem nehezítették meg a gép munkáját. Az erdőrészlet területén elegendő nemesnyáras állomány volt található a véghasználati termelés előtt. Az állományt 58%-ban egyéb nemesnyár fajták, 27%-ban Pannonia nyár, 15%-ban I-58/57 nyár alkotta szórt elegyben. Az állomány kora 20 év, átlagos magassága 23,4 m, átlagos mellmagassági átmérő 22 cm, a fakészlet pedig 131,4 m³/ha volt (Sovány, 2013).

Munkarendszer

A tarvágást Ponsse Ergo 8WD, 8 gumikerékkel rendelkező harvester végezte (64. ábra). Páasztánként (12–16 m szélességben) négy sor nemesnyár letermelése történt meg. A tőelválasztást követően megtörténik a faegyed gallyazása, választékolása, darabolása. A választékok a gép jobb- és baloldalán koncentrálnak. A törzs feldolgozását követően a vastagabb ágreszek is feldolgozásra kerültek 5 cm-es csúcsátmérőig. A keletkezett választékokat kihordóval szállították ki.



64. ábra: Tarvágás nemesnyárasban, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját képek)

Vizsgálat eredménye

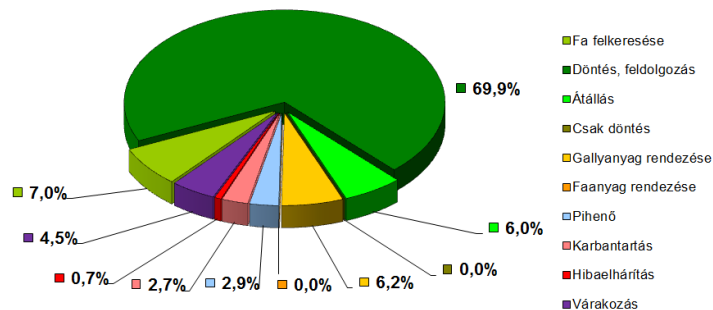
Munkaidő-szerkezet

A vizsgálat két napon át, összesen 732,35 percen keresztül zajlott. A mérés időtartama (65. ábra, 113. melléklet) alatt a gép munkaidejének 69,9%-át a fa döntésére, feldolgozására, 6,0%-át átállásra fordította. Kevés időt kellett fordítani a gallyanyag



rendezésére, mivel a nemesnyárak viszonylag kevés ággal rendelkeznek, továbbá a vastagabb ágak feldolgozása is megtörtént. Mindezek mellett a gallyazás általában a gép mellett történt, így az apadék nem a gép előtt halmozódott fel és a következő fa kitermelését sem akadályozta.

Felsőpakony 6A, 2013.02.11., 2013.02.15.



65. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok)

Munkaterületen belüli átállások

A terepi adatrögzítés során 255 db átállítás volt, mely során a gép 1804 m-t tett meg. Az átállások távolsága 2 és 250 m között változott, átlagosan 7,07 m volt. Időtartama 0,03 és 4,25 perc között változott, átlagosan 0,17 perc volt. Az átállásra fordított idő 43,29 perc volt. Az átállítás időtartama és a távolsága közötti kapcsolatot a 114. melléklet szemlélteti. Az ábrából látható, hogy az átállások döntő többsége 2 és 10 m közötti volt.

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

A két nap alatt 398,2 m³ faanyag kitermelése történt meg. A gép óránkénti és összesített napi teljesítménye a 115. mellékletben és a 26. táblázatban látható. Üzemidőre nézve óránként 32,63 m³, míg produktív időben 36,58 m³ volt a teljesítmény. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 261,0 m³, ill. 292,65 m³. Az értékek kiemelkedően jók, ennek oka a nemesnyár morfológiai megjelenésében keresendő, azaz egyenes, sudarlós törzs és vékony, kevés oldalág. De a magas teljesítmény elérésében nagy szerepet játszott, hogy a gépkezelő jártassági szinten tudta a gépet kezelni, és választékolni a faanyagot; továbbá olyan térbeli és munkarendet alakított ki, amely minimálisra rövidítette a darumozgások holtidejét. A két mérési nap között csak az időjárási körülményben mutatkozott különbség. „Az első mérés során a terület még hóval borított, a hőmérséklet pedig igen alacsony volt. Szemben a második mérés alkalmával, mikorra az összes hó elolvadt és szinte tavaszias volt az időjárás” (Sovány, 2013). A mérési eredményekből látszik, hogy az időjárásnak számottevő hatása nem volt a teljesítményre.

Összesített teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	42,40	339,17
Fakitermelési időben	(t _r =F+D+Á)	39,32	314,59
Produktív időben	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	36,58	292,65
Várakozás nélküli időben	(t _v =Ü-V)	34,18	273,43
Üzemidőben	(t _i =Ü)	32,63	261,00

26. táblázat: Ponsse Ergo 8WD harvester összesített teljesítményadatai, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok)



Karbantartás

A terepi adatrögzítés során három karbantartás volt, melynek során kétszer a harveszterfej lánckenőolaj-tartályát kellett feltölteni, egyszer pedig láncot kellett cserélni.

Hibaelhárítás

4 db meghibásodás történt. Kétszer kellett a leesett fűrészláncot visszahelyezni és egy-egy alkalommal kellett egy ágdarabot kiszedni a vágószerkezetből, ill. a hidraulika-csővek közül. A hibaelhárítás időigénye 4,97 perc volt.

Kitermelt faegyedek jellemzői

504 db nemesnyár faegyedet termeltek ki. Minden kivágott fa egyenes törzsű volt és kevés oldalággal rendelkezett és a villás törzsalak sem volt jellemző (116. melléklet).

Termelt választékok jellemzői

A fakitermelés során hatféle választékot termeltek. Átmérő és minőség alapján háromféle rönk került termelésre, egységen 2,5 m-es hosszban. Szintén átmérő alapján hazai és export papírfa, továbbá a vastagabb ágakból tűzifa került előállításra 2 m-es hosszokban. A gyors munkavégzés és a biztonsági távolság betartása miatt nem volt lehetőség mind a hat választék mennyiségének pontos rögzítésére. Ezért két csoport került kialakításra a mérés során: 2,5 m-es rönk és 2 m-es papírfa (27. táblázat). Az átlagos választéknagyság megállapításához minden választékból – a keletkezés arányában – csúcsátmérő mérések történtek.

Választék	Rönk	Papírfa	Rönk	Papírfa	Választék
Hossz (m)	2,5	2,0	2,5	2,0	Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	24,5	9,1	0,126	0,016	Átlagtérfogát (m ³)
Darabszám (db)	2206	3357	307,259	90,957	Térfogát (m ³)
	5563		398,215		
Eloszlás (%)	39,65	60,35	77,16	22,84	Eloszlás (%)

27. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

A terepi adatokból nyert teljesítmény-értékeket és az átlagos gépkihasználati tényezőt figyelembe véve megállapítható a gép várható teljesítménye (28. táblázat). Például produktív időben a várható teljesítmény 21,95 m³/h. A mérés ideje alatt a számított gépkihasználati tényező (P_{sz}) 89,2% volt.

Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	25,44	203,50
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+\dot{A}$)	23,59	188,75
Produktív időben (P)	($t_{pr}=F+D+\dot{A}+CD+G+R$)	21,95	175,59
Produktív időben (P_{sz})	($t_{pr}=F+D+\dot{A}+CD+G+R$)	32,63	261,00
Számított gépkihasználati tényező (P_{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényező (P)		Műszakidő
89,2%	60%		8 óra

28. táblázat: Ponsse Ergo 8WD harveszter várható teljesítményadatai, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok)



5.2.4 Silvatec 896 TH-H munkaidő-tanulmánya

Balatonfőkajár 1D – Tarvágás akácosban

Terület, munkarendszer

A terület és munkarendszer bemutatása a Valmet 911.3 harveszter munkaidő-tanulmányai között szerepel, mivel a vizsgálat során egy időszakban, azonos területen, azonos munkarendszerben dolgozott a két harveszter (66. ábra).



66. ábra: Tarvágás akácosban, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját képek)

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

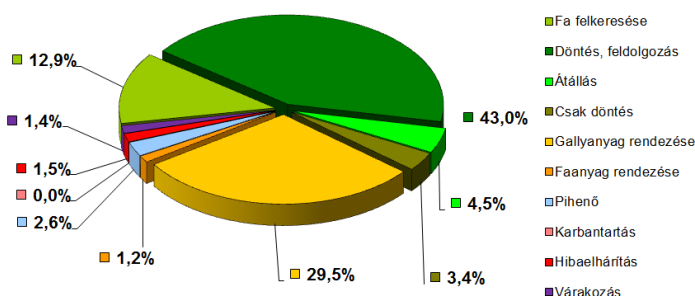
A terepi adatrögzítés 264 percen keresztül zajlott. A mérés időtartama (67. ábra, 117. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 43,0%-át a fa döntésére, feldolgozására, 4,5%-át átállásra és 29,5%-át a gallyanyag rendezésére fordította. A majdnem 12 órás munkavégzés alatt a gépkezelő összesen csak 71,4 percnyi pihenőt tartott. A gallyanyag rendezésére fordított idő magas részarányának oka megegyezik a Valmet 911.3 harveszternél leírtakkal

Munkaterületen belüli átállások

A munkavégzés során 35 db átállás volt. Összesen a gép 202 m-t tett meg fakitermelés közben. Az átállások távolsága 2 és 15 m között változott, átlagosan 6 m volt. Időtartama 0,04 és 1,52 perc között alakult, átlagosan 0,34 perc volt. Az átállásra fordított idő 11,94 perc volt. Az átállás időtartama és a távolsága közötti összefüggést a 118. melléklet szemlélteti.



Balatonfőkajár 1D, 2010.05.11.



67. ábra: Munkaidő-szerkezet (2), Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

Mindösszesen $16,7 \text{ m}^3$ faanyag termelése történt meg a vizsgálat időtartama alatt. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti teljesítménye (29. táblázat), amely üzemidőben $3,8 \text{ m}^3$, míg produktív időben $4,02 \text{ m}^3$. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye $30,4 \text{ m}^3$, ill. $32,16 \text{ m}^3$. Az értékek nagyon alacsonynak mondhatóak, a harveszterektől elvárt teljesítményekhez képest. Ennek oka elsősorban abban keresendő, hogy a gép optimális működéséhez szükséges állományjellemzők nem voltak adottak, továbbá a gépkezelő ebben az állományban kezdte meg a harveszter kezelésének elsajátítását.

Teljesítmény		m^3/h	$\text{m}^3/\text{műszak}$
Döntési időben	$(t_d=F+D)$	6,80	54,39
Fakitermelési időben	$(t_f=F+D+Á)$	6,29	50,32
Produktív időben	$(t_{pr}=F+D+Á+CD+G+R)$	4,02	32,16
Várakozás nélküli időben	$(t_v=Ü-V)$	3,85	30,82
Üzemidőben	$(t_i=Ü)$	3,80	30,40

29. táblázat: Silvatec 896 TH-H harveszter összesített teljesítményadatai, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

A vizsgálat ideje alatt nem volt szükség karbantartási műveletre.

Hibaelhárítás

A vizsgálat ideje alatt egyszer kellett a fűrészlánc cseréjét végrehajtani.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A kitermelés során 90 db akácfa termelt ki. Az állomány jellemzően egyenes, viszonylag ágtiszta és nem villás törzsekből állt (119. melléklet).

Termelt választékok jellemzői

Háromfajta választék került kitermelésre: rönk, oszlopfa, tűzifa. A választékok paraméterei megegyeznek a Valamet 911.3-nél leírtakkal. 286 db választék képződött, ebből 231 db tűzifa, 37 oszlopfa és 18 db rönk (30. táblázat).



Választék	Rönk	Oszlop	Tűzifa	Rönk	Oszlop	Tűzifa	Választék
Hossz (m)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	22,7	15,3	11,7	0,140	0,069	0,050	Átlagtérfogat (m ³)
Darabszám (db)	18	37	231	2,525	2,550	11,637	Térfogat (m ³)
	286			16,712			
Eloszlás (%)	6,29	12,94	80,77	15,11	15,26	69,63	Eloszlás (%)

30. táblázat: Termelt választékok jellemzői (2), Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

A gép várható teljesítményei a 31. táblázatban láthatók. A mérés ideje alatt a számított gépkihasználati tényező (P_{sz}) 94,5% volt.

Várható teljesítmény	m ³ /h	m ³ /műszak	
Döntési időben	($t_d=F+D$)	4,08	32,64
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+Á$)	3,77	30,19
Termelési időben (P)	($t_{pr}=F+D+Á+CD+G+R$)	2,41	19,29
Termelési időben (P_{sz})	($t_{pr}=F+D+Á+CD+G+R$)	3,80	30,40
Számított gépkihasználati tényező (P_{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényező (P)		Műszakidő
94,5%	60%		8 óra

31. táblázat: Silvatec 896 TH-H harvester várható teljesítményadatai, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)

5.2.5 Timberjack 1270B munkaidő-tanulmánya

A vizsgálatok két vállalkozó gépét érintették, a gépek típusa, műszaki paraméterei teljesen megegyeztek. Az egyik gép Ruzsics József fakitermelő vállalkozó tulajdonában volt. A gép vizsgálatára Horvátzsidány 5H, Kőszeg 46D és 50B erdőrészekben került sor. A másik vizsgált gép Kiss Olivér fakitermelő vállalkozó tulajdonában volt. Ezen gép vizsgálata Lesenceistvánd 29A és 29D erdőrészekben történt meg.

Horvátzsidány 5H – Sávostarvágásos felújítógás gyertyános–erdeifenyvesben

Terület

A Horvátzsidány és Kőszeg között elhelyezkedő 5H, 4,9 ha összterületű erdőszakasz (120. melléklet) gazdasági egységét tekintve állami erdő. Az állomány két lombkoronaszinttel rendelkezett. Az alsó szintet a gyertyánok alkották, a felső szint állományalkotó fafaja 92%-os elegyarányban erdei fenyő, 4%-ban mézgás éger és 4%-ban szelídgesztenye. A felső szint faegyedei 80 évesek, míg az alsó lombkoronaszinté 45 évesek voltak. Az erdei fenyő átlagmagassága 24 m, az égeré 23 m, a szelídgesztenyéé pedig 22 m volt. A mellmagassági átmérők az előző sorrendnek megfelelően: 34 cm, 26 cm és 28 cm. A gyertyán átlagosan 16 m magassággal és 16 cm-es mellmagassági átmérővel rendelkezett. Az élőfakészlet a következőképp alakult: erdei fenyő 345 m³/ha, az éger 10 m³/ha, a gesztenye 14 m³/ha és a gyertyán 47 m³/ha.



Munkarendszer

A magról történő természetes erdőfelújítás e változata a tarvágásos felújítóvágások közé tartozik. „A felújítandó erdőrészt több egyenlő nagyságú és azonos alakú területrészeire osztják, és az egyes részeket eltérő időpontban tarra vágják. A sávok szélessége 20–40 m, s felújulásuk részben a saját, kitermelt anyaállományuk, részben pedig a szomszédos – még lábon álló – idős faállomány magjairól következik be” (Kolozsár J. 2002).

A sávos tarvágásos felújítóvágást egy Timberjack 1270B típusú harvester (68. ábra) végezte el. A tarvágás során a gép 2 db, előre kijelölt 40–50 m széles sávot alakított ki. A sávokon belül 10–15 m széles pásztákban szakaszos előrehaladással dolgozott. A munkamenetre az volt a jellemző, hogy – egy-egy átállást követően – első lépésben a daru hatósugarában lévő, alsó lombkoronaszintet alkotó gyertyán egyedek kivágása, gallyazása, darabolása, rakásolása; majd pedig a felső szintet alkotó erdeifenyők kitermelése történt meg. Erre azért volt szükség, hogy a méretesebb erdeifenyők kitermelése akadálymentes legyen. A gallyanyag a gép előtt halmozódott fel, mintegy szőnyeget képezve, amely csökkenti a talajnyomást, enyhíti a talajkárokat. A választékok pedig a gép jobb oldalán, típusonként és fafajonként elkülönítve helyezkedtek el. A választékok közelítését forvarderrel oldották meg.



68. ábra: Sávos tarvágásos felújítóvágás gyertyános–erdeifenyvesben, Horvátzsidány 5H
(Forrás: Saját képek)

Vizsgálat eredménye

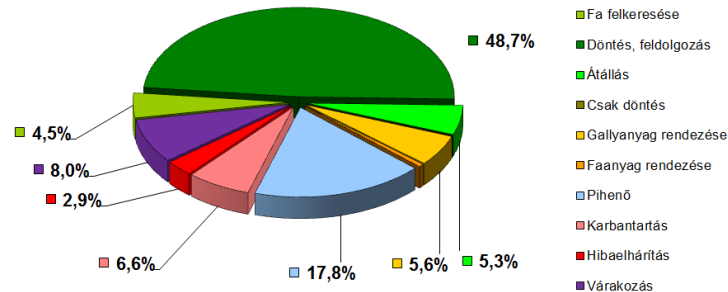
Munkaidő-szerkezet

A vizsgálat két napon át, összesen 685,22 percen keresztül zajlott. A mérés időtartama (69. ábra, 121. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 48,7%-át a fa döntésére, feldolgozására, 5,3%-át átállásra és 5,6%-át a gallyanyag rendezésére fordította. A gépkezelő még kevés rutinnal rendelkezett a gép kezelését illetően, ill. a kétszintes állomány is nehezítette a munkavégzést, melynek következtében több pihenőre is



szüksége volt. Összesen 122,19 perc pihenőt tartott, amely a teljes munkaidő 17,8%-a. A nagyarányú 8%-os várakozás pedig a kerületvezető erdőszel való többszöri egyeztetésnek, ill. a telefonálásoknak volt köszönhető.

Horvátszidány 5H, 2009.03.17., 2009.03.26.



69. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet, Horvátszidány 5H (Forrás: Saját adatok)

Munkaterületen belüli átállások

94 db átállítás volt a munkavégzés során. Összesen 916 m-t közlekedett a vágásterületen a gép. Az átállások távolsága 2 és 90 m között változott, átlagosan 9,74 m volt. Időtartama 0,03 és 2,58 perc között mozgott, átlagosan 0,39 perc volt. Az átállásra fordított idő 36,40 perc volt, amely a teljes munkaidő 5,3%-a. Az átállítás időtartama és a távolsága közötti kapcsolatot a 122. melléklet szemlélteti. Ezalapján látható, hogy az átállások döntő többsége 2 és 15 m, ill. 0,03 és 0,5 perc közötti volt. Azaz a gép mozgása a pásztán belüli szakaszos előrehaladásból és pászták közötti átállásból tevődött össze.

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

Összesen 139,6 m³ faanyag kitermelése történt meg. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti és összesített napi teljesítménye (32. táblázat, 123. melléklet). Üzemidőre nézve 12,23 m³, míg produktív időben 18,91 m³ volt az óránkénti teljesítmény. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 97,82 m³, ill. 151,30 m³. A magas teljesítményértékek a felső lombkoronaszintet alkotó méretes erdeifenyőnek és a nagyarányú hosszú (4,1–6,1 m) választékoknak köszönhető.

Összesített teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	23,00	184,04
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	20,91	167,32
Produktív időben	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	18,91	151,30
Várakozás nélküli időben	(t _v =Ü-V)	13,29	106,32
Üzemidőben	(t _ü =Ü)	12,23	97,82

32. táblázat: Timberjack 1270B harvester összesített teljesítményadatai, Horvátszidány 5H (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

A terepi adatrögzítés során 3 alkalommal fordult elő karbantartás. Az elhasználódás következtében két alkalommal volt szükség a fűrészlánc cseréjére, ezen belül egyszer a vezetőlemezt is cserélni kellett; továbbá egy alkalommal a lánc élezését kellett



végrehajtani. Összesen 45,50 percet fordítottak karbantartásra, vagyis átlagosan 15,17 percet vettek igénybe esetenként. A munkaidő 6,6%-t tette ki ez a tevékenység.

Hibaelhárítás

Két alkalommal történt meghibásodás. Mindkét esetben a fűrészlánc esett le a vezetőlemezről, azt kellett visszarakni. A hibaelhárítás összes időigénye 19,73 perc, átlagosan pedig 9,86 perc volt.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A kitermelés során összesen 209 db fa kitermelése történt meg, ebből 87 erdeifenyő, 122 pedig gyertyán volt. Az állomány egyenes, ágtszta törzsű és nem villás egyedeit az erdeifenyők adták, míg az ágas, villás, valamint sík és térgörbe egyedeit a gyertyánok képviselték (124. melléklet).

Termelt választékok jellemzői

Tízféle választék került termelésre. Erdeifenyőből 2 m-es papírfát, továbbá 3,1 m-es, 4,1 m-es, 5,1 m-es és 6,1 m-es rönköket termeltek. Gyertyánból 2 m-es tűzifa, ill. a különböző hosszúságú koronarészekből származó tűzifa került termelésre, mely darabokat később a rakodón motorfűrészsel méteres hosszra darabolták és sarangolták. Ezeket a koronarészeket hosszúságuk alapján 4 csoportba rendezve a következő átlaghosszak adódtak: 2,99 m, 4,09 m, 4,92 m, 6,41 m. A választékok csúcs- és tőátmérője alapján meghatározásra kerültek az átlagátmérők, amely alapján az átlagos választéktérfogatok az előzőekben használt módszernek megfelelően adódnak.

2 nap alatt 1263 db választék képződött. 25,5 m³ tűzifa, 36,7 m³ papírfa, 68,6 m³ rönk és 8,8 m³ koronarész, amelyből méteres tűzifa lett a későbbiekben (33. táblázat).

Választék	Papírfa	Rönk	Rönk	Rönk	Rönk	Tűzifa	K.Tfa	K.Tfa	K.Tfa	K.Tfa
	EF					GY				
Hossz (m)	2,0	3,1	4,1	5,1	6,1	2,0	2,99	4,09	4,92	6,41
Átlagátmérő (cm)	21,1	24,6	29,1	28,1	28,2	16,9	11,7	14,1	15,7	13,6
Darabszám (db)	426	117	119	14	9	463	11	69	18	17
	1263									
Eloszlás (%)	33,7	9,3	9,4	1,1	0,7	36,7	0,9	5,5	1,4	1,3
Átlagtérfogat (m ³)	0,086	0,170	0,325	0,399	0,486	0,055	0,039	0,071	0,104	0,096
Térfogat (m ³)	36,724	19,925	38,732	5,585	4,370	25,49	0,429	4,865	1,877	1,640
		68,612					8,810			
	139,636									
Eloszlás (%)	26,3	14,3	27,7	4,0	3,1	18,3	0,3	3,5	1,3	1,2

33. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

Az erdészeti gépek Magyarországra jellemző átlagos gépkihasznátsági tényezőjének (P) értéke 60%. A vizsgálat során elért teljesítményt és az átlagos gépkihasznátsági tényezőt figyelembe véve megállapítható a gép várható teljesítménye (34. táblázat). Például produktív időben a várható teljesítmény 11,35 m³/h. A mérés ideje alatt a számított gépkihasznátsági tényező (P_{sz}) 64,6% volt.



Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	13,80	110,42
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+Á$)	12,55	100,39
Produktív időben (P)	($t_{pr}=F+D+Á+CD+G+R$)	11,35	90,78
Produktív időben (P_{sz})	($t_{pr}=F+D+Á+CD+G+R$)	12,23	97,82
Számított gépkihasznátsági tényező (P_{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasznátsági tényező (P)		Műszakidő
		64,6%	60%
			8 óra

34. táblázat: Timberjack 1270B harvester várható teljesítményadatai, Horvátzsidány 5H
(Forrás: Saját adatok)

Kőszeg 46D – Egészségügyi termelés lucfenyvesben

Terület

A Kőszegi hegységben található 46D – állami tulajdonban lévő – erőrészlet (125. melléklet) 2,4 ha összterületű. Az állományt lucfenyő és kocsánytalan tölgy alkotta 95%-os és 5%-os elegyarányal. A lucfenyők kora 49 év, míg a tölgyé 39 év volt. Az lucfenyők átlagmagassága 18 m, a tölgyé pedig 11 m volt. A mellmagassági átmérők pedig 19 cm és 12 cm. A részlet élőfakészlete: lucfenyő 419 m³/ha és a tölgy 10 m³/ha.

Munkarendszer

Az egészségügyi termelést egy Timberjack 1270B típusú harvester végezte a Kőszegi hegységben. A legyengült lucfenyő-állomány szűkárósítás következtében pusztulásnak indult. A fakitermelés során csak az egészséges faegyedeket hagyták meg. A károsítás ezen állomány esetében olyan súlyos volt, hogy szinte az egész állományt le kellett termelni. A harvester 10–15 m széles pásztákban haladt előre. A fakitermelés során az egyes választékok csoportosítva, közvetlenül a gép jobb vagy bal oldalán lettek elhelyezve, mögöttük pedig a gally- és koronarészek halmozódtak fel egy sávban (70. ábra). A faanyag közelítését a későbbiekben forvarder hajtotta végre.

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A vizsgálat rövid ideig tartott, összesen 47,5 percig. A mérés időtartama (71. ábra, 126. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 61,9%-át a fa döntésére, feldolgozására, 11,2%-át átállásra fordította. A rövid mérés oka, hogy a vizsgálat megkezdésekor az erdőrészletben már csak egy kis területen kellett a fakitermelést végrehajtani.

Munkaterületen belüli átállások

A rövid időtartam miatt csak 7 db átállás volt, amely összesen 5,33 percet vett igénybe és ez idő alatt 75 m-t közlekedett a vágásterületen a gép. Az átállások távolsága 3 és 50 m között változott, átlagosan 11 m volt. Időtartama 0,23 és 3,53 perc között mozgott, átlagosan 0,76 perc volt. Az átállás időtartama és a távolsága közötti összefüggést a 127. melléklet szemlélteti.

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

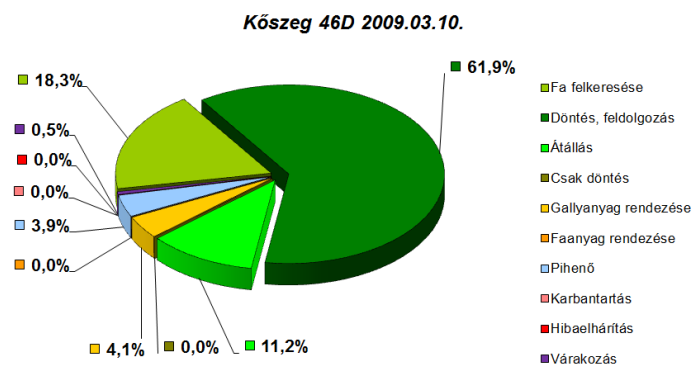
Mindösszesen csak 17,3 m³ faanyag kitermelése történt meg. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti teljesítménye (35. táblázat). Üzemidőre nézve 21,88 m³, míg produktív időben 22,91 m³ volt az



óránkénti teljesítmény. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 175,08 m³, ill. 183,26 m³. A magas teljesítményérték az állomány kedvező adottságainak köszönhető.



70. ábra: Egészségügyi termelés lucfenyvesben, Kőszeg 46D (Forrás: Saját képek)



71. ábra: Munkaidő-szerkezet, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)

Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	27,28	218,22
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	23,93	191,44
Produktív időben	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	22,91	183,26
Várakozás nélküli időben	(t _v =Ü-V)	22,00	176,01
Üzemidőben	(t _ü =Ü)	21,88	175,08

35. táblázat: Timberjack 1270B harveszter teljesítményadatai, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

A vizsgálat ideje alatt nem volt szükség karbantartási műveletre.



Hibaelhárítás

A vizsgálat ideje alatt meghibásodás nem történt.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A kitermelés során összesen 44 db egyenes, ágztiszta törzsű lucfenyő kitermelése történt meg.

Termelt választékok jellemzői

Háromféle választék került termelésre: 4,1 m-es és 5,1 m-es rönk, ill. 2 m-es tűzifa. 291 db választék képződött. 11,8 m³ tűzifa és 5,5 m³ rönk (36. táblázat).

Választék	Rönk	Rönk	Tűzifa	Rönk	Rönk	Tűzifa	Választék
Hossz (m)	5,1	4,1	2,0	5,1	4,1	2,0	Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	23,8	18,3	15,1	0,278	0,134	0,047	Átlagtérfogat (m ³)
Darabszám (db)	6	35	250	0,804	4,691	11,830	Térfogat (m ³)
	291			17,326			
Eloszlás (%)	2,1	12,0	85,9	4,6	27,1	68,3	Eloszlás (%)

36. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

A vizsgálat során elért teljesítményt és az átlagos gépkiszhasználtsági tényezőt figyelembe véve megállapítható a gép várható teljesítménye (37. táblázat). Például produktív időben a várható teljesítmény 13,74 m³/h.

Várható teljesítmény	m ³ /h	m ³ /műszak	
Döntési időben	(t _d =F+D)	16,37	130,93
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	14,36	114,87
Produktív időben (P)	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	13,74	109,96
Produktív időben (P _{sz})	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	21,88	175,08
Számított gépkiszhasználtsági tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkiszhasználtsági tényező (P)	Műszakidő	
95,5%	60%	8 óra	

37. táblázat: Timberjack 1270B harvester várható teljesítményadatai, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)

Kőszeg 50B – Egészségügyi termelés lucfenyvesben

Terület

A Kőszegi hegységben található 50B – állami tulajdonban lévő – erőrészlet (128. melléklet) 7 ha összterületű. Az állományt luc- és erdeifenyő, kocsánytalan tölgy, valamint nyír alkotta 70%-os, 15%-os, 10%-os és 5%-os elegyarányal. A fakitermelés csak a lucfenyőket érintette az egészségügyi termelés során. A lucfenyők kora 50 év, az átlagmagassága 16 m, a mellmagassági átmérő pedig 17 cm. A fakészlet pedig fenyő esetében 264 m³/ha.

Munkarendszer

A Kőszeg 46D erdőrészletnél leírtaknak megfelelően zajlott itt is a kitermelés, annyi különbséggel, hogy itt a károsítás csak foltszerűen jelentkezett (72. ábra).

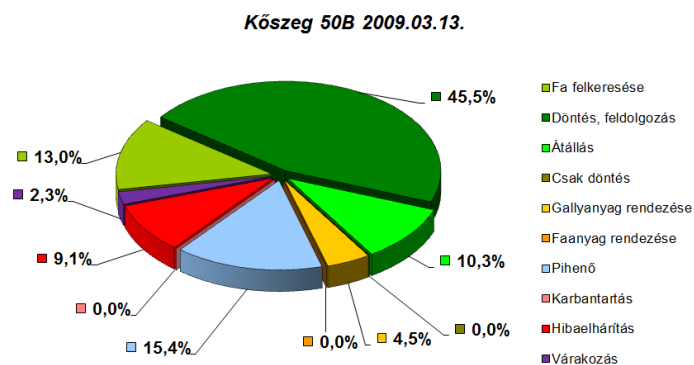


72. ábra: Egészségügyi termelés lucfenyvesben, Köszeg 50B (Forrás: Saját képek)

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A vizsgálat közel 172 percig tartott. A mérés időtartama (73. ábra, 129. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 45,5%-át a fa döntésére, feldolgozására, 10,3%-át átállásra, 4,5%-át gallyanyag rendezésre fordította.



73. ábra: Munkaidő-szerkezet, Köszeg 50B (Forrás: Saját adatok)

Munkaterületen belüli átállások

A vizsgálat során 33 db átállás volt, amely összesen 17,67 percet vett igénybe. Az átállások távolsága 3 és 50 m között változott, átlagosan 10 m volt. Időtartama 0,13 és 1,63 perc között változott, átlagosan 0,54 perc volt. Az átállás időtartama és a távolsága közötti összefüggést a 130. melléklet szemlélteti.



A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

Összesen csak 40,3 m³ faanyag kitermelését végezték el a vizsgálat alatt. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti teljesítménye (38. táblázat). Üzemidőre nézve 14,07 m³, míg produktív időben 19,19 m³ volt az óránkénti teljesítmény. Ezen értékek alapján a gép 8 óras műszakteljesítménye 112,55 m³, ill. 153,55 m³.

Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	24,06	192,47
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	20,46	163,70
Produktív időben	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	19,19	153,55
Várakozás nélküli időben	(t _v =Ü-V)	14,39	115,14
Üzemidőben	(t _ü =Ü)	14,07	112,55

38. táblázat: Timberjack 1270B harvester teljesítményadatai, Kőszeg 50B (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

A vizsgálat ideje alatt nem volt szükség karbantartási műveletre.

Hibaelhárítás

A vizsgálat ideje alatt egy meghibásodás történt. A harvesterfejet működtető egyik hidraulikacső cseréjét kellett végrehajtani, amely 15,56 percet igényelt.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A kitermelés során összesen 109 db egyenes, ágztiszta törzsű lucfenyő kitermelése történt meg.

Termelt választékok jellemzői

Háromféle választék került termelésre: 4,1 m-es és 5,1 m-es rönk, ill. 2 m-es tűzifa. 665 db választék képződött. 33,5 m³ tűzifa és 6,8 m³ rönk (39. táblázat).

Választék	Rönk	Rönk	Tűzifa	Rönk	Rönk	Tűzifa	Választék
Hossz (m)	5,1	4,1	2,0	5,1	4,1	2,0	Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	23,5	20,3	16,0	0,271	0,161	0,054	Átlagtérfogat (m ³)
Darabszám (db)	6	36	623	0,969	5,813	33,526	Térfogat (m ³)
	665			40,307			
Eloszlás (%)	0,9	5,4	93,7	2,4	14,4	83,2	Eloszlás (%)

39. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Kőszeg 50B (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

A vizsgálat során elért teljesítményt és az átlagos gépkihasználati tényezőt figyelembe véve megállapítható a gép várható teljesítménye (40. táblázat). Például produktív időben a várható teljesítmény 11,52 m³/h.



Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	14,44	115,48
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+Á$)	12,28	98,219
Termékív időben (P)	($t_{pr}=F+D+Á+CD+G+R$)	11,52	92,131
Termékív időben (P _{sz})	($t_{pr}=F+D+Á+CD+G+R$)	14,07	112,55
Számított gépkihasznátsági tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasznátsági tényező (P)		Műszakidő
73,3%	60%		8 óra

40. táblázat: Timberjack 1270B harveszter várható teljesítményadatai, Kőszeg 50B
(Forrás: Saját adatok)

Lesenceistvánd 29A – Egészségügyi termelés feketefenyvesben

Terület

Az erdőrészlet (131. melléklet) területe 5,99 ha. Elsődleges rendeltetése honvédelmi erdő, további rendeltetése talajvédelmi erdő. A terület nem védett, de Natura 2000-es oltalom alatt áll. A tengerszint feletti magassága 150–250 m. A részlet fekvése keleti, domborzata hegy-, domb-, buckaoldal, ahol az átlagos lejtés 2,5–5°. A természetességi állapot alapján az átmeneti erdő kategóriába sorolt részlet, részleges korlátozással vágásos üzemmódban kezelt. Az állományt alkotó fafajok elegyarány szerinti megoszlása: feketefenyő 65% (65 éves), csertölgy 20% (96 éves), csertölgy 10% (71 éves), molyhos tölgy 5% (96 éves). A feketefenyő fakészlete 212 m³/ha, a csertölgyé 46 m³/ha és 15 m³/ha, a molyhos tölgyé 5 m³/ha (Kisgyörgy, 2014).

Munkarendszer

Az erdőrészletben 2013 őszén végrehajtották az egészségügyi fakitermelést, de időközben az akkor meghagyott – a betegség jeleit nem mutató – faegyedek állapota is leromlott. A Timberjack 1270B harveszter a maradék fenyőállomány egészségügyi letermelését végezte el tarvágás jelleggel. A faanyag és vágástéri apadék a tőtávolság következtében koncentráltan (kupacokban) maradt hátra a gép után. A faanyag közelítését forwarderrel oldották meg (74. ábra).

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

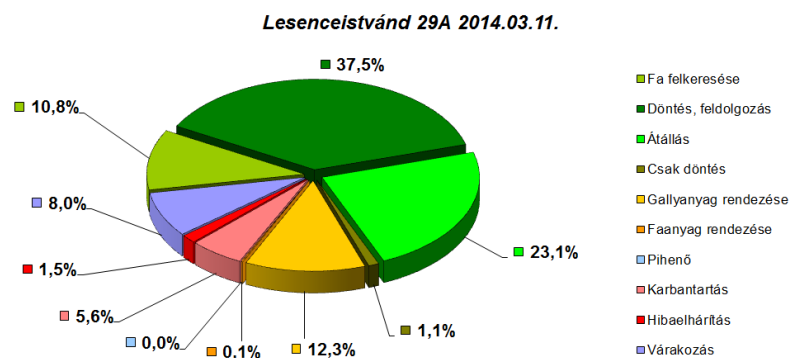
A vizsgálat közel 400 percig tartott. A mérés időtartama (75. ábra, 132. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 37,5%-át a fa döntésére, feldolgozására, 23,1%-át átállásra, 12,3%-át gallyanyag rendezésre fordította. A ritka állományszerkezet hatása jól megmutatkozik a műveletelemek megoszlásában.

Munkaterületen belüli átállások

A mérés alatt 250 db átállás volt, amely összesen 91,95 percet vett igénybe. A gép a vágásterületen 1309 m távolságot tett meg. Az átállások távolsága 1 és 40 m között változott, átlagosan 5 m volt. Időtartama 0,05 és 2,32 perc között alakult, átlagosan 0,37 perc volt. Az átállás időtartama és a távolsága közötti kapcsolatot a 133. melléklet szemlélteti. Látható, hogy az átállások nagy része 1 és 10 m közötti volt, ezek a pásztán belüli átállások voltak, míg a nagyobb távolságokat a pászták közötti átállások eredményezték.



74. ábra: Egészségügyi termelés feketefenyvesben, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Kisgyörgy Z. képei)



75. ábra: Munkaidő-szerkezet, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok)

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

107,08 m³ faanyag kitermelése történt meg a vizsgálat időtartama alatt. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti teljesítménye (41. táblázat). Üzemidőben 16,14 m³, míg produktív időben 19,01 m³ volt az óránkénti teljesítmény. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 129,10 m³, ill. 152,04 m³.

Karbantartás

A vizsgálat ideje alatt 2 db karbantartás volt, amely 22,18 percet igényelt. A karbantartás során láncszerék történtek, valamint egy alkalommal a harveszterfej és a daru zsírozását is elvégezte a kezelő.



Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	33,42	267,39
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+\hat{A}$)	22,61	180,87
Termelési időben	($t_{pr}=F+D+\hat{A}+CD+G+R$)	19,01	152,04
Várakozás nélküli időben	($t_v=\hat{U}-V$)	17,54	140,35
Üzemidőben	($t_{\hat{u}}=\hat{U}$)	16,14	129,10

41. táblázat: Timberjack 1270B harvester teljesítményadatai, Lesenceistvánd 29A
(Forrás: Saját adatok)

Hibaelhárítás

A vizsgálat ideje alatt két meghibásodás történt. Összesen 5,98 percig tartott a hibák elhárítása. Két alkalommal a fűrészlánc leesett a vezetőlemezzel, ill. egy alkalommal a vezetőlemez is elhajolt, így azt cserélni is kellett.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A mérések során 360 db fát termeltek ki, ennek 94,7%-a volt feketefenyő (341 db) és 5,3%-a csertölgy (19 db). Az állomány jellemzően egyenes, ágtiszta és nem villás törzsekből állt (134. melléklet). A villás és az ágasabb egyedek a fenyők, míg a síkgörbe egyedek túlnyomó többsége, ill. a térgörbe egyedek a cserfák közül kerültek ki.

Termelt választékok jellemzői

Kétféle választék – rostfa (FF) és tűzifa (CS) – került termelésre egységesen 4 m-es hosszban. Összesen 800 db választék képződött, amelynek osztérfogata 107,1 m³ (42. táblázat). Közéltés után a választékokat 2 m-esre darabolták motorfűrészsel a rakodón.

Választék	Rostfa	Tűzifa	Rostfa	Tűzifa	Választék
Hossz (m)	4,0	4,0	4,0	4,0	Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	18,1	14,8	0,136	0,089	Átlagterfogat (m ³)
Darabszám (db)	769	31	104,322	2,759	Térfogat (m ³)
	800		107,080		
Eloszlás (%)	96,1	3,9	97,4	2,6	Eloszlás (%)

42. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

A gép várható teljesítménye a 43. táblázatban látható. Például termelési időben a várható teljesítmény 11,40 m³/h.

Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	20,05	160,44
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+\hat{A}$)	13,57	108,52
Termelési időben (P)	($t_{pr}=F+D+\hat{A}+CD+G+R$)	11,40	91,23
Termelési időben (P _{sz})	($t_{pr}=F+D+\hat{A}+CD+G+R$)	16,14	129,10
Számított gépkihasznátsági tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasznátsági tényező (P)		Műszakidő
84,9%	60%		8 óra

43. táblázat: Timberjack 1270B harvester várható teljesítményadatai, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok)



Lesenceistvánd 29D – Egészségügyi termelés feketefenyvesben

Terület

Az erdőrészlet (135. melléklet) területe 3,63 ha. Elsődleges rendeltetése: honvédelmi, további rendeltetése: talajvédelmi, a Natura 2000 része. Nem védett terület. A tengerszint feletti magasság 150–250 m, a részlet fekvése változó, domborzata változatos, ahol az átlagos lejtés 2,5–5°. Az erdőrészlet kultúrerdő besorolású, vágásos üzemmódban kezelt (részleges korlátozással). Az állományt alkotó fafajok elegyarány szerinti megoszlása: feketefenyő 85% (61 éves), csertölgy 10% (96 éves), csertölgy 10% (71 éves), molyhos tölgy 5% (96 éves). A feketefenyő fakészlete 326 m³/ha, a csertölgyé 22 m³/ha, a molyhos tölgyé 5 m³/ha (Kisgyörgy, 2014).

Munkarendszer

A munkavégzés teljesen megegyezett a Lesenceistvánd 29A-nál leírtakkal, mivel szomszédos erdőrészletről van szó, hasonló termőhelyi és állományadottságokkal, valamint problémákkal (76. ábra).

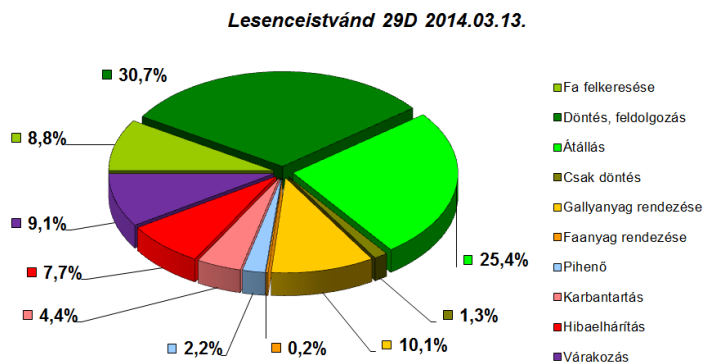


76. ábra: Egészségügyi termelés feketefenyvesben, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Kisgyörgy Z. képei)

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A mérés 427,27 percig tartott. A mérés időtartama (77. ábra, 136. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 30,7%-át a fa döntésére, feldolgozására, 25,4%-át átállásra, 10,1%-át gallyanyag rendezésre fordította. A ritka állományszerkezet hatása itt is jól megmutatkozik a műveletelemek megoszlásában.



77. ábra: Munkaidő-szerkezet, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok)

Munkaterületen belüli átállások

A mérés alatt 191 db átállítás volt, amely összesen 108,7 percet vett igénybe. A gép a vágásterületen 1920 m távolságot tett meg. Az átállások távolsága 1 és 150 m között változott, átlagosan 10 m volt. Időtartama 0,09 és 5,05 perc között változott, átlagosan 0,57 perc volt. Az átállítás időtartama és a távolsága közötti kapcsolatot a 137. melléklet szemlélteti. Látható, hogy az átállások nagy része 1 és 20 m közötti volt, ezek a pásztán belüli átállások voltak, míg a nagyobb távolságokat a pászták közötti átállások eredményezték.

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

A vizsgálat során 102 m³ faanyag kitermelése történt meg. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti teljesítménye (44. táblázat), s ez üzemidőben 14,32 m³, míg produktív időben 18,69 m³ volt. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 114,53 m³, ill. 149,55 m³.

Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	($t_d=F+D$)	36,27	290,16
Fakitermelési időben	($t_f=F+D+\dot{A}$)	22,05	176,44
Produktív időben	($t_{pr}=F+D+\dot{A}+CD+G+R$)	18,69	149,55
Várakozás nélküli időben	($t_v=\ddot{U}-V$)	15,75	125,99
Üzemidőben	($t_i=\ddot{U}$)	14,32	114,53

44. táblázat: Timberjack 1270B harveszter teljesítményadatai, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

Három karbantartás volt a mérés alatt, ebből kettő láncsere és egy zsírozás volt. Összes időigénye 18,76 perc volt, vagyis átlagosan 6,25 perc.

Hibaelhárítás

Szintén három darab meghibásodás történt. Összesen 32,92 percig tartott a hibák elhárítása. Két alkalommal a fűrészlánc leesett a vezetőlemezről, ill. egy alkalommal a fűrészlánc elszakadt, így ezt kellett cserélni, egyúttal a vezetőlemez cseréje is megtörtént.



Kitermelt faegyedek jellemzői

A vizsgálat során 268 db fát termeltek ki, ennek 95,1%-a volt feketefenyő (255 db) és 4,9%-a csertölgy (13 db). Az állomány a Lesenceistvánd 29A részlettel hasonló paraméterekkel rendelkezett (138. melléklet).

Termelt választékok jellemzői

Kétféle választék – rostfa (FF) és tűzifa (CS) – került termelésre, egységesen 4 m-es hosszban. Összesen 633 db választék képződött, amelynek osztérfogata 102 m³ (45. táblázat). Közéltést követően a választékokat 2 m-esre darabolták motorfűrészsel a rakodón.

Választék	Rostfa	Tűzifa	Rostfa	Tűzifa	Választék
Hossz (m)	4,0	4,0	4,0	4,0	Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	20,0	16,0	0,162	0,104	Átlagtérfogat (m ³)
Darabszám (db)	620	13	100,602	1,346	Térfogat (m ³)
	633		101,984		
Eloszlás (%)	97,9	2,1	98,7	1,3	Eloszlás (%)

45. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

A gép várható teljesítménye a 46. táblázatban látható. Például produktív időben a várható teljesítmény 14,32 m³/h.

Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	21,76	174,09
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	13,23	105,86
Produktív időben (P)	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	11,22	89,73
Produktív időben (P _{sz})	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	14,32	114,53
Számított gépkihasznátsági tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasznátsági tényező (P)		Műszakidő
76,6%	60%		8 óra

46. táblázat: Timberjack 1270B harveszter várható teljesítményadatai, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok)

5.2.6 Timberjack 1070 munkaidő-tanulmánya

Tapolca 9A – Egészségügyi termelés feketefenyvesben

Terület

Tapolca 9A erdőrészlet (139. melléklet) területe 11,5 ha. Nem része a Natura 2000-es hálózatnak. Az elsődleges rendeltetése honvédelmi érdekeket szolgáló védőerdő, továbbá talajvédelmi erdő. A tengerszint feletti magasság 200 m, keleti fekvésű, hegy-, domb-, buckaoldal domborzatú, ahol az átlagos lejtés 10°. A kultúrerdő vágásos üzemmódban kezelt, gazdasági korlátozás nélküli. 92%-os elegyarányal a főfafaj a feketefenyő, mellette a felső szintben csertölgy is jelen van 8%-os elegyarányal, továbbá a felújítási szintben virágos kőris volt található nagy számban. A feketefenyő fakészlete 243 m³/ha, a csertölgyé 13 m³/ha (Kisgyörgy, 2014).



Munkarendszer

Az egészségügyi termelést egy Timberjack 1070-es harveszter hajtotta végre. A vágásterületen mozgó gumikerekű harveszter felkereste az elszáradt, ill. az elpusztulás nagyfokú jeleit mutató faegyedeket, majd kitermelte azokat. A közelítőnyomok mindkét oldalán 5–10 m szélességben hajtotta végre a beavatkozást. A választékok a nyom mellett halmozódtak fel, melyeket később kihordóval közelítették a rakodóra (78. ábra).

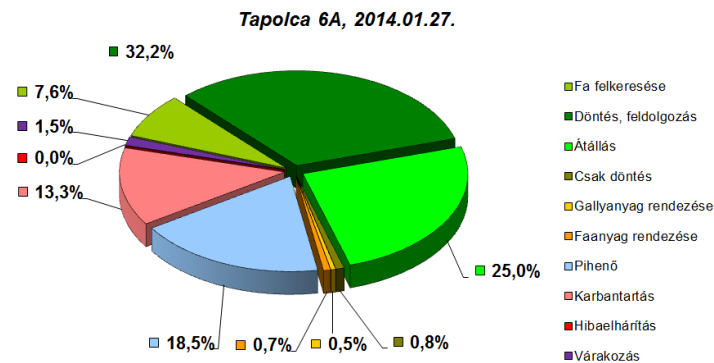


78. ábra: Egészségügyi termelés feketefenyvesben, Tapolca 9A (Forrás: Saját képek)

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A vizsgálat közel 330 percig tartott. A mérés időtartama (79. ábra, 140. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 32,2%-át a fa döntésére, feldolgozására és 25%-át átállásra fordította.



79. ábra: Munkaidő-szerkezet, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)



Munkaterületen belüli átállások

A mérés alatt 89 db átállás volt, amely összesen 82,51 percet vett igénybe. A gép a vágásterületen 1243 m távolságot tett meg. Az átállások távolsága 1 és 140 m között változott, átlagosan 14 m volt. Az átállás időtartama és a távolsága közötti kapcsolatot a 141. melléklet szemlélteti. Ebből az is látszik, hogy az egészségügyi termelés során a gép nagyobb területet jár be, mint egy tarvágás esetében. Továbbá az átállások lassúbbak is, mint a gyéritések esetében, mert a gépkezelőnek meg kell arról győződnie – a fakorona által mutatott kép alapján – hogy mely egyedeket kell kivágnia.

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

61,7 m³ faanyag kitermelése történt meg a mérés során. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyagmennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti teljesítménye (47. táblázat), mely üzemidőre nézve 11,21 m³, míg produktív időben 16,79 m³ volt. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 89,68 m³, ill. 134,30 m³.

Teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	28,14	225,14
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	17,30	138,36
Produktív időben	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	16,79	134,30
Várakozás nélküli időben	(t _v =Ü-V)	11,38	91,01
Üzemidőben	(t _ü =Ü)	11,21	89,68

47. táblázat: Timberjack 1070 harveszter teljesítményadatai, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)

Karbantartás

Hét karbantartás volt a mérés alatt. A karbantartás összes időigénye 43,82 perc volt. A karbantartás üzemanyag-tankolásból és lánckenőolaj-tartály feltöltéséből, a harveszterfej, a daru, a törzscsukló zsírozásából és a fűrészlánc cseréjéből állt.

Hibaelhárítás

A vizsgálat ideje alatt nem történt meghibásodás.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A kitermelés során 156 db fát termeltek ki, ennek 95,5%-a volt feketefenyő (149 db) és 4,5%-a csertölgly (7 db). Az állomány jellemzően egyenes, ágtiszta és nem villás törzsekből állt (142. melléklet).

Termelt választékok jellemzői

Fenyőből rostfát termelt a gép 2 és 4 m-es hosszban, míg a kitermelésre kerülő kevés cserből 3 m-es tűzifát (48. táblázat).

Választék	Rostfa		Tűzifa	Rostfa		Tűzifa	Választék
Hossz (m)	4,0	2,0	3,0	4,0	2,0	3,0	Hossz (m)
Átlagátmérő (cm)	16,9	15,1	22,9	0,121	0,044	0,140	Átlagtérfogát (m ³)
Darabszám (db)	461	49	27	55,792	2,138	3,776	Térfogát (m ³)
	537			61,706			
Eloszlás (%)	85,9	9,1	5,0	90,4	3,5	6,1	Eloszlás (%)

48. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)



Várható teljesítmények

A gép várható teljesítménye a 49. táblázatban látható. Produktív időben a várható teljesítmény 10,07 m³/h, ez az érték 8 órás műszakra számolva 80,58 m³.

Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	16,89	135,08
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	10,38	83,02
Produktív időben (P)	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	10,07	80,58
Produktív időben (P _{sz})	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	11,21	89,68
Számított gépkihasznátsági tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasznátsági tényező (P)		Műszakidő
66,8%	60%		8 óra

49. táblázat: Timberjack 1070 harvester várható teljesítményadatai, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)

5.2.7 Ponsse Buffalo Dual munkaidő-tanulmánya

Bugac 167C – Tarvágás alföldi fenyvesben

Terület

A gép vizsgálatára Bugac 167C (142. melléklet) 8,3 ha összterületű erdőrészletében, fekete- és erdeifenyő-állományban került sor. A fák átlagos kora 45 év, az átlagos famagasság 16–18 m, az átlag mellmagassági átmérő pedig 21–26 cm volt. Az élőfakészlet feketefenyő esetében csak 98 m³/ha-t ért el, míg erdeifenyőnél a 185 m³/ha-t. A párhuzamos hálózatú, mageredetű fenyvesben tarvágásra került sor.

Munkarendszer

A tarvágást egy Ponsse Buffalo Dual harvester végezte. Ez egy kombinált gép, amely átszerelést követően vagy harvesterként vagy forvarderként tud dolgozni. A gép harvester üzemmódban elvégezte a fenyves tarvágását. 10–15 m-es pásztaszélességgel dolgozott. A választékok a közelítőnyom jobb- és baloldalán koncentráálódtak. Rövid átállásokkal haladt előre és közben elvégezte a fák töelválasztását, előközelítést, gallyazást, választékolást, darabolást és rakásolást, valamint a köbözést is. A faanyag közelítést egy Ponsse Elk kihordó végezte, mialatt a dual gép még a fakitermelésben dolgozott. Azonban a kitermelés befejeztével a kombinált gép forvarder üzemmódra váltott és így már két kihordó végezte a közelítést (80. ábra).

Vizsgálat eredménye

Munkaidő-szerkezet

A két alkalommal végzett vizsgálat összesen közel 766 percig tartott. A mérés időtartama (81. ábra, 144. melléklet) alatt a gép a munkaidejének 56,7%-át a fa döntésére, feldolgozására, 6%-át átállásra fordította.

Munkaterületen belüli átállások

A mérés alatt 198 db átállás volt, amely összesen 46,15 percet vett igénybe. A gép a vágásterületen 1801 m távolságot tett meg. Az átállások távolsága 2 és 300 m között

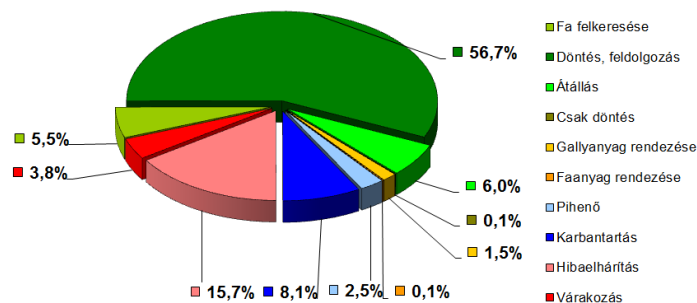


változott, átlagosan 9,1 m volt. Az átállás időtartama és a távolsága közötti összefüggést a 145. melléklet szemlélteti. A tarvágásokra jellemző képet mutatja a diagram is.



80. ábra: Tarvágás alföldi fenyvesben, Bugac 167C (Forrás: Saját képek)

Bugac 167C 2012.10.02-03.



81. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)

A vizsgálat időtartama alatt elért teljesítmények

Közel 200 m³ faanyag kitermelését végezték el a mérések során. A munkaidő-szerkezet és a kitermelt faanyag mennyiség alapján meghatározható a gép óránkénti teljesítménye (50. táblázat), mely üzemi időben 15,60 m³, míg produktív időben 22,32 m³ volt. Ezen értékek alapján a gép 8 órás műszakteljesítménye 124,80 m³, ill. 178,56 m³.

Karbantartás

A vizsgálat ideje alatt 6 db karbantartás volt, amely 62,18 percet igényelt. Ez idő alatt volt két tankolás, 3 db lánckenőolaj-feltöltés, 2 db fűrészlánc-csere, 1 db vezetőlemez-csere és egy alkalommal a motor hűtőjét kellett megtisztítani a ráakódott portól, levelektől.



Összesített teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	25,08	200,65
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	22,86	182,88
Termelési időben	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	22,32	178,56
Várakozás nélküli időben	(t _v =Ü-V)	16,22	129,73
Üzemidőben	(t _ü =Ü)	15,60	124,80

50. táblázat: Ponsse Buffalo Dual harvester teljesítményadatai, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)

Hibaelhárítás

A vizsgálat ideje alatt három meghibásodás történt. Összesen 120 percet vett igénybe ezek elhárítása. Kétszer kellett a fűrészláncot visszahelyezni a vezetőlemezre, de ezek csak rövid ideig tartottak. A nagy időtartamot az magyarázza, hogy a vágóegységet mozgató hidraulikus hengert ki kellett cserélni – elhasználódása miatt, – ehhez azonban szét kellett szerelni az egész vágószerkezetet.

Kitermelt faegyedek jellemzői

A kitermelés során 390 db fát termeltek ki, ennek 45,1%-a volt feketefenyő (176 db) és 54,9%-a erdeifenyő (214 db). Az állomány jellemzően egyenes, ágztiszta és nem villás törzsekből állt (146. melléklet).

Termelt választékok jellemzői

Kétféle kivágás került termelésre: 18–22 cm-es csúcsátmérővel 1,25 m-es, ill. 22 cm-nél nagyobb csúcsátmérővel 1,7 m-es hosszúságban. Továbbá 14–18 cm-es csúccsal 4 m-es rönköt, ill. 8 cm-es minimális csúcsátmérőig 3 m-es papírfát választékoltak (51. táblázat).

Választék	Kivágás				Papírfa				Rönk	Választék			
Hossz (m)	1,25	1,7	3,0	4,0	1,25	1,7	3,0	4,0	Hossz (m)	1,25	1,7	3,0	4,0
Átlagátmérő (cm)	21,4	25,5	12,7	17,9	0,053	0,090	0,055	0,124	Átlagtérfogat (m ³)	29,352	94,834	62,305	12,697
Darabszám (db)	554	1032	1122	101	2809				Térfogat (m ³)	199,188			
Eloszlás (%)	19,7	36,7	39,9	3,6	14,7	47,6	31,3	6,4	Eloszlás (%)				

51. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)

Várható teljesítmények

A gép várható teljesítménye az 52. táblázatban látható. Termelési időben a várható teljesítmény 13,39 m³/h, ez az érték 8 órás műszakra számolva 107,14 m³.

Várható teljesítmény		m ³ /h	m ³ /műszak
Döntési időben	(t _d =F+D)	15,05	120,39
Fakitermelési időben	(t _f =F+D+Á)	13,72	109,73
Termelési időben (P)	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	13,39	107,14
Termelési időben (P _{sz})	(t _{pr} =F+D+Á+CD+G+R)	15,60	124,80
Számított gépkihasználati tényező (P _{sz})	Magyarországra jellemző átlagos gépkihasználati tényező (P)		Műszakidő
69,9%	60%		8 óra

52. táblázat: Ponsse Buffalo Dual harvester várható teljesítményadatai, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)



5.2.8 Robusztá Kft. fakitermelő gépeinek értékelése

A Robusta Kft. rendelkezésre bocsátotta két fakitermelő gépének területenkénti kitermelési adatait. A Ponsse Buffalo Dual gép esetében 2010–2012 közötti, míg a Ponsse Ergo 8WD esetében a 2012. évi adatsor állt rendelkezésre. A két gép jellemzően alföldi erdei- és feketefenyvesekben végzett véghasználatot, tarvágás jelleggel. Elsősorban az Ergo esetében fordult elő kisebb részarányban, hogy nemesnyárasban hajtott végre gyérítést vagy tarvágást.

A Ponsse Buffalo Dual gép 2010–2012 között 1,1 millió választékot állított elő, melynek együttes hossza 2,8 millió m. Az átlagos választékhoz 2,13 m. A választékok átlagos csúcsátmérője 16,46 cm. Kéregben mérve összesen 51.425 m³ faanyag került kitermelésre ezzel a géppel. Ezen adatok évenkénti és választékonkénti bontásban, táblázatos és diagram formában a 147–153. mellékletben láthatóak. A Ponsse Ergo 8WD harvester 2012-ben több mint 732 ezer választékot termelt, több mint 1,83 millió m összes hosszban. Az átlagos választékhoz 3,38 m, az átlagos átmérő pedig 22,81 cm volt. 37.446 m³ faanyag termelését végezte el. Részletes adatok a 154–159. mellékletben találhatóak.

A kapott adatok (kitermelt fatérfogat, munkavégzés ideje) alapján meghatározható volt a gépek teljesítménye és fajlagos időszükséglete. Továbbá a kitermelt faegyedek számának ismeretében az átlagos nettó fatérfogat, a választékszámából pedig az egy faegyedből termelt átlagos választékszám volt meghatározható. Az állományok átlagos mellmagassági átmérője nem állt rendelkezésre, ezért ennek értéke közelítő módszerrel volt számítható, a termelt választékok átlagos átmérője alapján. A kitermelt faegyedek számának, ill. a termelt választékok számának ismeretében a legvastagabb választékcsoport átlagos átmérője szolgáltatta közelítőleg az állomány átlagos mellmagassági átmérőjét. Ha fák száma meghaladta a legvastagabb választékcsoportban termelt választékszámot, akkor a következő választékcsoport átmérője lett bevonva az átlagszámításba a hiányzó egyedszám arányában. Például:

- kitermelt fák száma (N_{fa}): 1962 db;
- termelt rönkök száma (N_R): 1040 db;
- rönk átlagos csúcsátmérője (d_R): 22,35 cm;
- termelt papírfák száma (N_P): 6891 db;
- papírfák átlagos csúcsátmérője (d_P): 12,85 cm;

$$d_{1,3sz} = \left((N_R \times d_R) + ((N_{fa} - N_R) * d_P) \right) / N_{fa}$$

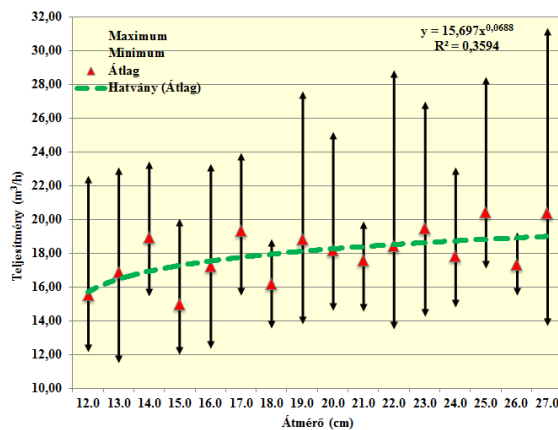
$$d_{1,3sz} = \left((1040 \times 22,35) + ((1962 - 1040) * 12,85) \right) / 1962 = 17,89 \text{ [cm]}$$

A módszer feltételezi, hogy a legvastagabb választékok a fa alsó részéből származnak, ill. nem számol a sudarlóssággal, ezért szolgált csak közelítő eredményt.

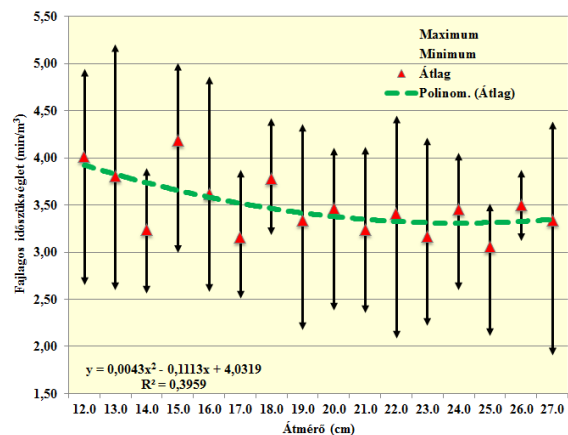
Az előbbieket alapján a Ponsse Buffalo Dual harvester átlagos teljesítménye fenyő (EF, FF) esetében 16,33 m³/h (max. 33,06 m³/h, min. 5,28 m³/h), a kitermelt fák átlagos mellmagassági átmérője 19,72 cm (max. 29,63 cm, min. 6,5 cm). A Ponsse Ergo 8WD harvester átlagos teljesítménye fenyő (EF, FF) esetében 21,07 m³/h (max. 41,50 m³/h, min. 5,34 m³/h), a kitermelt fák átlagos mellmagassági átmérője 17,42 cm (max. 30,58 cm, min. 10,01 cm). Nemesnyár esetében viszont 30,68 m³/h (max. 47,35 m³/h, min. 18,64 m³/h), a kitermelt fák átlagos mellmagassági átmérője 30,56 cm (max. 37,84 cm, min. 23,12 cm). A két gép fenyvesekre vonatkozó adatait összesítve (160–163. melléklet) azt tapasztalható, hogy a mellmagassági átmérő növekedésével növekszik a teljesítmény, csökken a fajlagos időszükséglet. A számított adatok is jól mutatják, hogy az átmérő növekedésével nőtt az átlagos választékszám és az átlagos nettó fatérfogat is. A



teljesítmény és a fajlagos időszükséglet esetében az összefüggés elég gyenge a nagy szórás miatt. Az átmérőnként kapott minimum-, maximum- és átlagértékeket mutatja be a 82–83. ábra, ahol már szorosabb kapcsolat mutatkozik.



82. ábra: Teljesítmény és az átmérő viszonya (Forrás: Saját adatok)



83. ábra: Fajlagos időszükséglet és az átmérő viszonya (Forrás: Saját adatok)

A rendelkezésre bocsátott adatok között sok alkalommal a gép által felvételezett faanyagmennyiség (kéregben és kéreg nélkül) mellett szerepelt a szakember által végzett ('kézi') faanyag-felvételezés eredménye is. Sok esetben szembevető volt, hogy a gép által köbözött faanyag több volt, mint a hagyományos módon felvételezett. A különbségek és a százalékos eltérések a 169–170. mellékletben láthatóak. Kigyűjtésre kerültek azon köbözési értékek, amelyek egy-egy erdőrészletre hiánytalanul rendelkezésre álltak mind a gépi, mind a kézi felvételezési adatokkal; ezek szolgáltatták az 'Összesen' adatsort. Továbbá három választéktípus (rönk, kivágás, papírfa) esetében sikerült egymáshoz tartozó, hiánytalan adatsorokat összeállítani. Az 'Összesen' adatsor esetében ugyanazon faanyagmennyiség felvételezése esetében átlagosan 14,2%-kal kevesebb értékek mutatkoznak a kézi módszer esetében a gépi, kéregben mérthez képest. Mivel nem minden választék kerül kéregben értékesítésre, ezért választékonként került megvizsgálásra a probléma. A rönk kéreg nélkül kerül köbözésre. A kézi felvételezés átlagosan 8,1%-kal kisebb értéket eredményezett, mint a gépi (kéreg nélküli). A papírfa és a kivágás esetében a felvételezés kéregben történik. Ez esetben is a kézi felvételezés átlagosan 10,8%-kal, ill. 18,8%-kal kevesebb lett, mint a gépi adat (kéregben) (164–167. melléklet).

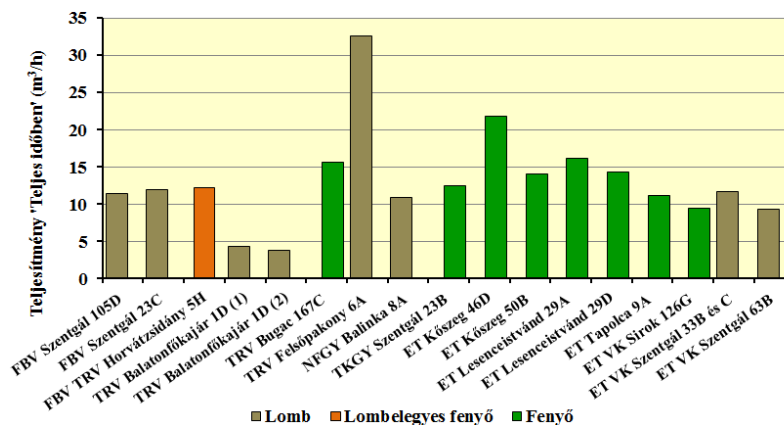
Az ok-okozatok feltárásában a személyi tényező elvethető, mivel a kézi felvételezéseket különböző szakemberek végezték, különböző helyszíneken. A problémát valószínűleg a két módszer közötti pontosságbeli különbség okozza. Nemzetközi viszonylatban elfogadott és használt a harvesterek által végzett köbözés. Hazánkban ez sajnos nem mondható el. Nálunk még az az elfogadott, hogy a kitermelt és közelített faanyag köbözését hagyományos módszerekkel végzik el, és ez alapján állapítják meg a kifizetendő munkabért. Ennek oka, hogy a behozott használt gépekben nem minden esetben működik tökéletesen a mérőrendszer, továbbá általában a gépkezelők nem rendelkeznek a szoftver beállításának ismereteivel, amely a kiindulási problémára vezethető vissza. Azonban azoknál a gépeknél, ahol ez a mérőrendszer működik és használják is (pl. ellenőrzési vagy bérmegegállítási célzattal), ott azt tapasztalták, hogy nagyobb volumenű kitermeléseknél (az 1000 m³ felettiéknél) – elsősorban a nem egyedi köbözésű választékok esetében (pl. papírfa) – több tíz- vagy százköbméteres eltérések is



tapasztalhatóak a vállalkozók kárára (a fenti százalékos eltérések alapján ez könnyen belátható). A jelentkező különbség oka az alkalmazott, sok esetben a helyi körülményekhez kialakított átszámítási tényezőkben keresendő. Mivel a harvester minden termelt választékot egyedileg köböz, így feltételezhető, hogy az az érték a pontosabb. E problémakör megoldása további, országos szintű vizsgálatokat, méréseket igényelne. Szükséges lenne felmérni az erdőgazdaságok által alkalmazott felvételezési módszerek és az átszámítási tényezők pontosságát. De ugyanígy szükséges lenne az alkalmazott harveszterek köbözőrendszerének a vizsgálata és összehasonlítása a jelenleg alkalmazott fejlett módszerekkel. Eredményként valamelyik módszer elfogadása, vagy egy korrigáló tényező kialakítása várható, remélhetőleg egységes alkalmazás mellett.

5.3 MAGYARORSZÁGON DOLGOZÓ HARVESZTEREK MUNKÁJÁNAK ÉRTÉKELÉSE

A kutatás során 8 db harvester vizsgálatára került sor, 17 különböző erdőrészletben és 6-féle használati módban. Lombos, lombelegyes fenyves és fenyves állományokban, sík-, domb- és hegyvidéki körülmények között történtek a mérések. Az erdőrészletenkénti teljesítményeket szemlélteti a 84. ábra és a 168. melléklet. A vizsgált gépek, műszaki paramétereik alapján a közepes méretű harvesztetek közé tartoznak.



84. ábra: A harvesteres fakitermelések mért teljesítményei, erdőrészletenként (*Forrás: Saját adatok*)

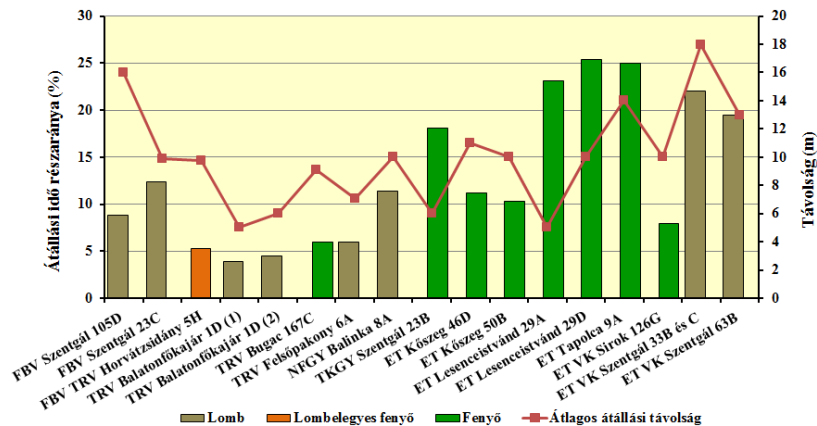
Együttesen vizsgálva a gépeket megállapítható, hogy lombos állományok fahasználatában az teljesítményük átlagosan – 'Teljes időben' – 12,0 m³/h, míg 'Komplex fakitermelés' esetében 15,43 m³/h. Fenyvesek esetében ezek az értékek 14,41 m³/h és 17,93 m³/h.

A tarvágásokban (TRV) – kivéve a Balatonfőkajári gyenge akácost – és a pusztuló fenyvesekben végrehajtott egészségügyi termeléseknél (ET) – melyek gyakorlatilag tarvágások voltak, – mutatkoznak a legnagyobb elért teljesítmények. A bontóvágások (FBV), a gyéritések (NFGY, TKGY), valamint a viharkárok egészségügyi termelései (ET VK) közel azonos értékeket mutatnak. Mindez arra vezethető vissza, hogy a tarvágásokkal ellentétben több, nagyobb távolságú átállásra van szükség, továbbá a kitermelendő faegyedek felkeresése is több időt és nagyobb koncentrációt igényel (85. ábra).

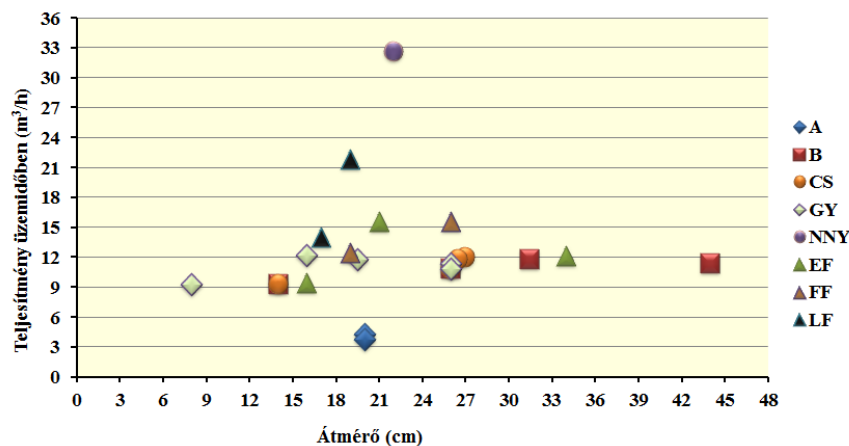
A gépek a terepi adatrögzítések során átlagosan 13,15 m³/h teljesítményt értek el üzemidőben, produktív időben pedig 16,81 m³/h-t. Teljesítményeiket fafaj és állományátmérő tekintetében vizsgálva (86. ábra), az egy-két jelentősen eltérő értéktől



eltekintve – a fentebb részletezett okok miatt – nagy eltéréseket nem mutatnak. A legkisebb és a legnagyobb átmérőknél az átlagnál kisebb teljesítményértékek mutatkoznak. Ennek az oka abban keresendő, hogy ezek az állományok már a gép optimális mérettartományán kívül estek.



85. ábra: Az átállási idő részaránya és az átállások távolsága, erdőrészenként (Forrás: Saját adatok)

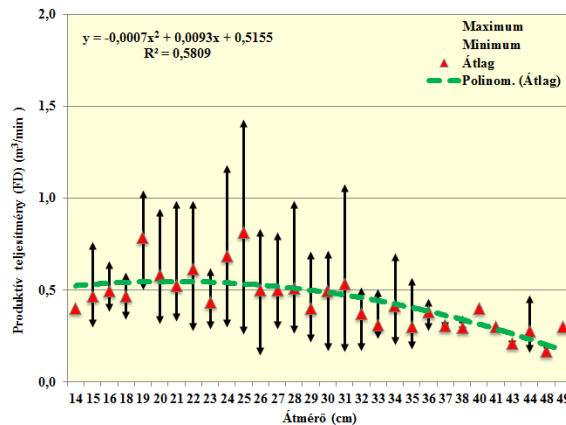


86. ábra: A harveszteres fakitermelések mért teljesítménye, fajonként (Forrás: Saját adatok)

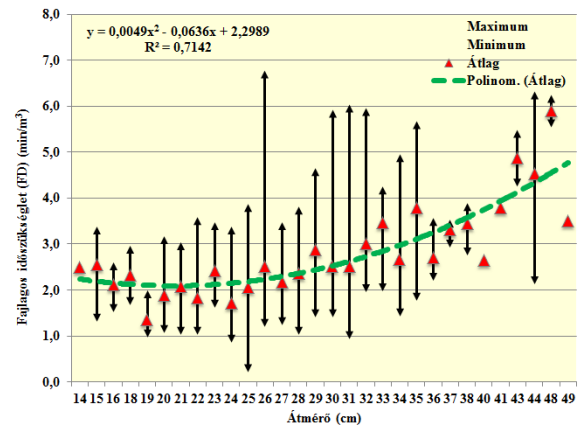
A Szentgál 23C erdőrésztben a fakitermelést megelőzően sor került a kitermelendő faegyedek részletes felmérésére. Rögzítésre került a fák mellmagassági átmérője, görbesége, ágassága villásodottsága, valamint a fafaj. A kitermelt egyedek csertölgyek voltak. Az adatfelvétel során a faegyedek sorszámozása is megtörtént, ez alapján minden fához hozzárendelhető volt a kitermelésére fordított idő, ill. produktív teljesítmény. A fák mellmagassági átmérője 14 cm és 49 cm közötti volt. Az egyes átmérőknél mért és számított minimum-, maximum-, ill. átlagértékek a 87–88. ábrán láthatóak. A fajlagos időszükséglet 14–20 cm között enyhén csökken, majd 20 cm-től folyamatosan növekszik. Ennek oka abban keresendő, hogy az adott harveszterfejjel 30–35 cm felett hajkvágásos döntést alkalmaztak a faanyag védelme és a biztonság érdekében, amelyhez kétszeres harveszterfej pozicionálás szükséges. Továbbá az egyre nagyobb mellmagassági átmérőhöz egyre nagyobb korona tartozik, és ez egyre több feldolgozandó görbe ággal járt. A produktív teljesítmény 18–22 cm között érte el a



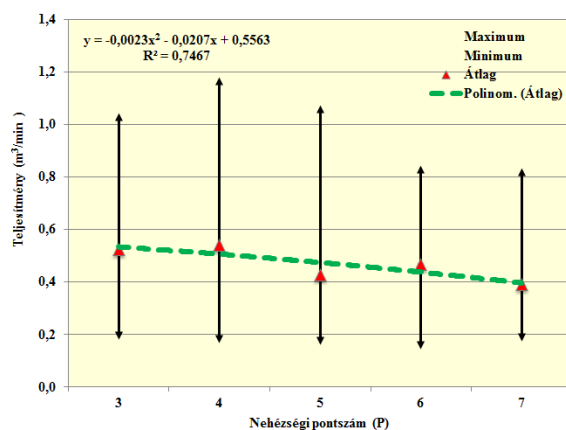
maximális értékeket. A nehézségi pontszám emelkedése a teljesítmény csökkenését és a fajlagos időszükséglet növekedését eredményezte (89–90. ábra).



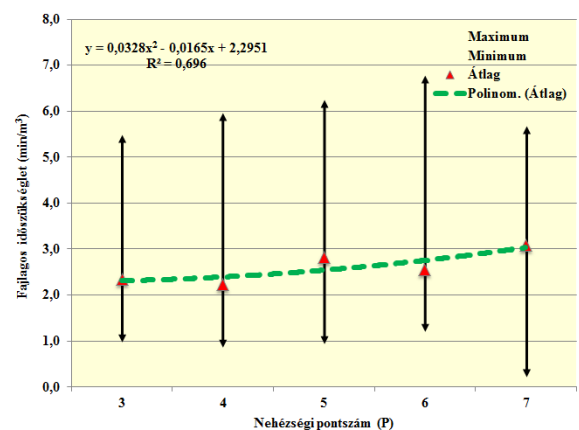
87. ábra: Teljesítmény és az átmérő viszonya, csertölgy (Forrás: Saját adatok)



88. ábra: Fajlagos időszükséglet és az átmérő viszonya, csertölgy (Forrás: Saját adatok)



89. ábra: Teljesítmény és a nehézségi pontszám viszonya, csertölgy (Forrás: Saját adatok)



90. ábra: Fajlagos időszükséglet és a nehézségi pontszám viszonya, csertölgy (Forrás: Saját adatok)

A harveszterekkel végrehajtott fakitermelések egyik legfontosabb jellemzője a térbeli rend. Fahasználati módoktól függetlenül, minden vizsgált gép esetében átlátható, következetes – harveszteres munkára jellemző – térbeli rend alakult ki a munkavégzés során. A fakitermelések pászttáknban történtek meg. A géppel vagy kialakították a közelítőnyomokat, vagy a meglévőket használták. A közelítőnyomok mindkét oldalán elvégezték a kitermelendő faegyedek döntését, gallyazását, választékolását, darabolását és választékok szerinti rakásolását a gép mellé egyik, vagy mindkét oldalra. A gallyanyag pedig vagy a közelítőnyomon szőnyegként, vagy valamelyik oldalon koncentráltan helyezkedett el (a képeket lásd a munkaidő tanulmányoknál!).

A termelt választékokat megvizsgálva megállapítható, hogy a harveszterekkel nem végezhető magas minőségű gallyazás. Még fenyő állományok esetében is előfordul, hogy a gallyazás nem lesz teljesen palászsima. A komolyabb probléma a lombos állományok esetén jelentkezik, ahol a térgörbeség és a vastagabb oldalágak részaránya a mérvadó. A probléma főleg a koronarész faanyagának feldolgozásánál jelentkezik. A hegyesszőgben



álló ágak esetében gyakrabban előfordult, hogy az ívkések csonk hátrahagyásával végezték el az ágak eltávolítását (171. melléklet). Ez a probléma általában úgy került orvoslásra, hogy a gépkezelő esetenként többször is oda-vissza megjáratta a harveszterfejben a faanyagot. Azokat a 10 cm-nél vastagabb ágakat – amelyeket az ívkésekkel nem lehetett levágni – úgy távolítottak el, hogy a gépkezelő a fejet áthelyezte a problémát okozó ágra, majd a vágószerkezettel levágta (172. melléklet). A nagyobb térgörbességgel rendelkező részek esetében gyakori jelenség volt, hogy az ívkések kisebb nagyobb darabokat távolítottak el a faanyagból (173. melléklet). Ezt a gépkezelők az esetek többségében a kések kismértékű nyitásával próbálták ellensúlyozni. Általában a tavaszi időszakban (a nedvkeringés élénkülése idején) volt megfigyelhető, hogy a nagy nedvességtartalmú kéreg könnyen leválik a faanyagról a menesztő hengerek és az ívkések által kifejtett erő hatására (174. melléklet). Általában a vékonyabb kérgű fafajok esetében a menesztő hengerek bütykei szembetűnő nyomot hagynak, de ez az esetek többségében a faanyagot nem érik el, nem károsítják. Azonban hengerek komoly kárt okozhatnak abban az esetben, ha görbesség vagy erősebb ág miatt megakad a fej, a hengerek viszont álló helyzetben elpörögnek. Ilyen esetben a bütykök felszabdálják a faanyagot is, illetve mélyedést vájnak bele (175. melléklet). A felsoroltak az esetek többségében az alacsonyabb értékű választékok termelésénél voltak megfigyelhetőek, ezért árbevétel-csökkenést nem okoztak. A törzsrészből kikerülő értékesebb választékok esetében általában csak a menesztő hengerek által a kéregben hagyott bütyöknymok voltak megfigyelhetőek, de ezek sem okoztak értékcsökkenést (176. melléklet). Ellenben minőségromlást okozott az a jelenség, amikor a kivágandó fa tövstagsága meghaladta a vágószerkezet hosszát. Ilyen esetben a törész palástja kisebb-nagyobb mértékben felhasadt (177. melléklet). Ez a jelenség ritkán fordult elő, mert a gépkezelők ezt megelőzendően a harveszterfejjel egy hajkvágást ejtettek a döntési irányba, majd a fejet áthelyezve hajtották végre a döntőfűrészvágást. Ilyen esetekben mindig negatív törési lépcsőt (177. melléklet) alkalmaztak, hogy a daru segítségével tudják elősegíteni a döntést. A törési lécs eltörése esetén így a fa nem lökhető le a tuskóról és nem válik a dőlő fa irányíthatatlanná, nem okoz veszélyhelyzetet, balesetet vagy anyagi kárt.

Az elvégzett munka kíméletességét legszembetűnőbben a talajban, az újulatban és a visszamaradó állományban okozott kártételek mutatják. A vizsgálatok során a harveszterek minimális károkat okoztak az erdő talajában. Csak néhány centiméteres kerécsapák jelezték az ott elhaladó gépeket. Meredekebb terepviszonyok, ill. nedvesebb talajviszonyok esetében fordult elő kisebb talajfelszín-károsítás, amelyet a megcsúszó kerekek okoztak (178. melléklet). Az erdőben közlekedő gépek, az aljnövényzetben és az újulatban maradandó károsodást nem okoztak. A nagy odafigyeléssel dolgozó gépkezelők a visszamaradó állományban sem okoztak tösérüléseket. A tőtől elválasztott fák, a dőlés következtében gyakran okoztak koronasérülést, de mivel a gépkezelő a dölést a darukarral tudta irányítani, ezért ennek aránya alacsonyabb, mint egy hagyományos fakitermelés esetében. A gépek által kibocsátott kipufogógázok (178. melléklet) felhasználása, ártalmatlanítása pedig rövid időn belül megtörténhet a növényzet közvetlen közelségének következtében. A kismértékű károsanyag-kibocsátást pedig a szigorú környezetvédelmi előírások biztosítják. A legújabb harvesztereket már Euro3-as és Euro4-es belsőégésű dízelmotorok működtetik, a 2010-ben módosított 2000/25/EK jelű, az Európai Parlament és Tanács által kiadott irányelvek alapján (*Európai, 2010*).



5.4 MAGYARORSZÁGON DOLGOZÓ HARVESZTEREK IDŐ- ÉS KÖLTSÉGELEMZÉSE

5.4.1 Többtényezős hatványkitevős egyenletek előállítás regresszió-analízissel

A munkaidő-tanulmányok készítéséhez felhasznált adatsorok alkalmasak többtényezős hatványkitevős egyenletek előállítására is. Az egyenletek felhasználásával pedig normatáblák készítésére van könnyű lehetőség.

A hatványkitevős egyenletek regresszió-analíziséhez egy olyan program került felhasználásra, amelynek alapját az IBM 5110-es számítógépéhez tartozó MATSTAT programcsomagnak a többszörös lineáris függvény paramétereinek meghatározására kidolgozott számításmenete képezte. A szoftver ugyan elavultnak mondható, mivel csak DOS-os környezetben futtatható, de segédprogramok (lásd: DOSBox) segítségével Win7-es operációs rendszerrel is működtethető, továbbá egyszerűen kezelhető és megbízhatóan számol, ezért került erre a választás (91. ábra). A programot 1987-ben dr. Gál János és Pukánszky Tamás erdőmérnök hallgatók dolgozták át olyan változatra, amely alkalmas volt a hatványkitevős függvények meghatározására és időnorma-táblázat készítésére. Később 1992-ben Facskó Ferenc számítástechnikai laborvezető dolgozta át PC-vel is futtatható változatra. Mivel az utolsó módosítások eredményeképpen a program csak maximum 255 soros és 5 oszlopos (változós) mátrixszal tudott dolgozni, így az ennél terjedelmesebb adatsorok kiértékeléséhez szükség volt a program továbbfejlesztésére. Jelen változata 8 változóval és 2000 adatsorral képes dolgozni, de igény szerint bővíthető. A program hátránya, hogy az adatokat csak txt fájlformátumban képes értelmezni, illetve a kapott eredmények digitálisan nem kinyerhetők.

```

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: GWBASIC

A program hatványkitevős egyenlet regresszió-analízist végzi el
es/vagy normatáblát készít.

A program alapja az IBM 5110-es számítógépre készült MATSTAT programrendszer
többszörös lineáris regressziót végző programja.

Átdolgozták: Pukánszky Tamás erdőmérnök-hallgató, 1987.
Facskó Ferenc szant. lab. vez., 1992. (255sor-5változó)
Horvath Attila Laszlo doktorandusz, ENKI intezeti nemok 2015. (2000sor-8változó)

Adatrogzites [1] vagy adatfeldolgozas [2]? 2
Hova kered az outputot? (1=kepernyo, 2=nyomtato) ? 1
Rogton idonorma [1] vagy elobb regresszio [2]? 2
Add meg a hasznalni kivant adatfajl nevet! FDALIt.txt

-----
Vltazo  Reg.koef.  Koeff. st. hib.  Szam. t  Beta koef.
2        -0.26976      0.01761      -15.32061  -0.33766
3        -0.18452      0.03434      -5.37354   -0.11806
4        -0.10951      0.03700      -2.95994   -0.06366
5        -0.52154      0.06377      -8.17042   -0.17209
6        -0.57089      0.04717     -12.10352  -0.68631
7         1.03629      0.04671      22.10352   1.22725

Teng. netsz.                2.96095

Tobbszoros korr.            0.72817
Beesles std. hibaja        0.47052

Tovabb: barnely billentyuvel.

Variance-analízis
-----
Varlanc. forrasa  Sz.F.  Negyz.ossz.  Variancia  F ertek
Reg-nak tulajdonit.  5      270.380      45.063      203.549
Reg.-tol valo elter.  1082   239.541      0.221
Total                1088   509.921
Akared az eltererek tablazatat? (1=igen, 0=nea) _

```

91. ábra: A többszörös hatványkitevős regresszió-analízist végző program (Forrás: Saját képek)

A terepi mérésekből többféle adatsor került kialakításra (53. táblázat). Fafajonként készültek adatsorok, amely a választékszám (N , db/fa) és a fatérfogat (V_f , m^3 /fa) mellett a görbeség (G), ágasság (\bar{A}), villásodottság (V) pontszámait, vagy az ezekből származó összesített nehézségi pontszámot (P) tartalmazzák – melyek a függő változókat, vagyis a teljesítményt (T , m^3 /min), a fajlagos időszükségletet (t_{sp} , min/ m^3) és a ciklusidőt (t_c , min/ciklus) határozzák meg mint független változók. Ezekben az esetekben a műveletelemek közül csak a 'Fa felkeresése' és a 'Döntés, feldolgozás' ideje került kigyűjtésre a hozzá tartozó adatokkal (FD változatok).

Továbbá kialakításra került még egy adatsor-csoport, amely az FDA jelölést viseli, ugyanis ebben az esetben a 'Fa felkeresése' és a 'Döntés, feldolgozás' mellett az 'Átállítás' műveletelem és az ahhoz tartozó adatok is kigyűjtésre kerültek. Ebben az esetben a



ciklusokat az átállások határozták meg. Minden átállás közötti adatok összesítésre, illetve átlagolásra kerültek, így alakultak ki a függő változók (T , t_{sp} , t_c) mellett a független változók (s , m ; $N_{\bar{o}}$, $db/cikl$; Q , $m^3/cikl$; $G_{\bar{a}}$; $\bar{A}_{\bar{a}}$; $V_{\bar{a}}$; ill. $P_{\bar{a}}$) adatai is.

Fafaj	Adatsor azonosító	Sorok száma	Oszlopok száma	Függő	Független
				változók	
Akác	FDA _{tc}	392	6	t_c	G, A, V, N, V_f
Bükk	FDB _{tsp}	135	6	t_{sp}	G, A, V, N, V_f
Cser	FDC _{ST}	593	6	T	G, A, V, N, V_f
Gyertyán	FDG _{YtcP}	275	4	t_c	P, N, V_f
A,B,CS,GY,EL	FDKL _{tspP}	1426	4	t_{sp}	P, N, V_f
NNY	FDNY _{TP}	501	4	T	P, N, V_f
Lomb összes	FDAL _{tc}	1089	7	t_c	$s, A_{\bar{a}}, V_{\bar{a}}, N_{\bar{o}}, Q$
Lucfenyő	FDAL _{Ftsp}	37	4	t_{sp}	$s, A_{\bar{a}}, V_{\bar{a}}, N_{\bar{o}}, Q$
Erdeifenyő	FDAE _{FtP}	185	7	T	$s, A_{\bar{a}}, V_{\bar{a}}, N_{\bar{o}}, Q$
Feketefenyő	FDAFF _{tP}	592	5	t_c	$s, P_{\bar{a}}, N_{\bar{o}}, Q$
Fenyő összes	FDAF _{tspP}	814	5	t_{sp}	$s, P_{\bar{a}}, N_{\bar{o}}, Q$
Akác	FDAAT _P	154	5	T	$s, P_{\bar{a}}, N_{\bar{o}}, Q$
Lomb (átmérős)	FDL _{atc}	22	7	t_c	$d_{1,3}, G, A, V, N, V_f$
Cser (átmérős)	FD _{tspaP}	208	5	t_{sp}	$d_{1,3}, P_{\bar{a}}, N, V_f$
Lomb (átmérős)	FDAL _{LaT}	22	8	T	$d_{1,3}, s, G, A, V, N, V_f$
Cser (átmérős)	FDA _{tcaP}	206	6	t_c	$d_{1,3}, P_{\bar{a}}, N, V_f$

53. táblázat: Néhány példa az adatsorokra (Forrás: Saját adatok)

Az előzőeken túl a Szentgál 23C erdőrészletben végzett terepi adatgyűjtés során minden kitermelt cser faegyed mellmagassági átmérője ($d_{1,3}$, cm) előzetesen lemérésre került, ennek köszönhetően az analízisbe bevonható ez az adat is. Az összes vizsgált erdőrészlet esetében rendelkezésre állt az állomány átlagos mellmagassági átmérője fafajonként, valamint állományszinten meghatározásra került egy-egy átlagos érték a függő és független változókból.

Összesen 63 db FD és 63 db FDA, ill. 24 db Átmérős FD és FDA adatsor (összesen 150 db) került kialakításra.

A terepen mért és a belső munkálatok során számított, származtatott adatokból – regresszió-analízis segítségével – időegyenletek készültek (három-, négy-, öt-, hat- és hétváltozós hatványkitevős függvények) a következő formában:

FD adatsorokból (öt- és háromváltozós):

$$t_c = c \times G^\alpha \times \bar{A}^\beta \times V^\gamma \times N^\delta \times V_f^\epsilon$$

$$t_c = c \times P^\alpha \times N^\beta \times V_f^\gamma$$

FDA adatsorokból (hat- és négyváltozós):

$$t_c = c \times s^\alpha \times G_{\bar{a}}^\beta \times \bar{A}_{\bar{a}}^\gamma \times V_{\bar{a}}^\delta \times N_{\bar{o}}^\epsilon \times Q^\zeta$$

$$t_c = c \times s^\alpha \times P_{\bar{a}}^\beta \times N_{\bar{o}}^\gamma \times Q^\delta$$

Átmérős FD adatsorokból (hat- és négyváltozós):

$$t_c = c \times d_{1,3}^\alpha \times G^\beta \times \bar{A}^\gamma \times V^\delta \times N^\epsilon \times V_f^\zeta$$



$$t_c = c \times d_{1,3}^\alpha \times P^\beta \times N^\gamma \times V_f^\varepsilon$$

Átmérős FDA adatsorokból (hét- és ötváltozós):

$$t_c = c \times d_{1,3\bar{a}}^\alpha \times s^\beta \times G_{\bar{a}}^\gamma \times \bar{A}_{\bar{a}}^\delta \times V_{\bar{a}}^\varepsilon \times N_{\bar{o}}^\zeta \times Q^\eta$$

$$t_c = c \times d_{1,3\bar{a}}^\alpha \times s^\beta \times P_{\bar{a}}^\gamma \times N_{\bar{o}}^\delta \times Q^\varepsilon$$

ahol:

t_c = ciklusidő (perc);

c = együttható (tengelymetszés értéke);

s = átállási távolság (m);

$d_{1,3}$ = mellmagassági átmérő (cm);

$d_{1,3\bar{a}}$ = átlagos mellmagassági átmérő (cm);

G = görbeség nehézségi pontszáma (pont/fa);

$G_{\bar{a}}$ = görbeség nehézségi pontszámának átlagos értéke (pont/ciklus);

\bar{A} = ágasság nehézségi pontszáma (pont/fa);

$\bar{A}_{\bar{a}}$ = ágasság nehézségi pontszámának átlagos értéke (pont/ciklus);

V = villásodottság nehézségi pontszáma (pont/fa);

$V_{\bar{a}}$ = villásodottság nehézségi pontszámának átlagos értéke (pont/ciklus);

P = összesített nehézségi pontszám (összes pont/fa);

$P_{\bar{a}}$ = összesített nehézségi pontszám átlagos értéke (pont/ciklus);

N = választék szám (darab/fa);

$N_{\bar{o}}$ = átlagos választék szám (darab/ciklus);

V_f = fatérfogat (m^3 /fa);

Q = fatérfogat (m^3 /ciklus);

$\alpha \dots \eta$ = hatványkitevők.

A regresszió-analízis a fajlagos időszükségletre (t_{sp}) és a teljesítményre (T) is elvégzésre került. Az időegyenletek a fentebb bemutatottakkal megegyező formátumúak.

A regresszió-analízissel meghatározott összes függvény paramétereit és megbízhatósági mérőszámait összefoglalva mutatja be a 179–192. melléklet. Az ott közölt paraméterek segítségével bármelyik függvény felírható, és velük a szükséges számítások elvégezhetők. Egy rövidebb adatsor (FDABtcP) regresszió-analízise a 193–195. mellékletben látható.

Következőekben a lombos állományokban végzett mérésekből összeállított adatsorból (FDLtc, FDLtsp, FDLT) kapott három függvény és annak kiértékelése kerül bemutatásra, a hozzá tartozó matematikai megbízhatósági mérőszámokkal együtt.

A ciklusidő (t_c ; produktív perc/ciklus) alakulásának számítást biztosító függvény:

$$t_c = 0,78269 \times G^{0,16758} \times \bar{A}^{0,19065} \times V^{0,91896} \times N^{0,18230} \times V_f^{0,20211}$$

A függvény segítségével meghatározható az egy fa kitermeléséhez szükséges idő (perc/fa), a görbeség, ágasság, villásodottság, választékszám és a fatérfogat függvényében.

A függvény matematikai megbízhatóságát jellemző értékek:

R (totális korrelációs koefficiens) = 0,59; tehát közepes kapcsolatról van szó.

R^2 (determinációs koefficiens) = 0,35; tehát 35%-ban az öt független változó magyarázza a ciklusidő alakulását. Ez azzal magyarázható, hogy különböző állományokban, különböző fahasználati módokban, különböző gépekkel és gépkezelőkkel



történtek a felvételezések, azaz az adatsor sok nehezen számszerűsíthető változóval terhelt.

F (F-próba értéke) = 207,45 (számláló szabadságfoka: 5, nevező sz.f.: 1922); a táblabeli érték 5%-os megbízhatósági (szignifikancia) szinten 2,21; tehát a mi F-értékünk nagyobb. Ez azt jelenti, hogy az egész függvény megbízhatóan alkalmazható.

t-próba értékek (szabadságfok: 1922):

G	t ₁ = 5,779	N	t ₄ = 4,345
Á	t ₂ = 6,221	V _f	t ₅ = 5,776
V	t ₃ = 16,312		

A táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten: 1,96 (0,1%-os szinten 3,29). A t-próba rendelkezik a legerősebb bizonyító erővel, ennek megfelelően a magas értékek garantálják azt, hogy az egyes hatványkitevők önállóan is megbízhatóak.

Hr és Hr' (relatív hibaszázalékok) = 52,2% és 82,4%. Egy-egy ciklus időtartamánál ± ekkora hibával számolhatunk, fordulónként. A kapott magas érték nem csökkenti a függvény megbízhatóságát, mivel az eltérések egy műszak során – az összesített értékeknél – természetesen már egyre inkább kiegyenlítik egymást és az érték közelít a zero körüli hibához. Ezt támasztja alá egy cseres állomány fokozatos felújító vágásából származó 208 soros adathalmazra elvégzett regresszió-analízis, ahol a Hr' = 79,17%. A hibaszázalékok kiegyenlítődése a mért és a meghatározott időegyenlet alapján számított adatok százalékos eltérésének kumulált átlagával számítható (196. melléklet). Ezt szemlélteti a 197. melléklet, ahol -10% környéki értékre egyenlítődik ki a hiba. Ennek oka pedig az egyenletbe be nem vont (nem vagy csak nagyon nehezen bevonható) befolyásoló tényezők hatása. Belátható tehát, hogy ennek a matematikai megbízhatósági mérőszámnak lényegesen kisebb a jelentősége, mint a t-próbának.

Az üzempercre (t_{cü}; üzemperc/ciklus, azaz jelen esetben üzemperc/fa) vonatkozó időegyenletet a „P” gépkihasználati % korrekciójával kapjuk meg:

$$t_{c\ddot{u}} = (0,78269 \times G^{0,16758} \times \dot{A}^{0,19065} \times V^{0,91896} \times N^{0,18230} \times V_f^{0,20211}) \times 100/P$$

Hazánkban, de külföldön is gyakorlatiasabb a fajlagos idősükségletekkel (perc/m³) történő számítás. Elvégzésre került a fajlagos idősükségletekkel is a regresszió-analízis. Ebben az esetben az adatsorokban (FDL_{tsp}) a ciklusidők helyett a ciklusidők (t_c) és a ciklusban kitermelt faanyag (V_f, ill. Q) hányadosai szerepelnek.

A fajlagos idősükségletre (t_{sp}; produktív perc/m³) vonatkozó új függvény és megbízhatósági mérőszámai, valamint az átalakításai következnek az alábbiakban, most már részletes magyarázat nélkül:

$$t_{sp} = 0,78350 \times G^{0,16799} \times \dot{A}^{0,19063} \times V^{0,91918} \times N^{0,18203} \times V_f^{-0,79686}$$

A matematikai megbízhatóságot jellemző értékek:

R (totális korrelációs koefficiens) = 0,72; tehát szoros kapcsolatról van szó.

R² (determinációs koefficiens) = 0,52; tehát 52%-ban az öt független változó magyarázza a fajlagos idősükséglet alakulását.

F (F-próba értéke) = 423,27 > 2,21 (számláló szabadságfoka: 5, nevező sz.f.: 1922), tehát nagyobb, mint a táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten, ezért az egész függvény megbízhatóan alkalmazható.

t-próba értékek (szabadságfok: 1922):

G	t ₁ = 5,794	V	t ₃ = 16,317
Á	t ₂ = 6,221	N	t ₄ = 4,340



$$V_f \quad t_5 = -22,776$$

A táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten: 1,96; tehát az egyes hatványkitevők önállóan is megbízható értékek.

Hr és Hr' (relatív hibaszázalékok) = 52,23% és 81,71%

Természetesen ezeket a – korábbi függvényénél (t_c) látott azonos értékű – kitevőket kapjuk, amikor a ciklusidő egyenletének mindkét oldalát elosztjuk V_f , ill. Q értékével; kivéve V_f vagy Q kitevőjét, melyek új értéke matematikai számítással is meghatározható lenne.

Az üzempercre vonatkozó időegyenletet a „P” gépkihasználási % korrekciójával kapjuk meg:

$$t_{spü} = (0,78350 \times G^{0,16799} \times \hat{A}^{0,19063} \times V^{0,91918} \times N^{0,18203} \times V_f^{-0,79686}) \times 100/P$$

A fakitermelő munkások és vállalkozók (gyakorlati szakemberek) számára, azonban a legérthetőbb a teljesítménnyel (m^3 /perc) történő számítás. Elvégzésre került a teljesítményértékekkel is a regresszió-analízis, ebben az esetben, az adatsorokban (FDLT) a ciklusban kitermelt faanyag (V_f , ill. Q) és a ciklusidők (t_c) hányadosai szerepelnek.

A teljesítményre (T; m^3 / produktív perc) vonatkozó új függvény és megbízhatósági mérőszámai, valamint az átalakításai következnek az alábbiakban, ismét részletes magyarázat nélkül:

$$T = 1,27885 \times G^{-0,16676} \times \hat{A}^{-0,18979} \times V^{-0,91888} \times N^{-0,18338} \times V_f^{0,79748}$$

A matematikai megbízhatóságot jellemző értékek:

$$R = 0,72$$

$$R^2 = 0,52$$

F = 422,68 > 2,21 (számláló szabadságfoka: 5, nevező sz.f.: 1922).

t-próba értékek (szabadság fok: 1922):

$$G \quad t_1 = -5,752$$

$$\hat{A} \quad t_2 = -6,193$$

$$V \quad t_3 = -16,312$$

$$N \quad t_4 = -4,372$$

$$V_f \quad t_5 = 22,794$$

A táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten: 1,96.

Hr és Hr' (relatív hibaszázalékok) = 52,23% és 70,79%.

Az üzempercre vonatkozó időegyenletet a „P” gépkihasználási % korrekciójával kapjuk meg:

$$T_{ü} = (1,27885 \times G^{-0,16676} \times \hat{A}^{-0,18979} \times V^{-0,91888} \times N^{-0,18338} \times V_f^{0,79748}) \times P/100$$

Következőekben, keménylombos állományokban (A, B, CS, GY) végzet mérésekből összeállított adatsorból (FDAKLtP, FDAKLtspP, FDAKLTP) kapott három függvény és annak kiértékelése kerül bemutatásra, a hozzá tartozó matematikai megbízhatósági mérőszámok segítségével. Az adatsorokban és így a függvényekben is a 'Görbeség', 'Ágasság' és 'Villásodottság' helyett, az azokból származtatott 'Összesített nehézségi pontszám' szerepel, valamint az 'Átállási távolság'.

$$t_c = 0,13407 \times s^{0,19402} \times P_a^{0,29935} \times N_o^{1,01640} \times Q^{0,25363}$$

A matematikai megbízhatóságot jellemző értékek:

$$R = 0,80$$

$$R^2 = 0,65$$



$F = 389,67 > 2,38$ (számláló szabadságfoka: 4, nevező sz.f.: 841).

t-próba értékek (szabadság fok: 841):

$$\begin{array}{llll} s & t_1 = 10,685 & N_{\bar{o}} & t_4 = 20,724 \\ P_{\bar{a}} & t_2 = 5,176 & Q & t_5 = 5,678 \end{array}$$

A táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten: 1,96.

Hr; Hr' (relatív hibaszázalékok) = 42,02% és 77,97%.

Az üzempercre vonatkozó időegyenletet a „P” gépkihasználási % korrekciójával kapjuk meg:

$$t_{c\ddot{u}} = (0,13407 \times s^{0,19402} \times P_{\bar{a}}^{0,29935} \times N_{\bar{o}}^{1,01640} \times Q^{0,25363}) \times 100/P$$

A fajlagos időszükségletre (t_{sp} ; produktív perc/m³) vonatkozó függvény:

$$t_{sp} = 0,13411 \times s^{0,19401} \times P_{\bar{a}}^{0,29916} \times N_{\bar{o}}^{1,01644} \times Q^{-1,25358}$$

A matematikai megbízhatóságot jellemző értékek:

$$R = 0,72$$

$$R^2 = 0,52$$

$F = 224,29 > 2,38$ (számláló szabadságfoka: 4, nevező sz.f.: 841).

t-próba értékek (szabadság fok: 841):

$$\begin{array}{llll} s & t_1 = 10,684 & N_{\bar{o}} & t_4 = 20,725 \\ P_{\bar{a}} & t_2 = 5,173 & Q & t_5 = -28,062 \end{array}$$

A táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten: 1,96.

Hr és Hr' (relatív hibaszázalékok) = 42,02% és 78,16%.

Az üzempercre vonatkozó időegyenletet a „P” gépkihasználási % korrekciójával kapjuk meg:

$$t_{sp\ddot{u}} = (0,13411 \times s^{0,19401} \times P_{\bar{a}}^{0,29916} \times N_{\bar{o}}^{1,01644} \times Q^{-1,25358}) \times 100/P$$

A teljesítményre (T; m³/produktív perc) vonatkozó függvény:

$$T = 7,43101 \times s^{-0,19333} \times P_{\bar{a}}^{-0,29701} \times N_{\bar{o}}^{-1,01727} \times Q^{1,25217}$$

A matematikai megbízhatóságot jellemző értékek:

$$R = 0,72$$

$$R^2 = 0,52$$

$F = 223,30 > 2,38$ (számláló szabadságfoka: 4, nevező sz.f.: 841).

t-próba értékek (szabadságfok: 841):

$$\begin{array}{llll} s & t_1 = -10,647 & N_{\bar{o}} & t_4 = -20,742 \\ P_{\bar{a}} & t_2 = -5,135 & Q & t_5 = 28,030 \end{array}$$

A táblabeli érték 5%-os megbízhatósági szinten: 1,96.

Hr és Hr' (relatív hibaszázalékok) = 42,02% és 47,59%.

Az üzempercre vonatkozó időegyenletet a „P” gépkihasználási % korrekciójával kapjuk meg:

$$T_{\ddot{u}} = (7,43101 \times s^{-0,19333} \times P_{\bar{a}}^{-0,29701} \times N_{\bar{o}}^{1,01727} \times Q^{1,25217}) \times P/100$$

Az akác állományok terepi vizsgálataiból származó FDA_{tc}P adatsorra kapott ciklusidő-egyenlet és a forstINNO projekt keretében az iváni akácosra meghatározott ciklusidő-egyenlet között, ill. statisztikai megbízhatósági mérőszámok között sem



mutatkozik lényeges eltérés. Mindez a mérési, ill. a kiértékelési módszer, valamint az eredmények megbízhatóságát tovább növeli.

forstINNO – iváni akácos:

$$t_c = 0,843 \times P^{0,553} \times N^{0,294} \times V_f^{0,466}$$

R = 0,600	H _r =52,3%	P	t ₁ = 3,65	V _f	t ₄ = 4,75
R ² = 0,36	F = 34,7	N	t ₂ = 1,70		

FDA_tcP – saját mérések akácban:

$$t_c = 1,08264 \times P^{0,34361} \times N^{0,24642} \times V_f^{0,43704}$$

R = 0,74349	H _r =49,957%	P	t ₁ = 3,92608	V _f	t ₄ = 2,84691
R ² = 0,55	F = 159,863	N	t ₂ = 1,38346		

Az átmérőadatokkal rendelkező adatsorok nem eredményeztek matematikailag és szakmailag megbízható időegyenleteket, ezért ezek tárgyalására nem kerül sor. A cseres állományban felvételezett adatsor megbízhatatlanságának egyik oka minden bizonnyal abban keresendő, hogy a kitermelt faegyedek mellmagassági átmérője kis tartományon belül mozgott. Átmérőt mint független változót is tartalmazó megbízható időegyenlet előállításához további terepi mérésekre lenne szükség. A másik adatsor pedig a kevés elemszám miatt megbízhatatlan, itt is – az előzőekhez hasonlóan – további adatokra lenne szükség.

5.4.2 Független változók hatása a többtényezős hatványkitevős egyenletekben

A számítások eredményeként kapott függvények belső összefüggéseit vizsgálva megállapítható, hogy az egyes tényezők hatásai eltérőek, különböző mértékben befolyásolják a ciklusidőt, a fajlagos időszükségletet és a teljesítményt. Ezen hatássorrend a fenti részletesen bemutatott ciklusidő- (t_c ; produktív perc/ciklus) függvény esetében a következőképpen néz ki.

A mérési adatsorokból nyerhető átlagos hatványalapok ($G = 1$, $\hat{A} = 2$, $V = 1$, $N = 6$, $V_f = 0,538$) behelyettesítésével a következő egyenletet kapjuk.

$$t_c = 0,78269 \times 1^{0,16758} \times 2^{0,19065} \times 1^{0,91896} \times 6^{0,18230} \times 0,538^{0,20211}$$

$$t_c = 0,78269 \times 1 \times 1,141 \times 1 \times 1,386 \times 0,882$$

Az egyes szorzattényezők mutatják az ciklusidőt befolyásoló tényezők fontossági (matematikai) sorrendjét. Minél nagyobb egy érték, annál határozottabban befolyásolja a ciklusidőt. A hatássorrend, tehát: Választék szám ($N = 1,386$), Ágasság ($\hat{A} = 1,141$), Villásodottság ($V = 1$) és Görbeség ($G = 1$), valamint a Fatérfogat ($V_f = 0,882$).

A kitevők a hozzájuk tartozó alap 1%-os növelése esetén a függő változónál bekövetkező %-os változást mutatják, tehát a szokásos jellemzőktől eltérő fakitermelés esetén elvárható normatív ciklusidő-változást (pl. egy átlagos fatérfogatú fához képest 10%-kal nagyobb fatömeeggel rendelkező fa kitermelése esetében – a fa többi jellemzőjének változatlan értéke mellett – a ciklusidő növekedés 2,02%-os lesz). A hatássorrend itt a következő: Villásodottság ($V = 0,91896$), Fatérfogat ($V_f = 0,20211$),



Ágasság ($\bar{A} = 0,19065$), Választék szám ($N = 0,18230$) és a Görbeség ($G = 0,16758$). Ennek jelentősége olyan állományok esetében fontos, ahol az egyes faegyedek jellemői nagy szórást mutatnak az átlaghoz képest.

Az egyes (FD és FDA adatsorokból számított) időegyenletek befolyásoló tényezőinek átlagos értékei (hatványalapok), továbbá a befolyásoló tényezők hatássorrendjei a 179–192. mellékletben láthatóak. A táblázatokban a tényezők befolyásoló hatásnak függvényében, az adatsortól függően 1-től 3-ig, 1-től 4-ig, ill. 1-től 5-ig vannak értékelve. Az 1-sel jelöltnek a legnagyobb, míg a pl. 5-nek a legkisebb a hatása.

Egy általános hatássorrend megállapítása érdekében az egyes egyenletekhez tartozó hatássorrend-értékek átlagolásra kerültek valamennyi egyenletre, továbbá külön-külön a lombos és fenyves fafajokhoz kötődő egyenletekre vonatkozóan.

Az átlagos hatássorrend-értékek a 92–95. ábrákon és a 198–201. mellékletben láthatóak FD és FDA adatsoronként. Ezekon belül, külön megjelenítve az egyes nehézségi tényezőket (G , \bar{A} , V), valamint az összesített nehézségi tényezőt (P) tartalmazó táblázatokat.

Összességében elmondható, hogy a ciklusidőt legnagyobb mértékben mind lomb, mint fenyő esetében a választékszám befolyásolja a fontossági és a %-os változási sorrend szerint is. Fajlagos időszükséglet esetében a választékszám mellett a fatérfogatnak és az átállási távolságnak van a legnagyobb szerepe. Teljesítmény tekintetében pedig %-os változásra való hatás alapján a legjelentősebb a fatérfogat és a választékszám; a fontossági sorrend alapján pedig a görbeségnek, az ágasságnak és villásodottságnak van nagy szerepe.

Lombos állományoknál a ciklusidő és a fajlagos időszükséglet esetében bebizonyosodott, hogy a kitermelésre kerülő faegyedek törzsrészének görbesége kevésbé befolyásoló erejű, mint a törzsrész ágassága. A terepi adatfelvételezés közben is érzékelhető volt, hogy az ágasabb, terebélyesebb fák kitermelése hosszabb ideig tartott, mint a görbe törzsű faegyedeké. Teljesítmény tekintetében is a %-os változásra való hatás alapján az ágasságnak van nagyobb befolyásoló szerepe a görbeséggel szemben. Míg az időegyenleten belüli fontossági sorrend alapján pedig a görbeségnek van nagyobb szerepe az ágassággal szemben.

Hasonló következtetések vonhatóak le abban az esetben is, ha a nehézségi tényezők hatását együttesen vizsgáljuk a többi tényezővel szemben (202. melléklet).

5.4.3 Harveszterek költségelemzése

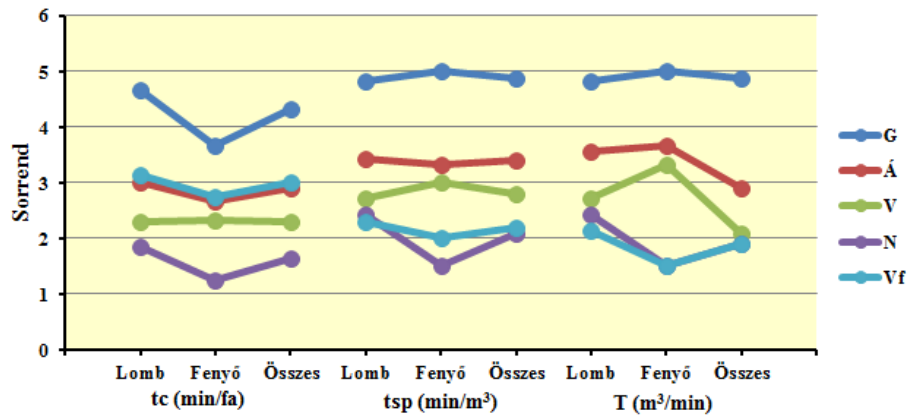
A magas beruházási költséggel járó gépek alkalmazása esetén mindig kulcsfontosságú kérdés az üzemóraköltség, valamint a fakitermelés fajlagos költsége. Az üzemóraköltségek meghatározása *dr. Gólya János* képletével történt (a karakterek jelentése és egy konkrét példa – a Valmet 911.3-as harveszter üzemóraköltségének számítása – a 203. mellékletben található):

$$k_B = \frac{A \times a}{J \times 100} \times (1 + r) + \frac{A \times p}{2 \times J \times 100} + B_f \times b_j + K_E + \frac{\ddot{u} \times A_{\ddot{u}} \times (1 + \frac{0}{100}) \times P}{100}$$

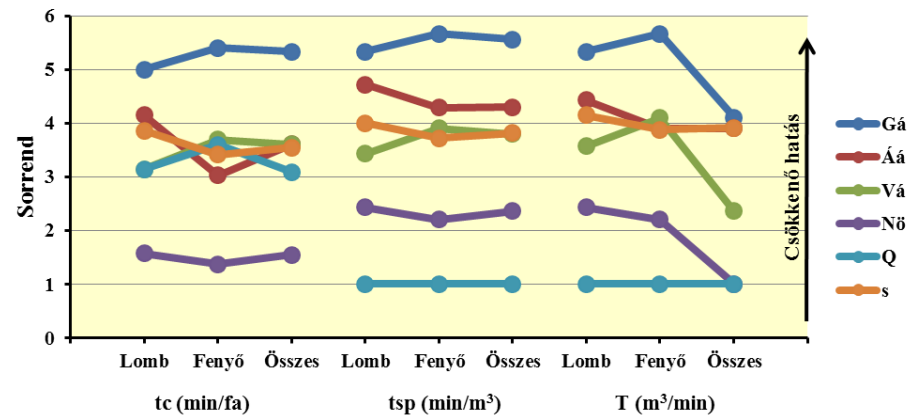
A drága gépek magas amortizációs költséggel rendelkeznek még 10 éves leírási időszak alatt is. Ennek következtében a gép üzemeltetése csak akkor lehet nyereséges, ha számukra folyamatosan biztosítunk munkát, ezért külföldön nem ritka, hogy két-, esetenként három-műszakos munkarendben dolgoznak ezekkel a gépekkel. A megfelelő



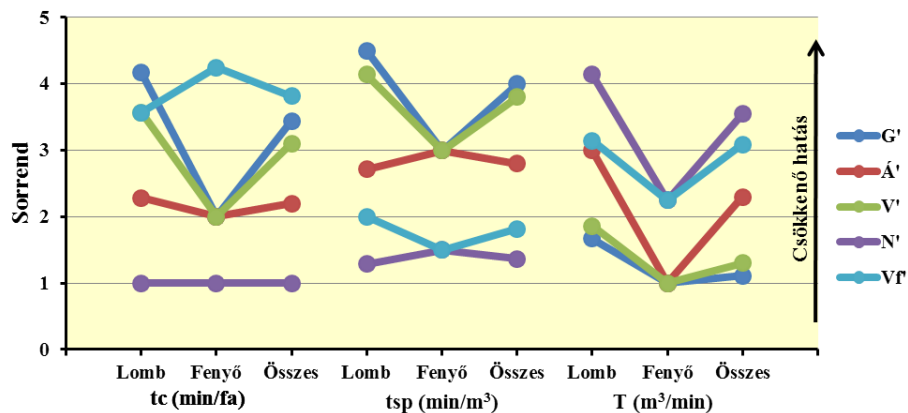
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



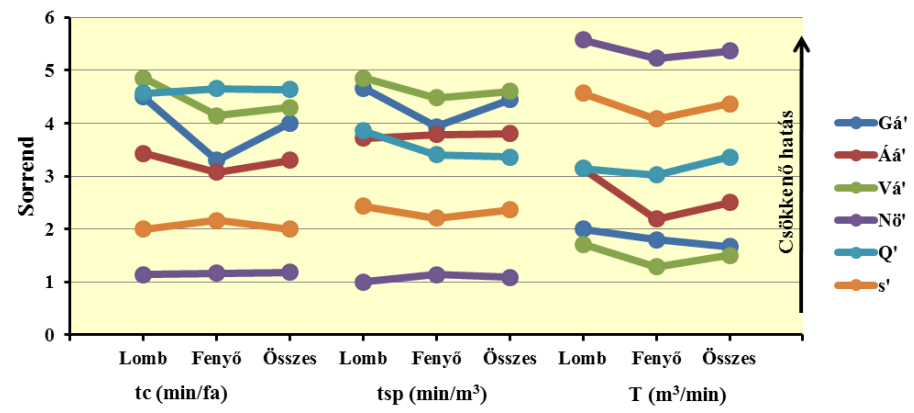
92. ábra: FD adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek %-os befolyásoló hatása (GAV) (Forrás: Saját adatok)



94. ábra: FDA adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek %-os befolyásoló hatása (GAV) (Forrás: Saját adatok)



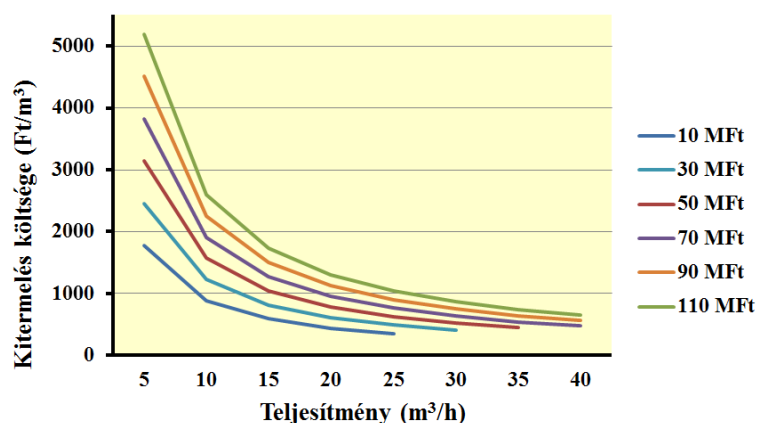
93. ábra: FD adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek fontossági sorrendje (GAV) (Forrás: Saját adatok)



95. ábra: FDA adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek fontossági sorrendje (GAV) (Forrás: Saját adatok)



állományok kiválasztása is jelentősen befolyásolja a gazdaságos üzemeltetést. A gépek az optimális mellmagassági átmérettartományon kívül eső (túl kicsi vagy túl nagy méretekkel rendelkező) állományokban teljesítménycsökkenést szenvednek el, amely jelentősen megnövelheti az üzemóráköltséget és ezzel a kitermelés költségét. A 96. ábrán és a 204. mellékletben a kitermelési költségek alakulása látható különböző beszerzési árak és teljesítmények mellett. Az üzemóráköltségek 7 éves leírási idő, évenkénti 2.000 üzemóra, 15 l-es tüzelőanyag-fogyasztás, 400 Ft-os gázolajár, 70%-os gépkihasználat és 800 Ft-os óránkénti munkabér feltételezésével kerültek kiszámításra.



96. ábra: Kitermelési költség alakulása különböző beruházási költségek mellett (Forrás: Saját adatok)

Természetesen a teljesítménycsökkenést és ezzel együtt a költségek növekedését a helytelen gépkezelői magatartás is előidézheti. Sőt a nemtörődömség és/vagy a szellemi koncentráció hiánya gyakori, költséges meghibásodásokat (pl. indokolatlan vezetőlemez sérülést, túlzott fűrészlánc kopást, hidraulika csövek sérülését), komoly műszaki meghibásodásokat (pl. szerkezeti egységek károsodását, törését) és baleseteket is eredményezhet (pl. borulás), melyeknek komoly anyagi vonzatai lehetnek.

A vizsgált gépek által különböző fahasználati módokban és állományokban elért teljesítmények, továbbá a harveszterek üzemóráköltségei, ill. a fakitermelések fajlagos költségei láthatóak az 205. mellékletben. Az üzemóráköltségek számításához a gépekre jellemző, a gépkezelőktől kapott értékek kerültek felhasználásra. Az összehasonlítási alapot az egységes gázolajár szolgáltatja.

A melléklet alapján az átlagos üzemóráköltség 14.040 Ft, az átlagteljesítmény 13,15 m³/h, a harveszteres fakitermelések átlagos fajlagos költsége pedig 1.318 Ft/m³. Ehhez természetesen még hozzáadódik a közelítés költsége, amely 2.000–2.500 Ft körül mozog óránként. Így a folyamatgépesített fakitermelés költsége hazai viszonylatban 3.500–4.000 Ft/m³-re tehető.

Az erdőgazdaságoktól kapott adatok alapján a vizsgált helyszínek hagyományos rövid-, ill. hosszúfás fakitermelésének (motorfűrészes döntés, csörlős vonszolóval, ill. kihordó szerelvényvel végzett közelítés) költségviszonyait az 54. táblázat tartalmazza, valamint hasonlítja össze a harveszteres-forvarderes kitermelés költségeivel.

A hagyományos módon végrehajtott fakitermelés első ránézésre némileg gazdaságosabbnak tűnhet, de ha figyelembe vesszük, hogy a harveszterrel végrehajtott munka lényegesen termelékenyebb, egyidejűleg megtörténik a vágástakarítás, sőt a vágástéri melléktermék (apadék) könnyedén hasznosítható (pl. aprítással), akkor már a mérleg a harveszterek javára billen. További szempont, amelyet figyelembe kell vennünk a mérlegelés során az a tény, hogy sok esetben egy harveszter–forvarder gépegyüttessel



végzett fakitermelés kíméletesebb is lehet a motormanuális munkánál, aminek köztudottan „megvan a maga ára”!

Fahasználati mód	HARVESZTER		FORVARDER		HARV-FORV	MF - CSV / KHSZ	
	Teljesítmény	Fajlagos költség	Teljesítmény	Fajlagos költség	Fajlagos költség	Teljesítmény	Fajlagos költség
	m ³ /h	Ft/m ³	m ³ /h	Ft/m ³	Ft/m ³	m ³ /h	Ft/m ³
Tarvágás	14,88	1370	8 - 10	2000 - 2500	3500 - 4000	2,1	4000 - 4500
Gyérítés	11,69	1134			3300 - 3800	3,1	3200 - 3700
Felújító vágás	11,87	1125			3300 - 3800	3,3	2800 - 3200
Viharkár felsz.	10,19	1475			3600 - 4100	2,9	3500 - 3700
ÁTLAG	12,16	1276	9	2250	3675	2,85	3575

54. táblázat: Költségek összehasonlítása (Forrás: Saját adatok)

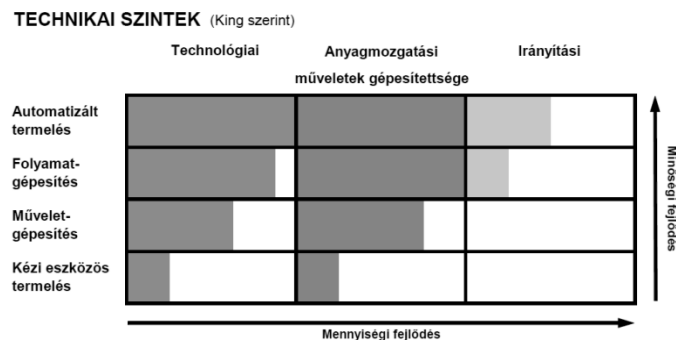
5.4.4 Normatáblázatok harveszterekhez

Az előállított időegyenletek, valamint az üzemóraköltségek felhasználásával elkészíthetők az Időnorma- (min/m³), Teljesítmény- (m³/üzó) és a Költségtáblázatok (Ft/m³). Az előző alfejezetben bemutatott 2 db fajlagos időszükséglet-egyenletből és a Valmet 911.3 típusú harveszter üzemóraköltségéből előállított, lombos és keménylombos állományokra vonatkozó normatáblázatok a 206–207. mellékletben láthatóak. Továbbá bükkös- és fenyvesállományokra is készült egy-egy darab normatáblázat, melyeket a 208–209. melléklet tartalmaz. A további egyenletekből is hasonló normatáblák készíthetők.

5.5 FOLYAMATGÉPESÍTETT ÉS MŰVELETGÉPESÍTETT FAKITERMELÉSI MUNKARENDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

„A különböző fakitermelési módszerek, technológiák rendszerbe foglalása, megnevezése sem a hazai, sem a külföldi szakirodalomban nem egységes, és tulajdonképpen a nézőponttól is függ.” Az erdőgazdasági munkákra vonatkozóan alkalmazzuk a King-féle osztályozást, amely négy technikai szintet különböztet meg (Rumpf, 2011), (97. ábra):

- kézi eszközökkel végzett munka;
- műveletenként gépesített munka (műveletgépesítés);
- folyamatgépesítés;
- automatizált munka.



97. ábra: King-féle osztályozás (Forrás: Rumpf, 1983; Gólya, 2007)



A hazánkban végrehajtott fakitermelések jellemzően a műveletgépesítés szintjét érik el. Ezen a szinten a technológiai műveletek (döntés, gallyazás, darabolás, felkészítés) körülbelül 2/3-a van gépesítve, azaz javarészt gépesített, és motormanuális eszközökkel (pl. motorfűrész) folyik a munka. Az anyagmozgatási műveletek (előközelítés, közelítés, rakodói mozgatás, rakodás, kiszállítás, szállítás, telepi osztályozás) döntő többsége is gépesített (pl. csörlős vonszolók, kihordók, rakodógépek), míg az irányítási műveletek (választékolás, számbavétel, készletezés) egyáltalán nem gépesített. Azaz a hazánkban igen elterjedt „Motorfűrész – LKT-s fakitermelések” a legjobb szemléltetői ennek a technikai szintnek.

Ezzel szembe jelenleg a fakitermelés legmodernebb változatát a harveszter–forwarder munkarendszer változat képviseli, amely már a folyamatgépesítés szintjén áll, sőt egyes esetekben már az automatizáltsági szintet is eléri. Ebben az esetben a technológiai műveletek, a gépkezelő nélkülözhetetlen tevékenységét leszámítva gépesítettek. Az anyagmozgatási műveletek teljes mértékben, míg az irányítási műveletek kis része gépesített. A harveszterek képesek arra, hogy a munkavégzés során folyamatosan elvégezzék a kitermelt faanyag számbavételezését, valamint ideális esetben (fenyves) a választékolás automatizálható (programozható) is.

A folyamatgépesített és a műveletgépesített munkarendszerek számos előnnyel és hátránnyal rendelkeznek.

A harveszter–forwarder munkarendszer-változat előnyei:

- A fakitermelés időjárástól függetlenül végezhető, a zárt és légkondicionált kezelőfülkének (kabinnak) köszönhetően.
- A munka biztonságosan végezhető, mivel a gépkezelők szigorú biztonsági előírások szerint készült kezelőfülkéből irányítják a munkavégző szerkezeti egységeket.
- A fakitermelés emberbarát és ergonomiailag kedvező körülmények között végezhető (klíma, rádió, kényelmes ülés stb.)
- Kis létszámú munkaerőre van szükség. Gépenként egy fő elegendő a munkavégzéshez, egyműszakos munkarend esetén. Egy harveszter által kitermelt faanyagot általában egy, esetleg két forwarder tudja közelíteni hatékonyan.
- A gépek gyors munkára és nagy teljesítményre képesek. A kitermelendő faanyag gyorsan a rakodóra kerülhet (80–100 m³/2 fő/nap).
- A harveszterek a fakitermelés során a faanyag előközelítését is elvégzik a közelítőnyomok mellé, ezzel megkönnyítve a forwarderek munkáját, növelve azok teljesítményét.
- Kíméletes fakitermelés végezhető a gépekkel, természetesen feltételezve a szakszerű kezelést. A gépek csak a kijelölt közelítőnyomokon közlekednek, a faanyagmozgatás emelve történik, így védve a talajt, az újulatot és a visszamaradó állományt.
- A faanyag kiszállítása nagyobb távolságra (500–1.000 m) is megvalósítható gazdaságosan.
- A fakitermelés során minden esetben átlátható térbeli rendet alkalmaznak. A faanyag és az apadék is a közelítőnyomok mellett koncentrálódik. Ezáltal a fakitermeléssel egy időben a vágástakarítás is megtörténik.
- A koncentrált vágástéri melléktermék könnyedén kezelhető (aprítható, kötegelhető) és hasznosítható.
- Az apadék nagy részének értékesítésével növelhető az árbevétel.
- A gépkezelők munkája és a gép teljesítménye könnyedén nyomonkövethető, ellenőrizhető. A kitermelt faanyag mennyisége naprakészen rendelkezésre áll.



A harvester–forvarder munkarendszer változat hátrányai:

- A munkarendszer legnagyobb hátránya, hogy az alkalmazott gépek beszerzési ára nagyon magas, különösen hazai viszonyok között.
- A fakitermelési munkák sajátosságaiból adódóan csak szezonális jelleggel lehet a gépeket alkalmazni.
- A különféle műszaki megoldásoknak köszönhetően jó terepjáró képességgel rendelkeznek ezek a gépek, de ennek ellenére csak korlátozottan lehet alkalmazni meredek, szabdalt terepviszonyok között.
- A harveszterekkel termelt választékok esztétikai megjelenése sok esetben elmarad a megkívánttól. Ez elsősorban az alacsonyabb értékű választékok esetében jelentkezik, melyek a fa görbébb, ágasabb részeiből kerülnek ki. A gallyazás nem mindig palásítsima, továbbá a kéreg is sérül.
- Átmérő tekintetében is korlátozottak a gépek alkalmazási lehetőségei.
- A gépek optimális és gazdaságos működtetéséhez komplex rendszer szükséges, amely alapos és gondos munkaszervezésen alapul.
- A gépek nagy mennyiségű hidraulika-olajjal üzemelnek és a hidraulikarendszer sérülése esetén komoly környezetszennyezés is megvalósulhat.
- A gépkezelők a magas fokú koncentrációs kényszer miatt nagy pszichikai megterhelésnek vannak kitéve.
- Megfelelő szakmai intelligenciával, gépészeti (mechanikai, elektronikai és hidraulikai), erdészeti (döntés, választékolás), sőt informatikai ismeretekkel kell rendelkeznie a gépkezelőknek.

„Motorfűrész – LKT-s” munkarendszer-változat előnyei:

- Szabdalt, meredek terepviszonyok között is alkalmazhatóak. A motorfűrészsel végrehajtott döntést, elődarabolást követően az előközelítés a csörlővel könnyedén megoldható.
- Az alkalmazott gépek a harveszterekhez képest olcsók, ezért az üzemóra költségük is alacsony.
- Magas az élőmunkaigénye a munkarendszernek, azaz több munkahelyet biztosít.
- A gépek működtetése nem igényel magas szintű gépészeti és informatikai ismereteket.
- A választékok igényes, esztétikai megjelenése könnyebben produkálható.
- Egy-egy munkásnak nem kell komplex ismeretekkel rendelkeznie, külön ember végzi az egyes munkákat (pl. döntés, közelítés, választékolás, darabolás stb.).

„Motorfűrész – LKT-s” munkarendszer-változat hátrányai:

- Több munkással is alacsonyabb teljesítményre képesek, mint a harvester–forvarder munkarendszer-változat (25–40 m³/5–6 fő/nap).
- Csak kisebb távolságon belül (300–500 m) hatékony és gazdaságos a közelítés.
- Az alkalmazott gépek általánosságban idősök és rossz műszaki állapotúak, ennek következtében több javítást igényelnek.
- A vonszolások faanyagközelítés miatt a faanyag szennyeződik, továbbá károsodhat a talajfelszín, az újulat és a visszamaradó állomány.

A két különböző technikai szinten lévő fakitermelések között a legszembevetőbb különbség a munkaműveletek végrehajtásának gyorsasága és ebből következően a termelékenység. Ezt bizonyítják a különböző fafajokra terepi adatgyűjtés révén kapott teljesítményadatok és ugyanezen fafajokra, azonos állományviszonyokra, normatáblák alapján meghatározott teljesítményadatok (210. melléklet) közötti különbségek. Ezen



adatokat ábrázolja a 211. melléklet. Motorfűrész esetben a teljesítményadatok a döntésre, gallyazásra, választékolásra és darabolásra vonatkoznak, míg a harvester esetében az adatok a teljes munkaidőre vonatkoznak, azaz például az előközelítést és a vágástakarítást is tartalmazzák.

A harvesterok a többlettevékenység ellenére is termelékenyebbek. Mindkét fakitermelési szint teljesítménye növekszik az átmérővel arányosan. Fafajonkénti, motorfűrésztes fakitermelések norma szerinti teljesítményeit a 212. melléklet tartalmazza.

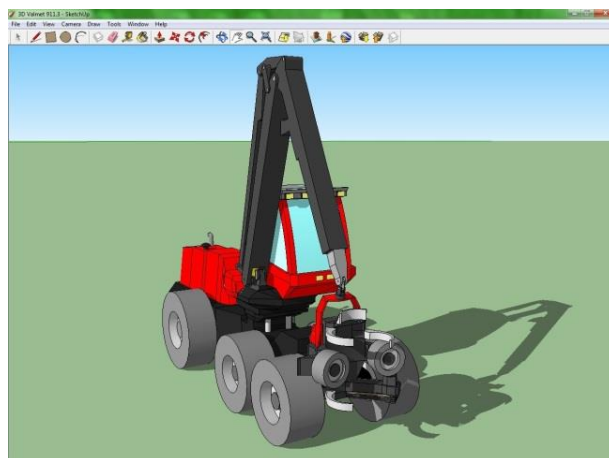
5.6 HARVESZTERES FAKITERMELÉSEK 3D-S MODELLEZÉSE

Google SketchUp 8 szoftver segítségével elkészítésre került a Valmet 911.3 típusú harvester (98–99. ábra); továbbá különböző korú lomb- és fenyőfaegyedek, valamint a fakitermelés során keletkezett választékok, tuskók, vágástéri apadék (213. melléklet) és a közelítőnyomokat, vágáspásztákat tartalmazó vágásterületek (214. melléklet) 3D-s modellje. Oktatás, továbbképzés, kutatás, publikálás során ezek felhasználásával könnyen értelmezhető, látványos módon mutathatók be a többműveletes fakitermelő gépekkel – különböző fahasználati módokban – végrehajtható fakitermelési munkák és a folyamatgépesített munkarendszerek (215. melléklet).

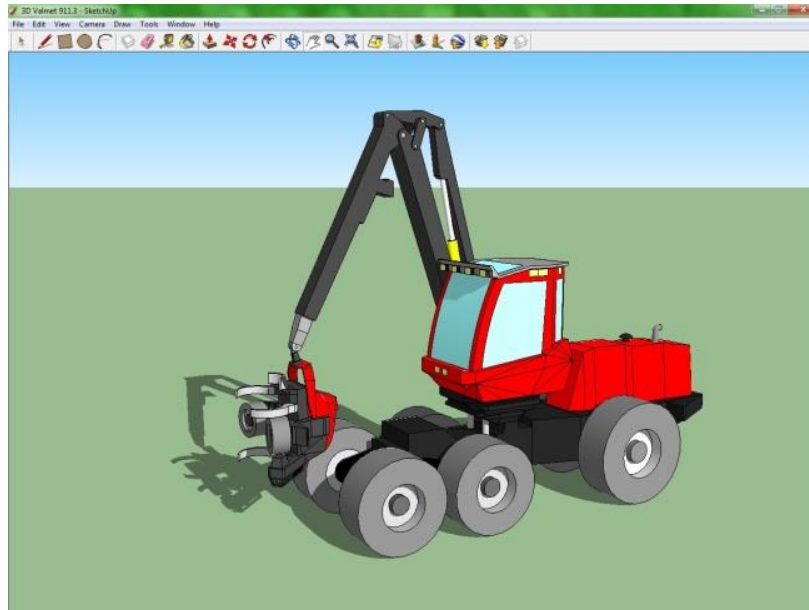
A 3D-s elemek felhasználásával a következő harvesteres fakitermelési 3D-s modellek készültek el, sík terepviszonyok mellett (100. ábra, 216–220. melléklet):

- fenyvesállomány tarvágása, párhuzamos közelítőnyomokról;
- lombosállomány gyéritése, párhuzamos közelítőnyomokról;
- lombosállomány gyéritése, íves közelítőnyomokról;
- lombosállomány fokozatos felújítóvágása, bontóvágás hurkos közelítőnyomról;
- lombosállomány fokozatos felújítóvágása, végvágás hurkos közelítőnyomról;
- lombosállomány szálalóvágása, hurkos közelítőnyomról.

A harvester–forvarder (CTL) munkarendszer, ill. további munkarendszer-típusok és változatok minden részletre kiterjedő modellezéséhez még szükség van további gépek (pl. forvarder, kihordó-szerelvény, teherautó, motorfűrész, döntő–rakásoló, vonzóológép, aprítógép, kötegelőgép, stb.) ill. helyszínek, elemek (rakodó, sarang, máglya stb.) 3D-s modelljeinek elkészítésére. A modellekről videó is készíthető, mely segítségével nem csupán egy átfogó kép, hanem minden munkaművelet részletesen mutatható be, logikus egymásutániságban.



98. ábra: Valmet 911.3 harvester SketchUp programmal készített 3D-s modellje (1)
(Forrás: Saját ábra)



99. ábra: Valmet 911.3 harvester SketchUp programmal készített 3D-s modellje (2)
(Forrás: Saját ábra)



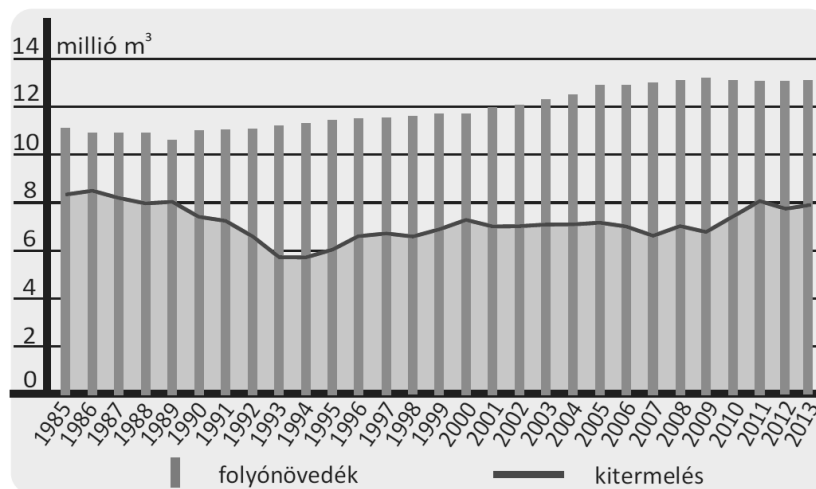
100. ábra: Lombos állomány szálalóvágása, hurkos közelítőnyomról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra)



6. TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK ALKALMAZÁSÁNAK VÁRHATÓ ALAKULÁSA HAZÁNKBAN

6.1 KÖVETKEZŐ ÉVTIZEDEK FAKITERMELÉSI LEHETŐSÉGEI MAGYARORSZÁGON

A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Erdészeti Igazgatósága (a továbbiakban: NÉBIH) 2013. évi statisztikai adatai szerint a Magyarországon az erdőgazdálkodási célú terület 2.059,5 ezer ha, az ország erdősültség 20,8%. Az erdők élőfakészlete 369,6 millió bruttó m³, folyónövedéke 13,1 millió bruttó m³/év, a fakitermelés összesen 7,9 millió bruttó m³/év volt (101. ábra). Az erdőállomány élőfakészlete folyamatosan növekszik, ami a fakitermelések és a mortalitás, folyónövedéket meg nem haladó mértékéből egyértelműen következik.

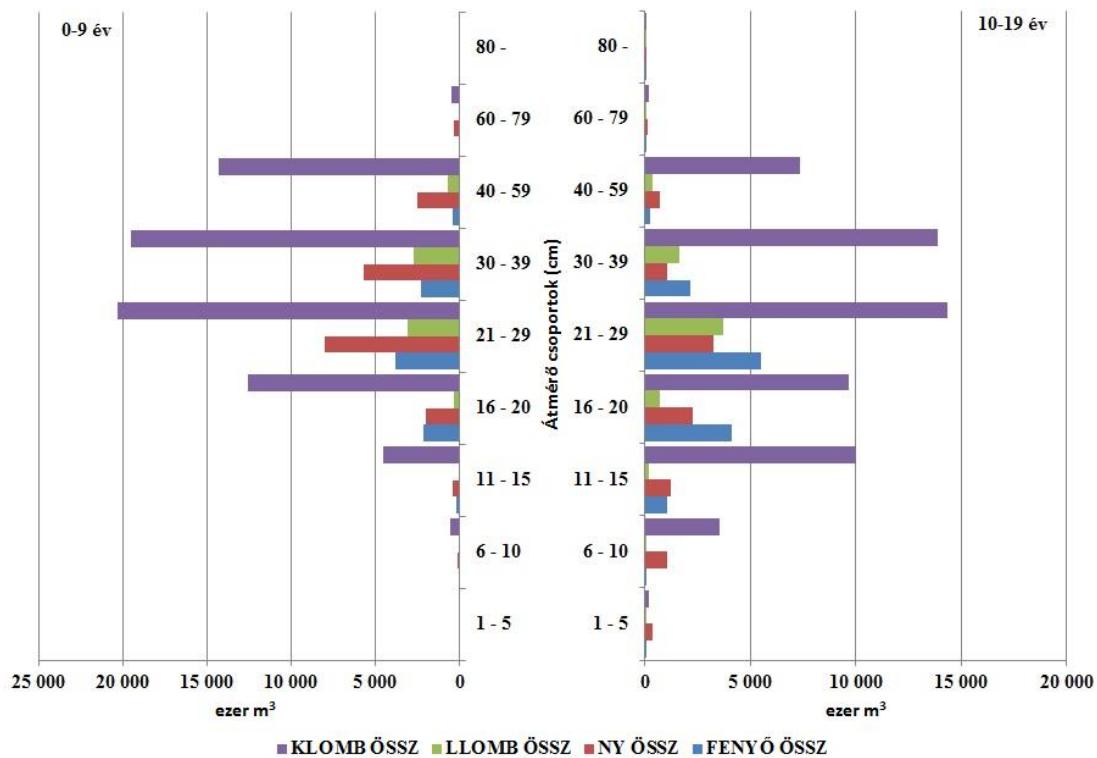


101. ábra: Az évi folyónövedék és a bruttó fakitermelés alakulása (Forrás: NÉBIH, 2014)

Ahogy a múltban, úgy a jövőben is szükség lesz a szakszerű erdőgazdálkodásra. A számos szempontot szem előtt tartó gazdálkodáshoz, az elkövetkezendő munkálatok tervezéséhez elengedhetetlen a jövőben kezelendő erdők paramétereinek ismerete. Ezen adatokat a NÉBIH Erdészeti Igazgatósága mint illetékes hatóság tudja szolgáltatni az Országos Erdőállomány Adattára alapján. Az Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet a 15346/100 TÁMOP-4.2.2A-11/1/KONV-2012-0013 számú, az „Agrárklíma: az előrejelített klímaváltozás hatáselemzése és az alkalmazkodás lehetőségei az erdészeti és agrár szektorban” című kutatási projekt keretében a „D. sz. Erdészeti és szántóföldi biomasza-termesztés hozamai, kockázata és gazdasági hatása” c. alprojekten belül, „A faanyag hasznosítási lehetőségeinek változásai” című résztémában megvásárolta a következő 20 év adatsorát, amely a vágásértett állományok élőfakészlet-megoszlását tartalmazza fafajok és átmérőcsoportok szerint. A részletes összesített adatsor (I-V. minőségi osztály) a 221. mellékletben látható. A 102. ábra 0–9, ill. 10–19 éven belül vágásértett állományok élőfakészletét ábrázolja fafaj és átmérőcsoportok szerint. Látható, hogy a legnagyobb mennyiségű faanyag kitermelése a 16–59 cm közötti tartományban várható a következő 20 évben. A hazai fafajszerkezetnek megfelelően a jövőben is a keménylombosok részaránya lesz a meghatározó. Az első 10 évben összesen 107,9 millió m³ faanyag kitermelésére van lehetőség, ebből 72,5 millió m³ keménylomb és 9,0 millió m³ fenyő. A második 10 évben 88,8 millió m³ a lehetőség, melyből 59,2 millió m³ a keménylomb és 13,1 millió m³ a fenyő. Ezen értékek alapján, ha a piaci helyzet is úgy



kívánja, akkor az elmúlt 30 év átlagosan 8 millió bruttó m³ körüli fakitermelése biztosítottnak látszik. Esetleg kismértékben növelhető is, az élőfakészlet folyamatos gyarapodása mellett.



102. ábra: Vágásérett állományok élőfakészletének megoszlása fafaj és átmérőcsoportok szerint a következő 20 évben (Forrás: NÉBIH, 2012.01.01-i állapot, Saját szerkesztés)

6.2 HAZÁNKBAN A JÖVŐBEN DOLGOZÓ HARVESZTEREK SZÁMÁNAK VÁLTOZÁSA

Egy-egy új munkarendszer, technológia vagy géptípus földrajzi és időbeni elterjedését világszinten, de még régió- vagy országos szinten is nehéz megjósolni. A változások, tendenciák alapján lehet következtetéseket levonni, de a befolyásoló tényezők (ökológia, ökonómia, politika, technika, technológia stb.) sora oly hosszú, hogy nagy biztonsággal lehetetlen megmondani azok várható hatását. Ennek ékes bizonyítéka a hazai helyzet. 1978-ban Szepesi László a következőket írta:

„A távlati fakitermelés lehetőségeinek elemzése alapján a nyárasok és a fenyvesek kitermelésében nálunk is jelentős szerep várhat a többcélú fakitermelő gépekre. Elképzelhető a későbbiekben más – keménylombos – fafajokban való alkalmazhatóságuk is. Minden jel arra mutat, hogy az erdőgazdasági technika sokat emlegetett "váltása" előreláthatólag a VI. ötéves terv időszakában zajlik le. Ennek megfelelően, a többcélú fakitermelő gépek bevezetésének előkészítéséhez 4–5 év áll rendelkezésünkre, s nagyobb arányú alkalmazásuk a nyolcvanas évek közepe felé várható. Amennyiben az állományok adatai és a gépekkel folytatott kísérleti és üzemi eredmények megfelelnek az előzetes várakozásoknak, a teljes felfutás után, kb. 80–100 többcélú fakitermelő gép hazai alkalmazásával számolhatunk. A gépek felét valószínűleg processzorok, 20–30%-át döntőgépek, s további 20–30%-át egyéb speciális gépek fogják kitenni. A többcélú fakitermelő gépek a fakitermelési feladatok kb. 10%-ában lehetnek képviselve, jelentősen növelve a vágásterületi munkák termelékenységét. A reálisan elérhető teljesítmény-



határookra, élettartamra, üzemeltetési mutatókra pedig a jelen és a közeljövő kísérletei adhatnak választ.”

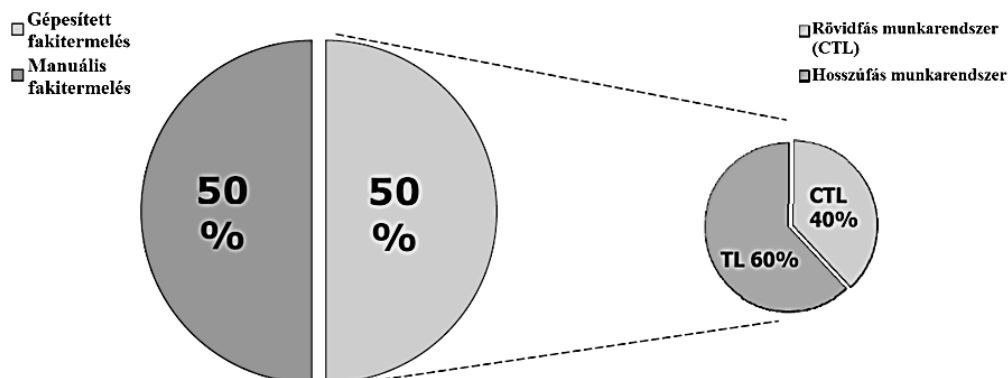
Mint tudjuk ez nem így alakult. A rendszerváltást követően a gépfejlesztések hosszú időre leálltak. A gépek folyamatosan átkerültek a kialakuló és elterjedő fakitermelő vállalkozói szférába. Sajnos napjainkban még mindig nagyrészt ezek a gépek alkotják a fakitermelők gépparkját. Az 5.1 fejezetben leírtak alapján látható, hogy a géppark fejlesztése, ha kismértékben is, de megindult. Megjelentek és elkezdtek terjedni a többcélú gépek hazánkban is. A harveszterek felgyorsult terjedésének egyik fő oka minden bizonnyal a hazánkat sújtó nagymértékű fenyőpusztulással hozható össze. A fenyvesekben végrehajtandó egészségügyi termelések mértékének növekedésével, elkezdett növekedni a hazánkban dolgozó harveszterek száma is. A kárelhárítást követően minden bizonnyal némi csökkenés lesz tapasztalható a gépszámot illetően, de valószínűleg a fakitermelő vállalkozók nagy része a későbbiekben is alkalmazni kívánja ezen technológiát. Teszik ezt azért, mert a gyakorlati tapasztalatok és visszajelzések alapján a harveszter–forvarder munkarendszer-változat mindinkább elfogadottá válik mind az állami-, mind a magán-erdőgazdálkodásban. Állami erdőgazdaságok részéről a harveszterek alkalmazása elsősorban fenyvesekben, nemesnyárasokban és fenyőelegyes lombosokban preferált. Ezt bizonyítja, hogy a Zalaerdő Zrt. 2012-ben vásárolt egy kisméretű harvesztert, melyet fenyvesei törzskiválasztó- és növedékfokozó gyérítéseiben kívánt alkalmazni. Igaz, a hirtelen fellépő lucfenyőpusztulás következtében véghasználati munkálatokra alkalmazzák. Ez okoz némi gondot a termelékenységben, mivel a kitermelendő faegyedek töátmérője a gép optimumának felső határában helyezkedik el. Továbbá *Sulyok Ferenc*, a KEFAG vezérigazgatója által elmondottak alapján a harveszterek munkájára nagymértékben alapoznak az erdei- és feketefenyveseik, valamint nemesnyárasaik fakitermeléseiben, elsősorban azok véghasználati munkálataiban. A fenyőpusztulással érintett erdőgazdaságok mindegyikében, a károk felszámolására többkevesebb harveszterrel rendelkező fakitermelő vállalkozót alkalmaztak. Hazánk állomány-viszonyaihoz igazodóan lombos állományok fakitermelésében is találkozhattunk harveszterekkel. Nemcsak tarvágást, hanem gyérítéseket, fokozatos felújító vágásokat és széltörések kárelhárító termeléseit is végezték már harveszterekkel. *Juhász Ferenc*, a Bakonyerdő Zrt. termelési és kereskedelmi osztályvezetőjének, ill. *Csapó György*, a Szombathelyi Erdészeti Zrt. erdőgazdálkodási és természetvédelmi osztályvezető főmérnökének elmondása szerint a jövőben is tervezik a harveszterek alkalmazását a fenyvesek mellett lombos állományokban is, természetesen olyan esetekben, ahol ezt az állomány- és terepviszonyok lehetővé teszik. Harveszterek magánerdőkben, erdőbirtokossági társulatokban (pl. Szentgáli Erdőbirtokossági Társulat) történő alkalmazására is szép számmal van példa, mind fenyvesekben, mind lombos állományokban.

A harveszterek jövőbeni alkalmazásához természetesen hozzátartozik, hogy ezeknek a gépeknek a helyét meg kell találni a hazai fakitermelésekben. Belátható, hogy a fahasználati munkálatoknál nem kell és nem is lehet törekedni a harveszterek egyeduralmára. Ez nemcsak hazai szinten, hanem nemzetközi szinten is igaz. Még az erdészeti gépesítettség szintjén kiemelkedő országokban is – mint például Finnország – a fakitermelések 10–20%-át motorfűrészsel végzik (*Vidgrén, 2011*). Világviszonylatban jelenleg a fakitermelések 50–50%-át végzik motormanuális eszközökkel, ill. magasabb szinten gépesítve (103. ábra). A folyamatgépesített fakitermelési munkarendszereknek 40%-át teszi ki a CTL, azaz a tömellelti hosszravágásos, ismertebb nevén a harveszter–forvarder munkarendszer-változat. A harvesztereket csak olyan állományokban szabad alkalmazni, ahol munkájukat az állomány- és terepadottságok lehetővé teszik. Fontos, hogy az állomány átlagos töátmérője az alkalmazni kívánt gép optimális tartományába



tartozzon. Továbbá értékes választékokat (pl. késelési rönköket) szolgáltatató erdőben sem ajánlatos a harveszterek alkalmazása.

Fakitermelés gépesítettsége a világban



103. ábra: Fakitermelés az egész világon (Forrás: Vidgrén – Bálint, 2014)

A hazánkban dolgozó harveszterek számának növekedése minden valószínűséggel prognosztizálható. A hazai erdők 62,4%-ának elsődleges rendeltetése gazdasági, a fennmaradó rész védelmi (36,5%) és közjólétei (1,1%) rendeltetésű (NEBIH, 2014). Harveszterek alkalmazása csak a korlátozás nélküli, gazdasági rendeltetésű erdőkben ajánlott, a terepviszonyok figyelembevételével, a védelmi funkciók érvényesülése, a szakma negatív megítélésének elkerülése végett, továbbá az ökonómiai szempontok miatt is. 2006-os MgSzH adatok alapján (55. táblázat) ez közel 1,2 millió ha-t tett ki a hazai erdőkből.

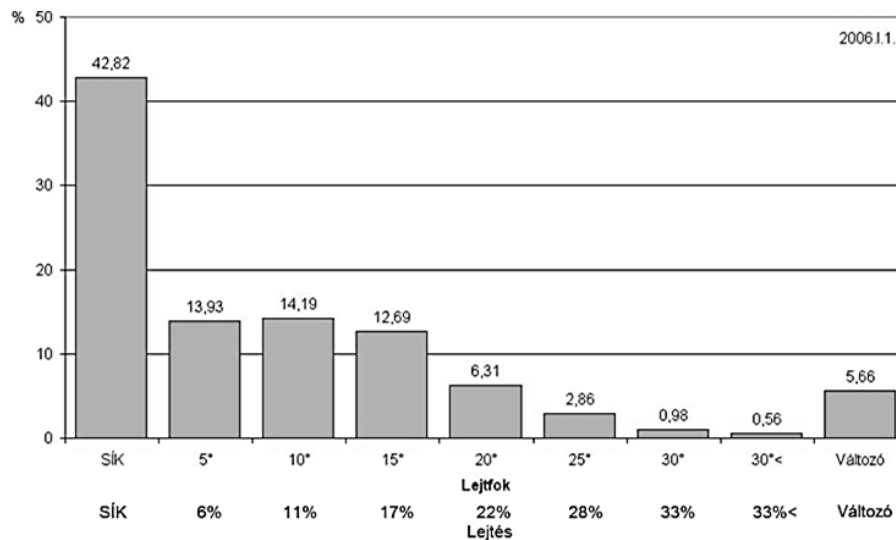
Korlátozás típusa	Védelmi	Gazdasági	Eg.ügyi, szoc., turisztikai	Oktatás-kutatási	Összesen	
	ezer ha				ezer ha	%
Nincs	100,6	1 158,9	2,9	0,8	1 263,2	68,1
Részleges	526,1	15,9	16,3	4,1	562,4	30,3
Teljes	28,8	0,0	0,2	0,0	29,0	1,6
Összesen	655,5	1 174,8	19,4	4,9	1 854,6	100,0

55. táblázat: Az elsődleges rendeltetések és az erdőgazdálkodás korlátozása (Forrás: www.mgszh.gov.hu, 2006)

A gépek alkalmazhatóságát tovább csökkentik a lejtviszonyok. Nagyon meredek, szabdalt, sziklás, nehezen járható, ill. alacsony teherbírású talajokon nem alkalmazhatóak a harveszterek. Körülbelül 30°-os lejtésig használhatóak a gumikerekes gépek. Természetesen a kapaszkodó-képességük javítható különféle láncok és hevederek alkalmazásával. A hazai erdők javarésze sík, ill. enyhén lejtős terepviszonyok mellett helyezkedik el. A 104. ábrából látható, hogy a „SÍK” kategóriába esik a legtöbb erdőterület, 42,8%-kal.



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



104. ábra: Az ország erdőterületének megoszlása lejtviszonyok szerint (Forrás: www.mgszh.gov.hu, 2006)

Mindezeket, valamint az ország gazdasági fejlődésének alakulását, a többszemes fakitermelő gépek megítélését és elfogadását figyelembe véve, ha az elkövetkező 0–9 évben és 10–19 évben vágásérett állományok élőfakészletének – az 56–57. táblázatnak megfelelően – 30%-át, ill. 35%-át harveszterrel termeltetnénk ki, akkor 148 db, ill. 151 db gépre lenne szükség. A harveszterek száma tovább bontható, a gépek mérete és teljesítménye alapján kialakult három csoportra:

- kis harveszterek (70kW-ig);
- közepes harveszterek (70-140 kW);
- nagy harveszterek (140 kW-tól).

0-9 év	%	11 - 20 cm	%	21 - 39 cm	%	40 - 59 cm	ÖSSZESEN
Fafaj		m ³		m ³		m ³	m ³
T ÖSSZ	10	10 532	20	1 976 720	0	0	1 987 252
CS	20	18 959	50	5 993 815	0	0	6 012 774
B	10	2 297	40	679 798	0	0	682 095
GY	20	100 954	40	1 150 246	0	0	1 251 199
A	20	3 113 432	50	5 302 456	20	20 366	8 436 253
EKL ÖSSZ	0	0	0	0	0	0	0
NNY	40	702 908	60	6 406 331	20	218 953	7 328 192
HNY-FÜ	0	0	0	0	0	0	0
ELL ÖSSZ	10	27 444	20	809 700	0	0	837 144
FENYŐ ÖSSZ	50	1 205 154	70	4 293 980	30	120 179	5 619 312
ÖSSZESEN (10 év)		5 181 679		26 613 046		359 498	32 154 222
		23%		41%		2%	30%
ÖSSZESEN (1 év)		518 168		2 661 305		35 950	3 215 422
Harveszter kategória		<i>Kicsi</i>		<i>Közepes</i>		<i>Nagy</i>	148 db
Éves munkanapok sz.		225		225		225	
Harv. teljesítménye (m³/h)		7		14		20	
Harveszterek száma (db)		41		106		1	

56. táblázat: Harveszterek számának várható alakulás, 0–9 év (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

10-19 év	%	11 - 20 cm	%	21 - 39 cm	%	40 - 59 cm	ÖSSZESEN
Fafaj		m ³		m ³		m ³	m ³
T ÖSSZ	10	32 142	40	4 199 406	10	267 207	4 498 755
CS	20	60 987	60	5 006 302	50	320 956	5 388 245
B	10	3 248	40	1 123 934	0	0	1 127 182
GY	20	171 488	50	1 281 808	10	2 818	1 456 113
A	20	3 435 829	60	938 353	40	9 906	4 384 088
EKL ÖSSZ	0	0	30	729 192	0	0	729 192
NNY	40	888 205	70	1 525 688	70	38 370	2 452 262
HNY-FÜ	0	0	0	0	0	0	0
ELL ÖSSZ	10	66 785	30	1 255 466	0	0	1 322 250
FENYŐ ÖSSZ	50	2 588 468	90	6 901 187	80	172 074	9 661 728
ÖSSZESEN (10 év)		7 247 151		22 961 334		811 331	31 019 816
		25%		51%		9%	35%
ÖSSZESEN (1 év)		724 715		2 296 133		81 133	3 101 982
Harveszter kategória		<i>Kicsi</i>		<i>Közepes</i>		<i>Nagy</i>	151 db
Éves munkanapok sz.		225		225		225	
Harv. teljesítménye (m ³ /h)		7		14		20	
Harveszterek száma (db)		58		91		2	

57. táblázat: Harveszterek számának várható alakulás, 10–19 év (Forrás: Saját adatok)

A kis harveszterek kitermelési optimuma a 15–35 cm közötti mellmegassági átmérővel rendelkező állományokban van, míg a közepeseké 20–45 cm-esekben. A legnagyobb harveszterfejekkel dolgozó gépek leghatékonyabban pedig a 30–65 cm közötti állományokban tudnak dolgozni (Pröll, 2004). Ennek megfelelően kerültek kialakításra a hazai méretcsoport-adatokból a gépekhez igazodó kitermelési potenciálok. A kis gépeknél 11 cm-től 20 cm-ig, a közepeseknél 21 cm-től 39 cm-ig, míg a nagy gépeknél 40 cm-től 59 cm-ig. A harveszterek számának meghatározásához a 10 éves időszak 1 évre vonatkozó kitermelési potenciálja adta az alapot. Éves szinten 225 munkanappal (45 hét, 5 nap/hét) és gépkategóriánként különböző teljesítménnyel (7 m³/h, 14 m³/h, 20 m³/h) és 8 órás műszakidővel számolva adódtak az eredmények.

A második 10 éves időszakra a gépek nagyobb arányú alkalmazása került feltételezésre, mind fenyves mind lombos állományokra nézve. Ennek eredménye csak kismértékben mutatkozik, ugyanis a második 10 éves időszakban a véghasználati élőfakészlet potenciál közel 19 millió m³-rel alatta marad az előző ciklusnak.

Harveszterek lehetséges jövőbeni számának meghatározásához az elmúlt évek fakitermeléseit is alapul lehet venni. Ehhez a 2000 és 2013 közötti OSAP táblák fakitermelési adatai kerültek felhasználásra (222–232. melléklet). Az elmúlt 14 év termelési adatainak átlagát tartalmazza az 58. táblázat használati módonként.

Az előzőekhez hasonlóan itt is százalékos értékek kerültek megállapításra használati módonként és fafajonként. Ezen értékek és az 58. táblázat éves átlagos fakitermelési adatai alapján meghatározásra került a harveszterekkel kitermelhető faanyag mennyisége, és ez összesen 2,6 millió m³ (59. táblázat). 225 munkanappal, 8 órás műszakidővel és 10 m³/h-s teljesítménnyel számolva, a szükséges harveszterek száma 145 db.



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Fafaj	Tisztítás	Gyérítés	Véghasználat	Egész-ségügyi	Egyéb	Szálalás	Készlet-gondozó	Összesen
	bruttó m ³							
Tölgy	45 708	220 733	773 575	68 467	10 533	8 143	1 433	1 128 592
Cser	29 536	172 382	719 553	21 370	7 435	5 432	442	956 151
Bükk	10 320	140 474	486 935	52 374	7 698	18 850	1 157	717 807
Gyertyán	17 892	115 230	177 054	10 126	2 912	5 424	601	329 238
Akác	85 235	158 083	1 242 111	20 505	13 001	533	2 886	1 522 352
E.k. lomb	15 384	59 224	119 808	10 136	4 782	3 690	601	213 625
N. nyár	15 767	172 232	771 691	8 915	9 019	35	149	977 806
H. nyár	13 449	26 966	153 358	3 546	2 962	151	274	200 705
Fűz	1 782	9 824	40 847	1 987	2 114	16	177	56 746
E.l. lomb	14 243	79 638	136 012	5 523	2 309	1 779	534	240 038
Fenyő	65 641	236 584	450 161	156 499	11 573	3 157	751	924 365
Összes/Átlag	314 957	1 391 370	5 071 103	359 447	74 338	47 207	9 003	7 267 425

58. táblázat: Éves átlagos fakitermelés (Saját szerk., OSAP táblák 2000-2013 alapján)

Fafaj	% TI		% GY		% VH		% EÜ		% EGY		% SZÁ		KG	Összesen
	bruttó m ³													
Tölgy	0	0	20	44 147	10	77 358	15	10 270	10	1 053	0	0	0	132 828
Cser	0	0	40	68 953	30	215 866	30	6 411	20	1 487	0	0	0	292 717
Bükk	0	0	30	42 142	15	73 040	20	10 475	10	770	0	0	0	126 427
Gyertyán	0	0	30	34 569	20	35 411	20	2 025	10	291	0	0	0	72 296
Akác	0	0	40	63 233	50	621 055	40	8 202	30	3 900	0	0	0	696 391
E.k. lomb	0	0	10	5 922	10	11 981	0	0	0	0	0	0	0	17 903
N. nyár	0	0	80	137 785	60	463 014	50	4 457	30	2 706	0	0	0	607 963
H. nyár	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fűz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E.l. lomb	0	0	10	7 964	10	13 601	0	0	0	0	0	0	0	21 565
Fenyő	0	0	80	189 267	70	315 112	80	125 199	30	3 472	0	0	0	633 051
Össz./Átl.	0	0	31	593 983	25	1 826 439	23	167 039	13	13 679	0	0	0	2 601 140

59. táblázat: Fakitermelési potenciál harveszterek számára (Forrás: Saját adatok)

Amennyiben a hazai fakitermelések 30–35%-át harveszterekkel szándékoznánk végrehajtani, akkor 140–150 db gépre lenne szükség. Ez az érték a jelenlegi harveszterszám közel ötszöröse. Természetesen nem szabad megfelelkezni a harveszterek elhagyhatatlan párjáról a forvarderekről sem. Ideális körülmények között egy többműveletes fakitermelő gép által kitermelt faanyag közelítéséhez 1,5–2 db kihordóra is szükség lehet (Kristofics, 2010). Jelenleg hazánkban dolgozó a forvarderek száma 100–120 db-ra tehető. Zömében kis (8–10 t) és közepes (11–14 t) teherbírásúak (Németh, 2014).



7. ÖSSZEGRZÉS

Disszertációm elkészítésére elsősorban az inspirált, hogy felkeltsem az erdőgazdálkodásban, a fahasználat területén dolgozó szakemberek figyelmét a harveszterek hazai állományokban való alkalmazhatóságára.

A kutatásaim során áttekinttem a többműveletes fakitermelő gépek fejlődéstörténetét, kialakulásukat. Ennek során részletesen bemutattam az évtizedek során kialakult és a fakitermelésekben alkalmazott változatokat. Elvégeztem a napjainkban forgalmazott és használt harveszterek és harveszterfejek csoportosítását. Megvizsgáltam a többműveletes fakitermelő gépek és a kihordók (forvarderek) alternatív alkalmazási lehetőségeit.

Szakirodalmi áttekintés keretében ismertettem a harveszterek alkalmazási tendenciát. A világ számos országának statisztikai adatával, kimutatásával támasztom alá, hogy évről-évre egyre több a fakitermelésekben alkalmazott többműveletes fakitermelő gépek száma. Külföldi kutatások eredményei alapján bemutatásra került a harveszterek fenyves- és lombosállományokban való alkalmazhatósága. Részletesen tárgyalom a különböző cégek és intézmények által folytatott, kifejezetten lombos állományok kitermelésére alkalmas harveszterfej-fejlesztéseket és az eddigi eredményeiket.

A kutatásaim során készítettem egy országos felmérést. Ennek során azt vizsgáltam, hogy hogyan alakult a hazánkban dolgozó harveszterek száma, az általuk kitermelt faanyag mennyisége, ill. hogy milyen állományokban és fahasználati módokban dolgoztak. Ez alapján elmondható, hogy 2006 és 2014 között 342.901 m^3 faanyag került kitermelésre harveszterekkel. Fenyvesállományok mellett lombosokban is dolgoznak a gépekkel. Fahasználat tekintetében nemcsak tarvágásokban, hanem egészségügyi termelésekben, növedékfokozó gyérítésekben és felújító vágásokban is alkalmazzák a harvesztereket. Továbbá elkészült egy táblázatos és egy térképes adatbázis is, amely a hazai harveszteres fakitermelő vállalkozókat és gépeiket tartalmazza.

Bemutatásra kerültek a Magyarországon dolgozó harveszterek műszaki paraméterei, és a legjellemzőbb hazai alkalmazási területeik. A terepen végzett mérési munkálatok részletes bemutatását, ill. kiértékelését is tartalmazza a disszertáció. A kutatásaim során 8 db harveszter vizsgálata történt meg 17 különböző erdőrészletben és 6-féle használati módban. Lombos, lombelegyes fenyves és fenyves állományokban, sík-, domb- és hegyvidéki körülmények között történetek a mérések. Megállapítható, hogy lombos állományokban a gépek teljesítménye átlagosan üzemidőben $12,0 \text{ m}^3/\text{h}$, míg produktív időben $15,43 \text{ m}^3/\text{h}$. Fenyvesek esetében ezek az értékek $14,41 \text{ m}^3/\text{h}$ és $17,93 \text{ m}^3/\text{h}$. Azaz a többműveletes fakitermelő gépek alkalmazhatóak a hazai lombos állományokban is.

A kutatás során meghatározásra kerültek a gépek üzemóraköltségei. A terepi adatok alapján regresszió-analízis segítségével többtényezős hatványkitevős egyenleteket készítettem, melyek az alapot szolgáltatták a normatáblázatokhoz. Vizsgáltam az időegyenletek független változóinak hatását is. Összességében elmondható, hogy a ciklusidőt legnagyobb mértékben, mind lomb, mind fenyő esetében a választékszám befolyásolja. Lombos állományoknál a ciklusidő és a fajlagos időszükséglet esetében bebizonyosodott, hogy a kitermelésre kerülő faegyedek törzsrészének görbesége kevésbé befolyásoló erejű, mint a törzsrész ágassága.



Google SketchUp 8 szoftver segítségével elkészítettem a Valmet 911.3 típusú harvester; továbbá különböző korú lomb- és fenyő-faegyedeket, valamint a fakitermelés során keletkezett választékokat, tuskókat, a vágástéri apadékokat és a közelítőnyomokat, vágáspáztákat tartalmazó vágásterületek 3D-s modelljeit. A 3D-s elemek felhasználásával pedig harvesteres fakitermelési 3D-s modellek készültek.

A harveszterek lehetséges jövőbeni számának meghatározásához is számításokat végeztem, ehhez a 2000 és 2013 közötti OSAP táblákat, valamint a következő 10 évre, ill. 20 évre vonatkozó vágásérett állományok élőfakészlet-adatait vettem alapul, valamint az előhasználati lehetőségeket. Megállapítottam, amennyiben a hazai fakitermelések 30–35%-át harveszterekkel szándékoznánk megvalósítani, akkor 140–150 db gépre lenne szükség.

7.1. TÉZISEK

- I. Az egész országra kiterjedő felmérés alapján, kijelenthető, hogy a harvesteres fakitermelésnek Magyarországon van létjogosultsága. Fenyvesállományok mellett egyre nagyobb arányban alkalmazzák lombosokban is e gépeket. Fenyvesek tarvágása és egészségügyi termelése mellett, lombos állományok – elsősorban cseresek, bükkösök és egyéb kemény lombosok – növedékfokozó gyéritéseiben és felújítóvágásaiban alkalmazzák őket.
- II. A létrehozott adatbázis – amely táblázatos és térképes formában tartalmazza a hazai harvesteres fakitermelő vállalkozókat, cégeket és gépeiket – a rendelkezésre álló információk alapján elősegíti a gyors kapcsolatfelvétel lehetőségét a gyakorlati szakemberek számára. A térképes adatbázis linkje: www.google.com/maps/d/edit?mid=zxvskz0Bm6g0.kP-zUFEMjkTo
- III. A többszemes fakitermelő gépek alkalmasak lombos állományok gazdaságos kitermelésére. A vizsgált gépek átlagos teljesítménye lombos állományok esetében, üzemidőben 12,0 m³/h, míg produktív időben 15,43 m³/h. Fenyvesek esetében ezek az értékek 14,41 m³/h és 17,93 m³/h, azaz lényeges különbség nem mutatkozik a két állománytípus között.
- IV. A vizsgált harveszterek átlagos üzemóraköltsége 14.040 Ft. A gépekkel végrehajtható fakitermelés átlagos fajlagos költsége 1318 Ft/m³. A 2000–2500 Ft/m³ körüli forvarderes közelítési költséggel az összköltség 3500–4000 Ft/m³-re tehető. Ha figyelembe vesszük, hogy a harveszterrel végrehajtott munka lényegesen termelékenyebb, egyidejűleg megtörténik a vágástakarítás, sőt a vágástéri melléktermék könnyedén hasznosítható, akkor megállapítható, hogy a harvesteres fakitermelés költségeit tekintve hasonló a hagyományos fakitermelésekhez, sőt azoknál gazdaságosabb is lehet.
- V. A harvesteres fakitermelések tervezéshez – a gyakorlati szakemberek számára is – használható többszemes hatványkitevős időegyenletek készültek lombos és fenyves fajokra és fajcsoportokra, amelyek által a harvesteres fakitermelés ciklusideje, a fajlagos időszükséglete és a teljesítménye határozható meg. A lombos- és fenyvesállományokra, valamint a keménylombos, ill. bükkös állományokra normatáblázatok (idő-, teljesítmény- és költségadatokkal) készültek,



amelyek a független változók különböző értékei mellett mutatják 1 m^3 faanyag kitermeléséhez szükséges időt (perc/m^3), az üzemóránként kitermelhető faanyag mennyiségét ($\text{m}^3/\text{üzó}$) és a harveszteres fakitermelés fajlagos költségét (Ft/m^3).

- VI. Az időegyenletek független változói (görbeség, ágasság, villásodottság, választékszám, fatérfogat és átállási távolság) közül a ciklusidő értékét matematikailag – azaz fontossági sorrend szempontjából – legnagyobb mértékben, mind lomb, mind fenyő esetében a választékszám befolyásolja. Ugyanezen szempontból a fajlagos időszükséglet esetében a választékszám mellett a fatérfogatnak és az átállási távolságnak van a legnagyobb szerepe, míg teljesítmény tekintetében, pedig a görbeségnek, ágasságnak és villásodottságnak.

A független változók közül a ciklusidő értékét a %-os változás – azaz egy fa esetében, az átlagostól való eltérés befolyásoló hatása – alapján a legnagyobb mértékben szintén a választékszám befolyásolja lomb és fenyő esetében is. A fajlagos időszükséglet esetében a %-os változás szempontjából is a választékszám, a fatérfogatnak és az átállási távolságnak van a legnagyobb szerepe. A teljesítményt pedig szintén a fatérfogat és a választékszám befolyásolja legjelentősebben.

Lombos állományoknál a ciklusidő és a fajlagos időszükséglet esetében a kitermelésre kerülő faegyedek törzsrészének görbesége kevésbé befolyásoló erejű (fontossági sorrend és %-os változás alapján is), mint a törzsrész ágassága. Teljesítmény tekintetében a %-os változásra való hatás alapján az ágasságnak, míg fontossági sorrend alapján pedig görbeségnek van nagyobb befolyásoló szerepe.

- VII. A harveszter gépközlekedőinek szimulátorra alapozott elméleti és gyakorlati képzésére, valamint a szakmai oktatás, továbbképzés, kutatás, publikálás során hasznosítható olyan 3D-s modell-elemek kerültek kialakításra, melyek felhasználásával könnyen értelmezhető, látványos módon bemutatható 3D-s fakitermelési munkarendszerek állíthatóak össze. A következő, harveszteres fakitermelési 3D-s modellek készültek el, sík terepviszonyok mellett:
- fenyvesállomány tarvágása, párhuzamos közelítőnyomokról;
 - lombosállomány gyéritése, párhuzamos közelítőnyomokról;
 - lombosállomány gyéritése, íves közelítőnyomokról;
 - lombosállomány fokozatos felújítógátása, bontógátás hurkos közelítőnyomról;
 - lombosállomány fokozatos felújítógátása, végvágás hurkos közelítőnyomról;
 - lombosállomány szálalógátása, hurkos közelítőnyomról.
- VIII. A hazánkban dolgozó harveszterek számának növekedése prognosztizálható, feltételezve a technika fejlődésének folytonosságát és az ország növekvő gazdasági fejlődését. A számítások során kimutatásra került, amennyiben az elkövetkezendő 10–20 évben a hazai fakitermelések 30–35%-át harveszterekkel végzik el, akkor 140–150 db gépre lesz szükség a magyar erdőgazdálkodásban.



7.2 JAVASLATOK

A harveszterek hazai alkalmazhatóságának kutatása során számos új probléma, kutatási terület került a napvilágra, melyekre a disszertáció terjedelmi korlátai miatt nem került sor, de vizsgálatuk a jövőben nem elhanyagolandó. Az egyes problémás területek vizsgálatával a szerző, amennyiben erre lehetősége adódik, akár hallgatók bevonásával is foglalkozni szándékozik.

További vizsgálatokat sürget a választékolás pontosságának kérdésköre. Szükségszerű lenne – elsősorban a sarangolt választékok – felvételezésének országos szintű felmérése. Az alkalmazott átszámítási tényezők vizsgálata, és összevetése a valós adatokkal, továbbá a harveszterek által használt köbözőprogramokkal. Szükségszerű lenne harveszteres fakitermelések esetében egy mindkét fél számára elfogadható módszer, eljárásmenet kidolgozására.

A harveszterek jobb hazai megítélése és elfogadása és nagyobb arányú alkalmazása érdekében, további vizsgálatokra lenne szükség, melyek során áthatóbban lehetne vizsgálni a harveszterek különböző fahasználati munkálatokban való alkalmasságát. Megfelelő munkarendszerek kidolgozása is megvalósulhatna különböző ökológiai és ökonómiai igényeket figyelembe véve.

A folyamatos erdőborítottság igénye és az egyre csökkenő szakképzett munkaerő kapcsán megfontolandó lenne a harveszterek szálalóvágásban, szálalásban való kutatása is. A harveszterek és forvarderek a nagy gémkinyúlásuk révén alkalmasak egy jól kialakított közelítőnyom-hálózat mellett a termőterület kisarányú bolygatására, károsítására. A harveszter gépkezelője precízen végre tudja hajtani az irányított döntést, ezzel elkerülhető a visszamaradó faegyedek korona- és törzssérülése. A kidöntött fa emelve vagy félig emelve történő előközelítése mellett alacsony az újulat károsodásának a valószínűsége. A harveszterek munkája révén pedig a forvarderek által bejárt útvonal hossza, így a talaj károsítása is csökkenthető, különösen, ha alacsony talajterhelést biztosító járószerkezettel rendelkezik.

A harveszterek munkájának jobb tervezhetősége és a költségek pontosabb ismerete érdekében szükséges lenne olyan többtényezős hatványkitevős egyenletek kialakítására, amelyek többek között átmérő és fafaj szinten szolgáltatnának megbízható normatáblázatokat. Ennek természetesen feltétele az üzemeltetési költségek átfogóbb vizsgálata is.

Jelenleg a gépkezelők képzése nem biztosított megfelelő szinten. A harveszterek terjedésével szükséges lenne egy, a gépkezelők képzését, oktatását biztosító központ kialakítása. Tanteremi körülmények között sajátíthatnák el az elméleti anyagot, melynek kidolgozása elméleti és gyakorlati szakemberek bevonásával valósulhatna meg. Továbbá szimulátoron, és erre a célra kialakított gyakorló pályákon és gyakorlati feladatokon keresztül sajátíthatnák el a leendő gépkezelők a harveszterek irányítását, kezelését jártassági és készség szinten.

A fakitermelési munkarendszerek látványos bemutatását szolgáló 3D modellek kidolgozása is jövőbeni feladat. További gépek, terepfelzínek és állományok kialakítására is szükség lenne a komplex bemutatás érdekében.



8. KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozom egykori témavezetőmnek, néhai Dr. Gólya Jánosnak, volt egyetemi docensnek. Ő indította el a doktoranduszok rögös útján. Hálás vagyok értékes és szemléletformáló tanácsaiért, útmutatásaiért, valamint a hazánkban dolgozó harveszterekkel kapcsolatos kutatásokra való inspirálásáért.

Külön köszönettel tartozom témavezetőmnek, Prof. Dr. Horváth Béla egyetemi tanárnak, az Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet 2014-ig volt igazgatójának, volt főnökömnek, hogy pártfogásába vett, támogatott és ösztönzött doktori tevékenységemben. Hálás vagyok a sok-sok hasznos szakmai segítségért valamint, hogy lehetővé tette részemre számos külföldi és hazai tanulmányúton, konferencián való részvételt, melyek a disszertáció megírásához is nagyon hasznosak voltak.

Külön köszönetemet fejezem ki az Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet új igazgatójának, Dr. habil. Czupy Imre egyetemi docensnek, jelenlegi főnökömnek, aki – elődjéhez hasonlóan – szakmailag és barátilag is támogatott és bizalommal fordulhattam hozzá.

Nagy köszönettel és hálával tartozom Prof. Dr. Rumpf János nyugalmazott egyetemi tanárnak, professor emeritusnak, hogy mindig, minden körülmények között számíthattam önzetlen támogatására, kimagasló szakmai tudására.

Nagyon nagy köszönettel és hálával tartozom Szakálosné dr. Mátyás Katalin egyetemi adjunktusnak, kollegámnak és barátomnak, hogy mindig, minden körülmények között számíthattam önzetlen támogatására, rendkívüli szakmai tudására.

Köszönetet mondok az intézetben és az erdőgazdálkodásban dolgozó kollégáimnak, ismerőseimnek is, akik a széleskörű szakirodalmi áttekintéshez, valamint a terepi munkákban nyújtottak szakmai segítséget.

Hálával tartozom Bodor Dezső Károlynak, ill. Tóbi Istvánnak, továbbá valamennyi hazai harveszter-tulajdonosnak és -gépkezelőnek, hogy támogattak és lehetővé tették terepi méréseim elvégzését, továbbá hasznos gyakorlati tapasztalatokkal láttak el.

Legnagyobb hála és köszönet a családomat illeti meg. Édesapám és Édesanyám, valamint Testvérem nélkül mindez nem valósulhatott volna meg. Köszönöm önzetlen és odaadó támogatásukat és bizalmukat.

Különösen hálás vagyok szerető Páromnak, Füzi Boglárkának, hogy mellettem állt, kitartóan támogatott és ösztönzött céljaim elérésében.

Végül, de nem utolsó sorban mindenkinek szeretném megköszönni, aki így vagy úgy hozzájárult a disszertációm elkészítéséhez.

... És hogy mi a válasz, arra a kérdésre, amely óvodás koromban Édesanyámban fogalmazódott meg, miközben izgalmamban a nadrágszáramat lassan térdig felgyűrve, egyre halkuló hangon verset próbáltam mondani, miszerint:

Vajon mi lesz ebből a gyerekből? ...

... Nos, a kérdés megválaszolását a kedves, nagy tudású bírálóimra és a bírálóbizottságom tudós tagjaira bízom.

Horváth Attila László



9. KIVONATOK

TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK A HAZAI LOMBOS ÁLLOMÁNYOK FAHASZNÁLATÁBAN

HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ

KIVONAT

A kutatás során áttekintésre került a többműveletes fakitermelő gépek fejlődéstörténete, kialakulása. Megvalósult a napjainkban forgalmazott és használt harveszterek és harveszterfejek rendszerezése, továbbá a többműveletes fakitermelő gépek és a kihordók (fordarderek) alternatív alkalmazási lehetőségeinek a bemutatása.

A világ számos országának statisztikai adata támasztja alá a harveszterek számának egyre fokozódó növekedését. Különböző cégek és intézmények fejlesztenek kifejezetten lombos állományok kitermelésére alkalmas harveszterfejeket.

Elkészült egy országos felmérés, amely kimutatta, hogy 2006 és 2014 között 342.901 m³ faanyag került kitermelésre harveszterekkel. Fenyvesek mellett lombosokban is dolgoznak a gépekkel. Tarvágásokban, egészségügyi termelésekben, növedékfokozó gyérítésekben és felújító vágásokban is alkalmazzák a harvesztereket Magyarországon. Továbbá elkészült egy táblázatos és egy térképes adatbázis is.

8 db harveszter vizsgálata történt meg 17 különböző erdőrészletben és 6-féle használati módban. A gépek teljesítménye lombos állományokban, átlagosan üzemidőben 12,0 m³/h, míg produktív időben 15,43 m³/h. Fenyvesek esetében ezek az értékek 14,41 m³/h és 17,93 m³/h.

Regresszió-analízis segítségével többtényezős hatványkitevős egyenletek készültek, melyek az alapot szolgáltatják a normatáblázatokhoz. A független változók hatássorrendjének vizsgálata is megtörtént. A ciklusidőt legnagyobb mértékben mind lomb, mind fenyő esetében a választékszám befolyásolja. Lombos állományoknál a ciklusidő és a fajlagos időszükséglet esetében a törzsrész görbesége kevésbé befolyásoló erejű, mint a törzsrész ágassága.

Google SketchUp 8 szoftver segítségével elkészült a Valmet 911.3 típusú harveszter 3D-s modellje, ill. több harveszteres fakitermelési 3D-s modell.

Megállapításra kerül, hogy amennyiben a hazai fakitermelések 30–35%-át harveszterekkel szándékoznánk megvalósítani, akkor a jövőben 140–150 db gépre lenne szükség.



TREE UTILIZATION WITH HARVESTERS IN THE DOMESTIC HARDWOOD STANDS

TÖBBMŰVELETES FAKITERMELŐ GÉPEK A HAZAI LOMBOS ÁLLOMÁNYOK FAHASZNÁLATÁBAN

ATTILA LÁSZLÓ HORVÁTH

ABSTRACT

In the course of the research an overview of the history of the development of multi-operational logging machines has been given. The classification of the currently marketed and used harvesters and harvester heads has been carried out. Besides, the alternative fields of the utilization of multi-operational logging machines and forwarders has also been outlined.

The statistical data collected from several countries justifies the increasing number of harvesters. There are various companies and institutions which develop harvester heads especially designed for the logging of hardwood stands.

According to a national survey, a total volume of 342.901 m³ timber was logged between 2006–2014 by the use of harvesters. Besides of softwood stands, hardwood stands were also logged with these equipment. In Hungary harvesters are applied in clearcutting, thinning, improvement cutting and sanitary cutting. Using the collected data, databases with maps and tables have been set up.

Altogether the investigation of 8 types of harvesters has been accomplished in 17 different forest stands respecting 6 types of tree utilization modes. In hardwood stands the average performance of the machines was 12,0 m³/h, while in the productive hours it was 15,43 m³/h. In the case of softwood stands these values were 14,41 m³/h and 17,93 m³/h respectively.

Using regression analysis, multivariate power functions have been set up which provide basis for establishing normal tables. The investigation of the effect of independent variables has been carried out. Cycle time is mostly affected by the number of assortments in both hardwood and softwood stands. In hardwood stands the tree stem bending influences the cycle time and specific time requirement to a lesser extent than the branchiness of the stems.

Using Google's SketchUp 8 software the 3D model of the Valmet 911.3 type harvester has been created and also the 3D model for multiharvester logging.

It has been established that if we intend to realize 30–35% of the domestic loggings by the use of harvesters in the future, then a total number of 140–150 of harvesters would be required for the task.



10. FELHASZNÁLT IRODALOM

NYOMTATOTT IRODALOM:

1. ABAB (2012): ABAB Energiholzaggregat. Allen Bruks AB, Bro, 2 p.
2. ANDOR J. (1977): Az erdőgazdálkodás-fejlesztés gyakorlati kérdései. Az Erdő, 26. évf. 481-487 pp.
3. AFM (2010): AFM – Power & Performance for forest operations. AFM-Forest Ltd, Jyväskylä, 12 p.
4. AKTIV (1977): Tekniska Data AKTIV Skotten 758 Kvistare-Kapare Aktiv Skapar Lönsamhet. Aktiv Maskin Östersund AB, Östersund, 4 p.
5. AKTIV (1979): Tekniska Data AKTIV Skotten 758 grippoceror. Aktiv Maskin Östersund AB, Östersund, 4 p.
6. ALI T. ET AL. (2008): Magyarország erdőállománya 2006, Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ Erdészeti Igazgatósága, Budapest, 12 p.
7. ALI T. ET AL. (2008): Magyarország erdőállománya 2006 CD, Mezőgazdasági Szakigazgatási Hivatal Központ Erdészeti Igazgatósága, Budapest, www.mgszh.gov.hu/erdeszet_cd/index.htm
8. AMISHEV, D. – EVANSON, T. (2010): Innovative methods for steep terraine harvesting. FORMEC 2010 konferencia. Padova, 9p.
9. ASIKAINEN, A. – LIIRI, H. – PELTOLA, S. – KARJALAINEN, T. – LAITILA, J. (2008): Forest Energy Potential in Europe (EU27). Working Papers 69. Finnish Forest Research Institute, Joensuu.
10. ASIKAINEN, A. – LESKINEN, L. – PASANEN, K. – VÄÄTÄINEN, K. – ANTTILA, P. – TAHVANAINEN, T. (2009): Metsäkonesektorin nykytila ja tulevaisuus. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 125. 48 p.
11. ASIKAINEN, A. – ANTTILA, P. - VERKERK, H. - DIAZ, O. - RÖSER, D. (2011): Development of forest machinery and labour in the EU in 2010-2030, Formec 2011 Konferencia, Graz, 8 p.
12. BADGER, P. – BADGER, B. (2003): Timberjack Develops Biomass Bundler. Florence, General Bioenergy Inc., Bioenergy Update 10/2003, 1-3. p.
13. BARKÓCZY ZS. – IVELICS R. (2007): Az energetikai faültetvényeknél alkalmazható technológiák előadás, Hajdúböszörmény.
14. BARKÓCZY ZS. (2009): A dendromassza alapú decentralizált energiatermelés alapanyagbázisának tervezése. Doktori értekezés, Sopron, 211 p.
15. BELOIT (1968): The Beloit Tree Harvester, 3 p.
16. BIGOT, M. – CUCHET, E. (2010): Mechanized harvesting system for hardwoods. www.iufro.org/download/file/1465/1605/01-harvesting-system-conf_pdf/.
17. BONDOR A. – RADÓ G. – TEMESI G. (1979): Az erdőnevelés gépesítése. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 226 p.



18. BRUNETT (1980): Brunnett 578P, Brunn System AB, Filipstad, 2 p.
19. CACOT, E. – BIGOT, M. – CUCHET, E. (2006): Developing full-mechanized harvesting systems for broadleaved trees: a challenge to face the reduction of the manual workforce and to sustain the supply of hardwood industries. The 29th Council on Forest Engineering Conference, Idaho, pp. 43-53.
20. CHAKROUNI, M. – CACOT, E. (2014): Using systematic innovation to develop a new hardwood harvesting tool. FEC-Formec 2014 Konferencia Poszter, Gerardner. <http://www.formec.org/images/proceedings/2014/a101.pdf>
21. CHEBAB, Z. E. – PERRIGUEY, N. – FAUROUX, J. C. – HATTON, B. – GOUBET, D. – DEVEMY, C. – DARGNAT, G. – GAGNOL, V. – BOUZGARROU, B. – GOGU, G. (2014): Harvesting Machines for crooked trees. FEC-Formec 2014 Konferencia, Gerardner, 8 p. <http://www.formec.org/images/proceedings/2014/a215.pdf>
22. CLARK (1976): Clark Tree Length Harvester, 4 p.
23. CLOW, M. – MACDONALD, P. (2001): If you go down to the woods today ...: accounting for the survival and eclipse of tree harvesting production systems on the Miramichi River in New Brunswick, Canada. *Technology in Society* 23. 29-57 pp.
24. CTL (2010): Harvester Technologie CTL-40HW. CTL Technology GmbH, Sehma, 2 p. www.ctl-technology.de
25. CSONTOS GY. (1977): A műszaki fejlesztés és a kutatás kapcsolata. *Az Erdő*, 26. évf. 167-170.
26. CSORDÁS J. - FARKAS L. (1979): Új technológia tághálózatú nemesnyárasok nevelővágására. *Az Erdő*, 28. évf. 185-190.
27. DARGNAT, G. – DEVEMY, C. – FAUROUX, J. C. – PELLET, P. – HATTON, B. – PERRIGUEY, N. – GOUBET, D. – CHEBAB, Z. E. – BOUZGARROU, B. – GAGNOL, V. – GOGU, G. (2014): Determination and optimization of delimiting forces on hardwood harvesting heads. Konferencia, Gerardner, 9 p. <http://www.formec.org/images/proceedings/2014/a216.pdf>
28. DENHARCO (2013): Pierce Denharco Delimbers. Pierce Denharco Inc., Portland, 6 p.
29. DIAZ, O. (2010): Procurement of forest chips for energy in selected EU countries, Japan and South Africa. Bachelor's thesis. University of Eastern Finland. 51 p.
30. DRISDELLE, S. (1997): Timberjack 1270 B single-grip harvester, www.unb.ca/standint/nbcc/machine/harvesters/sdriz_a.html
31. EBEAVER AB (2009): Framtidens system för att skörda bioenergi, energieffektivt med minimal påverkan på miljön. Karlsborg, 2 p.
32. ECO LOG (2009): Eco Log Harvesters, Eco Log Sweden AB, Söderhamn, 20 p.
33. ELIASSON, H. (2002): Just Foresst Partek Foresst Internacional Magazin, Umea° 2/2002 16-17. p.
34. ERLER, J. (2000): Forsttechnik. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart, 248 p.



35. ERTI (1977): A Clark Bobcat 1075 döntő-rakásoló gép vizsgálata. ERTI, Budapest 15 p.
36. ERTI (1977): Az 1977. évi fagazdasági műszaki napokon bemutatott többcélú fakitermelő gépek vizsgálata. ERTI, Budapest 22 p.
37. ERTI (1978): A nyár papírfatermelés géprendszereinek értékelése. ERTI, Budapest 19 p.
38. ERTI (1978): Nyár fakitermelésben alkalmazott Valmet technológia értékelése. ERTI, Budapest 22 p.
39. ERTI (1979): A Timberjack 2000 - Morbark 20" döntő-rakásoló gép vizsgálata. ERTI, Budapest 28 p.
40. ERTI (1980): Többcélú fakitermelő gépek kezelőinek követelményrendszere. ERTI, Budapest 13 p.
41. ERTI (1984): Fakitermelési munkarendszer-változatok műszaki és gazdasági jellemzői. ERTI, Budapest 28 p.
42. EUROPAI BIZOTTSÁG (2010): Az európai parlament és a tanács iránylevele a 2000/25/EK irányelvnek a rugalmas végrehajtási eljárással forgalomba hozott traktorokra vonatkozó rendelkezések tekintetében történő módosításáról. Európai Bizottság, Brüsszel, 10 p.
43. FARMIKKO (2012): Farmikko 2007, Light Harvester Head. Farmikko Oy, Hiltulanlahti, 1 p.
44. FIBERDRIVE (2014): Fiberdrive- Snabbfäste för redskapsbyte Passar till skördare, drivare och andra redskapsbärare. Fiberdrive AB, Vislanda, 8 p.
45. FMT (1990): FMT Tor, Forest Machine Technology, Nydalsveien, 2 p.
46. FOREST CONCEPTS, LLC (2008): Baling to Improve Transport of Biomass from Urban Areas. www.forestconcepts.com/docs/Biomass.Baling.Poster.2008.vertical.pdf
47. FORSTINNO (2007): Entwicklung von ökologisch verträglichen, hoch produktiven Holzerntemethoden für die mitteleuropäische Forstwirtschaft jelentés
48. FUENTES, J. S, (2011): Cultivos lenosos de corta rotación c. alóadás
49. GABRIEL, O. (2013): Von Vollgas auf Parkplatz. Forstpraxis 2013.10.01. www.forstpraxis.de/von-vollgas-auf-parkplatz
50. GEBRESELASSIE, M. (2000): Verfahrenstechnische Lösungen für die Milchproduktion bei standortferner Futterstroherzeugung, Dissertation, Berlin, 149 p.
51. GEISTMANN, H. (2006): Log Max: Harvester - Tuning beginnt am Kopf. Log Max Deutschland PR, Leinburg-Diepersdorf, 1 p., http://bois.fordaq.com/fordaq/news/LogMax_Harvester_Elmia_12679.html
52. GÓLYA J. (2003): Fakitermelési munkarendszerek gyérítésekben. Doktori értekezés. Sopron, 171 p.



53. GÓLYA J. – HORVÁTH B. - IVELICS R. - MARKÓ A. - TISZA O. (2004): Kutatási jelentés a Tiberjack-MAN típusú vékonyfa-kötegelő gép próbaüzemi vizsgálatáról. Kutatási jelentés, Sopron, 15-31. p.
54. GÓLYA J. (2007): A fahasználat infrastruktúrája, gépesítése és eszközei. Erdőhasználat I. előadás. Sopron.
55. GREMO I. (1978): Gremo TT8H/SP50, Gremo International A/S, Frederikshavn 2 p.
56. GREMO I. (1987): Gremo 803/GSK42, Gremo International A/S, 2 p.
57. GUILLAUME, L – SAVOIE, P (2005): Cutting, bundling and chipping short-rotation willow CSAE/SCGR meeting, Winnipeg, Manitoba.
58. HAKKILA P.-LEIKOLA M.-SALAKARI M. (1979): Production, harvesting and utilization of small-sized trees. The Finnish National Fund for Research and Development, Helsinki
59. HAKKILA, P. (2004): Developing technology for large-scale production of forest chips Wood Energy Technology Programme 1999–2003. Technology programme report 6/2004. 102 p.
60. HARBAUER, P. (2012): KWF - Forstmaschinenstatistik zeigt deutliche Stabilisierung des Marktes. KWF-Tagung 2012. <http://www.kwf-tagung.org/fr/aktuelles/news-detailanzeige/eintrag/39.html>
61. HERPAY I.- MAROSVÖLGYI B.- RUMPF J. (1984.): A faapríték termelése. Budapest, Mezőgazdasági Kiadó, 5-61. p., 101-119 p.
62. HERPAY I.- RUMPF J. (1978): A fahasználat termelési folyamata I. Sopron, Kézirat, 67-121. p.
63. HERPAY I.- RUMPF J. (1978): Erdőhasználat I. Sopron, Egyetemi jegyzet, 155. p.
64. HILLER I.-MASTALIR E.- GURÁ CZ S.-IGMÁNDI P. (1984): A fakitermelés és anyagmozgatás műszaki fejlesztésének aktuális kérdései. Sopron, 11-12. p.
65. HILLER I.-MASTALIR E.-BARTHA G.-GURÁ CZ S.-IGMÁNDI P.-NÉMETH M.-ORMOS B. (1988): Fahulladékok. Budapest-Sopron, 28-54. p.
66. HORVÁTH B. (2003): Erdészeti gépek. Budapest, Szaktudás Kiadó Ház, 296. p.
67. HORVÁTH B. (2004): Gépesítési információ 21. Tiberjack-MAN típusú vékonyfa-kötegelő gép. Sopron, 5-14. p.
68. HORVÁTH B. SZERK. (2011): A közelmúlt és napjaink hazai erdészeti gépfejlesztései. Szombathely, Erdészeti ismeretmegújító szakmai tanfolyam.
69. HORVÁTH B. - GÓLYA J. (2005): A vékonyfa-kötegelés műszaki és technológiai lehetőségei. MTA Agrár-műszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozásának kiadványa, Gödöllő. Nr. 29. 1:219-223.
70. HORVÁTH B. - MAROSVÖLGYI B. (1989): Hazai gyártású erdészeti kihordók műszaki - gazdasági jellemzése. Járművek, Mezőgazdasági Gépek. 36. 5:186-191.
71. HORVÁTH B. - PIRKHOFFER J. (1996): SR-8 kihordó. Gépesítési információ, 1. Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron. 28 p.



72. HOYENE, S. – THOMAS, A. (2001): Forest residues: Harvesting, storage and fuel value.
73. IVELICS R. (2006): Minirotációs energetikai fáültetvények természetstechnológiájának és hasznosításának fejlesztése. Doktori értekezés, Sopron, 204 p.
74. JOHN D. (2010): John Deere 1470E, NUHN GmbH & Co. KG, Niederaula, 2 p.
75. JOHNSEN T. (2013): Forest contractor reinvents the wheel (The Beauty). Press Service, Elmia AB, <http://news.cision.com/elmia-wood/r/forest-contractor-reinvents-the-wheel>, c9411751
76. JOHNSEN T. (2013): Can a handful of innovations give the harwarder a place in the forest? Press Service, Elmia AB, <http://news.cision.com/elmia-wood/r/can-a-handful-of-innovations-give-the-harwarder-a-place-in-the-forest->,c9379091
77. JUST FOREST (2005): Valmet WoodPac - transforms forest residues into energy-rich biofuel bundles. www.komatsuforest.com
78. JUST FOREST (2011A): New harvesting head for tracked machines. Interneational magazine from Komatsu forst. JUST FOREST 2011/2. szám, 32 p, 7 pp
79. JUST FOREST (2011B): Komatsu 378P a strong and sturdy head. Interneational magazine from Komatsu forst. JUST FOREST 2011/2. szám, 32 p, 8-9 pp
80. JUST FOREST (2011C): Productive harvesting heads for all assignments. Interneational magazine from Komatsu forst. JUST FOREST 2011/2. szám, 32 p, 14-15 pp
81. KALLIO M.- LEINONEN A. (2005): Production technology of forest chips in Finland. VTT Project Report. 21. p.
82. KÁLDY J. (1979): Erdészeti géptan II. B. (Fahasználat gépei). Egyetemi jegyzet, Sopron.
83. KÁLDY J. (1981): Erdészeti géptan II. (Fahasználat gépei). Egyetemi jegyzet, Sopron, 248 p.
84. KÁLDY J. (1986): A fahasználat gépei. Akadémiai Kiadó, Budapest.
85. KÁLMÁN M. (2015): Sampo típusú többműveletes fakitermelő gép vizsgálata a Zalaerdő Zrt-nél. Diplomamunka, Sopron, 58 p.
86. KÄRHÄ, K. – RÖNKKÖ, E. – GUMSE, S. (2004): Productivity and Cutting Costs of Thinning Harvesters. International Journal of Forest Engineering Volume 15, Issue 2, 43-54 p.
87. KÄRHÄ, K. (2007): Machinery for forest chip production in Finland in 2007. Konerencia előadás, Metsäteho Oy, 37 p.
88. KISGYÖRGY Z. (2014): Timberjack típusú többműveletes fakitermelő gép vizsgálata fenyőpusztulásban. Diplomamunka, Sopron, 149 p.
89. KNOBLOCH, C. (2011): The Portalharvester. Design Challenge - November 2011, http://www.ivtinternational.com/design_challenge_knobloch_november_11.php



90. KOCKUMS AB (1976): Kockums 880 Fällare-Läggare, Kockums Industri AB, Söderhamn, 2 p.
91. KOCKUMS AB (1976): Kockums Logma T-310B, Kockums Industri AB, Söderhamn, 4 p.
92. KOCKUMS (1978): Kockums Gallringsprocessor 822, Kockums Industri AB, Söderhamn, 2 p.
93. KOCKUMS AB (1979): Kockums Logma 85-41. Kockums Industri AB, Söderhamn, 2 p.
94. KOCKUMS (1982): Kockums Skogmaskiner Kompaktprocessor 82-55, Kockums Industri AB, Söderhamn, 2 p.
95. KOEHRING (1980): Koehring KFB4 feller-buncher, Koehring Canada Limited Woodlands Division, Brantford, 6 p.
96. KOEHRING (1983): Koehring K3FF feller-forwarder, Koehring Canada AMCA International, Brantford, 4 p.
97. KOEHRING AD (1984): Koehring, Koehring Canada AMCA International, Brantford, 1 p.
98. KOLOSZÁR J. (2002): Erdőneveléstan kézirat, Nyugat-Magyarországi Egyetem Erdőmérnöki Kara, Sopron, 166 p.
99. KOMATSU (2005): Bioenergy in Wood Industry 2005 Conference Forest Demonstration Valmet BioEnergy in Finland. Just Forest 09/2005, Tampere, 3 p.
100. KOMATSU (2014): Komatsu 911.5, Komatsu Forest AB, Umeå, 8 p.
101. KOVÁCS L. (1988): A MAKERI 34 T harvester vizsgálatának tapasztalatai alföldi fenyvesek gyéritésében. Az Erdő 37. évf. 5. szám, Budapest, 220-221 p.
102. KRISTOFICS K. (2010): Szengáli gépbemutató, előadás, Szentgál
103. LABELLE, E. R. – SOUCY, M. – PELLETIER, G. – CYR, A. (2014): Effect of tree form on cut-to-length machine productivity in a hardwood dominated stand. 37th Council on Forest Engineering Annual Meeting. 2014. Moline, Illinois, 8 p.
104. LAPPALAINEN, M. (2011): Fixteri előadásanyag, www.fixteri.fi
105. LINDROOS, O. (2015): Timber Procurement – the Swedish Experience. CROJFE 2015. Konferencia előadás. Zagráb. [/www.crojfe2015.com/r/i/2.%20CROJFE_2015_Presentation_Lindroos.pdf](http://www.crojfe2015.com/r/i/2.%20CROJFE_2015_Presentation_Lindroos.pdf)
106. LOGMAN OY (2011): Logman 811C, Logman Oy, Kurikka, 1 p.
107. LOGSET AB (1993): Logset Norcar 500H, HMT Försäljnings AB, Jönköping, 2 p.
108. LOGSET (2010): Logset H10, Logset Oy, Koivulahti, 2 p.
109. LOKOMO AB (1971): Lokomo Lokkeri Fällare-Buntare, Lokomo AB, Hägersten, 2 p.



110. LOKOMO AB (1973): Lokomo Lokkeri Fällare-Läggare, Lokomo AB, Söderälje, 2 p.
111. LOKOMO AB (1975): Lokomo 960S, Lokomo AB, Söderälje, 2 p.
112. LOKOMO OY (1979): Lokomo 961S skördare, Lokomo Rauma-Perola Oy, Tampere, 2 p.
113. LOKOMO OY (1979): Lokomo 961T skördare, Lokomo Rauma-Perola Oy, Tampere, 2 p.
114. LOKOMO OY (1982): Lokomo 919/750 Processor, Lokomo Rauma-Perola Oy, Tampere, 2 p.
115. LUGER, E. (2005): Rohstoffbereitstellung pflanzlicher Biomasse. Landtechnik in den Ackerbaugebieten in Ungarn, Nitra, 51-63 pp., 13 p.
116. MACDONALD, P. – CLOW, M. (2000): The Industrialization of Tree Harvesting Systems in the Eastern Canadian Forest, 1955–1995. http://www.historycooperative.org/journals/ilt/58/macdonald.html#T_3
117. MADAR G. (2012): VALMET 911.3 típusú többszemes fakitermelő gép alkalmazásának vizsgálata. Diplomamunka, Sopron, 72 p.
118. MAJOR T. (2010): Erdészeti géptan gyakorlati előadás
119. MANAVAKUN, N. (2014): Harvesting operations in eucalyptus plantations in Thailand. Doktori értekezés. Department of Forest Sciences, Faculty of Agriculture and Forestry University of Helsinki. Helsinki, 111 p.
120. MANZONE, M. – BERGANTE, S. – FACCIOTTO, G. (2013): Energy and economic evaluation of a poplar plantation for woodchips production in Italy. Science Direct 2013/10, Torino, 164-170 pp.
121. MEDERSKI, P. S. – BEMBENEK, M. – KARASZEWSKI, Z. – GIERSZEWSKA, M. (2014): Directing the development of mechanised forest operations to meet changes in Polish forestry. FEC-Formec 2014 Konferencia, Gerardner, 2 p. <http://fec2014.fcba.fr/wp-content/uploads/sites/4/2014/11/a221.pdf>
122. MELVIN, A. (2009): Acoustic tool improves tree harvesting efficiency. Forst Research News 2009/7. <http://www.forestry.gov.uk/fr/infid-7ukjcr>
123. MGSZH (2007): Magyarország erdőállománya 2006, Budapest, http://www.mgszh.gov.hu/erdeszeti_cd/htm/3__3_1_fejezet.htm
124. NÉBIH (2014): Erdővagyon, Erdő-és Fagazdálkodás Magyarországon, NÉBIH Erdészeti Igazgatóság, Budapest, 4 p.
125. NÉMETH J. (2014): Forwarderek a fahasználatban, OEE Erdőhasználati Szakosztály Emlékkülés, előadás Dr. Gólya János tiszteletére, Sopron
126. NOKKA (2011): Nokka Brennholzharvester, ATG Agrartechnikgeräte GmbH, Leonding, 1 p.
127. OVASKAINEN, H. (2009): Timber harvester operator's working technique in first thinning and the importance of cognitive abilities on work productivity. Dissertations Forestales 79. Finnish Society of Forest Science. 62 p.
128. ÖSA AB (1969): ÖSA BM-Volvo SM 871 Processor, Östbergs Fabriks AB, Alfta, 4 p.



129. ÖSA AB (1972): ÖSA 710 Fällare-Buntare, Östbergs Fabriks AB, Alfta, 1 p.
130. ÖSA AB (1977): ÖSA 670 Fällare-Läggare, Östbergs Fabriks AB, Alfta, 4 p.
131. ÖSA AB (1977): ÖSA 705/270 Processor, Östbergs Fabriks AB, Alfta, 4 p.
132. ÖSA AB (1981): ÖSA 706-250 Der neue Kompaktprocessor. ÖSA AB, Alfta, 4 p.
133. ÖSA AB (1981): ÖSA 706-260, Östbergs Fabriks AB, Alfta, 4 p.
134. ÖSA AB (1987): ÖSA Mini 678 engrepps skördare, ÖSA Försäljnings AB, Alfta, 2 p.
135. PELLETIER, G. – LANDRY, D. – GIROUARD, M. (2013): A Tree Classification System for New Brunswick. Northern Hardwoods Research Institute. Edmundston, New Brunswick. 61 p.
136. PONSSE (1988): Ponsse 600H engrepps skördare, Ponsse Oy, Vieremä, 4 p.
137. PURFÜRST T. (2009): Hochmechanisierte Holzernte im Laubholz mit laubholzfähigem Kranvollernteraggregat; Rücken mit Tragschlepper. www.kwf-tagung.org/86.html
138. PONSSE (2000): Ponsse HS16 Ergo gépkönyv, Ponsse PLC, Vieremä, 95 p.
139. PONSSE (2007): Ponsse Buffalo Dual, Ponsse PLC, Vieremä, 4 p.
140. PONSSE (2009): Ponsse Ergo 8WD, Ponsse PLC, Vieremä, 2 p.
141. PONSSE (2014): Ponsse Scorpion engrepps skördare, Ponsse PLC, Vieremä, 8 p.
142. Pröll, W. (2004): Was man über Harvester wissen sollte - Teil I. Land Technik Leute, Pöllau, (Sept.04): 16-18
143. Pröll, W. (2005): Harvestereinsatz steigt. Forstzeitung 116. Jg, 12, Arbeit im Wald IV-V
144. REMPEL J. (2011): Jeremy Rempel Photo Collection Koehring Ad from 1977, www.flickr.com
145. REMPEL J. (2011): Koehring Shortwood Harvester from Ministère de L'education du Quebec videó, www.youtube.com
146. RIDDLE, A (1995): Mechanisation of logging operations in New Zealand. N.Z. Forestry 1995 November, 17-22 pp.
147. RIORDAN, M – MILNE, P. – RICHARDS, K. – RAYMOND, K. (2010): 2010 FFR Annual Science Report. Futures Forests Research Limited. Rotorua, ISSN 1179-4151, 20 p.
148. RIUTTOLEHTO (2011): Tapio 160 Stroke Harvesting Head, Riuttolehto Oy, Soini, 1 p.
149. ROTTNE (2009): Rottne product catalogue, Rottne Industri AB, Rottne, 12 p.
150. RUMPF J. (1983): Munkaszervezéstán; Szakmérnöki jegyzet, EFE Jegyzetsokszorosító, Sopron, 210 p.
151. RUMPF J. (2007): Az akác állományok harveszteres kitermelése; Ökológiailag összeegyeztethető, nagy termelékenyséű fakitermelési módszerek fejlesztése közép-európai erdőgazdálkodás számára. forstINNO, COOP-CT-2005-512681



152. RUMPF J. (2011): Az erdőhasználatlan kézikönyve. Kézirat, Sopron, 229 p.
153. SAARENMAA, A. (2005): Bundling technology experience in the southern and eastern europe. Mitteleuropäische Biomassekonferenz 2005, 3-5. p.
154. SAMPO (2012): Sampo Rosenlew 1046 Pro, Sampo Rosenlew Oy, Pori, 4 p.
155. SCHWEIER, J. – SPINELLI, R. – MAGAGNOTTI, N. – BECKER, G. (2014): Analyzing different machines for mechanized harvesting of hardwoods in Italy. 47th International Symposium on Forestry Mechanisation, Gerardner, 7 p.
156. SEELING, UTE (2014): Supporting Innovations within the Forestry-Wood-Chain – 50 years testing services at the German Centre for Forest Work and Technology (KWF), XVII. Seminário de Atualização Sobre Sistemas de Colheita de Madeira e Transporte Florestal. Előadás, Brazília
157. SILVATEC (2005): Silvatec 878 CH, Silvatec A/S, Farsø, 4 p.
158. SLANEY A. (2011): Denis D3000 Stroke Delimber Machine information summary. www.unb.ca/standint/nbcc/machine/preperation/aslaney_b.html
159. SIRÉN, M. – AALTIO, H. (1997): Productivity and Costs of Thinning Harvesters and Harvester-Forwarders. International Journal of Forest Engineering Volume 8, Issue 2, 39 p.
160. SOVÁNY M. (2013): Ponsse Ergo 8WD típusú többműveletes fakitermelő gép alkalmazásának vizsgálata. Diplomamunka, Sopron, 125 p.
161. STAMPFER, K. (2004): Forstliches Ingenieurwesen WS03/04 bearbeitung c. előadás, Bécs
162. STAAF, K.A.G. – WIKSTEN, N.A. (1984): Tree Harvesting Techniques. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, 371 p.
163. STENSELE AB (1985): Kockums 84-62 Gripskördare, Stensele Mek. Verksad AB, Söderhamn, 2 p.
164. STENSELE AB (1985): Kockums 85-65 Skördare, Stensele Mek. Verksad AB, Söderhamn, 2 p.
165. SZABÓ K. (2005): Vékonyfa-hasznosítás lehetőségei Magyarországon. Sopron, 23-33. p.
166. SZEPESI L. (1976): Az ipari erdőkben alkalmazható géprendszerek kialakítása. Az Erdő 1976. XXV. évfolyam 8. szám. OEE Kiadványa, Budapest 352-354 p.
167. SZEPESI L. (1978): A többcélú fakitermelő gépek várható arányának alakulása a jövő fakitermelésében, Az Erdő 8. szám, OEE Kiadványa, Budapest.
168. SZEPESI L. (1978): Fakitermelés gépesítésének optimalizálása. Budapest, MÉM Mérnök- és Továbbképző Intézet, 45 p.
169. TEMESI G. (1981): A gyérités gépesítési lehetőségeinek vizsgálata fenyő és nyár állományokban. Doktori értekezés, Budapest.
170. TEMESI G. (1982): A korszerű közelítőgépek alkalmazásának lehetőségei a gyéritésekben. Az Erdő 31. évf. 10. füzet, 454 p.
171. TEMESI G. (1983): A Kockums GP-822 processzor vizsgálata. ERTI, Budapest.



172. TIMBERJACK AB (1999): Timberjack 1070, Timberjack Ab, Märsta, 2 p.
173. TIMBERJACK AB (1999): Timberjack 1270B, Timberjack Ab, Märsta, 2 p.
174. TRABISA, S. L. (2009): Una experiencia real sobre la recogida, logística y clasificación de biomásas. www.redremar.com/Documents/Jornadas/GT7/PacoGarcia.pdf
175. UMEÅ M. (1985): Valmet 862/948, Umeå Mekaniska, Umeå, 2 p.
176. USEWOOD (2012): UW180 Felling Grapple. Usewood Oy, Laukaa, 1 p.
177. VALMET (1972): Valmet 880S - Pika 50, Valmet Traktor AB, Uppsala, 2 p.
178. VALMET (2005): Valmet 911.3, Komatsu Forest AB, Umeå, 4 p.
179. VÄÄTÄINEN, K. – RANTA, P. – ALA-FOSSI, A. (2005): Hakkuukoneenkuljettajan hiljaisen tiedon merkitys työtulokseen työpistetasolla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 937. 100 p.
180. VIDGRÉN, J. (2011): Ponsse cég bemutatása, előadás, Vieremä Ponsse gyár
181. VIDGRÉN, J. - BÁLINT A. (2014): Harveszteres-forwarderes gépi fakitermelési rendszer bemutatása homoki fenyvesben, OEE Gépesítési Szakosztálya ülés előadása, Nyárlőrinc
182. VOLVO (1973): Volvo BM 980 for capacity and economy in multi-product logging, Volvo BM AB, Svenska, 8 p.
183. VOLVO (1974): Volvo BM 985 TVIGG kvistare-kapare 985, Volvo BM AB, Svenska, 2 p.
184. VOLVO (1975): Volvo BM 990 Vikarmskranfällare, Volvo BM AB, Svenska, 2 p.
185. VOLVO (1976): Volvo BM 900 Skördare, Volvo BM AB, Svenska, 2 p.
186. VON BODELSCHWINGH E. (2004): Das System VALMETrailer, Forst and Technik, 6/2004, 14-18 pp.
187. WALTER F. (1978): Nagy teljesítményű fakitermelő gépek vizsgálati eredményei. Az Erdő, 27. évf. 345-351.
188. WEISE, G. (2015): TP-Rollers – ein neues Vorschubwalzensystem besthen den KWF-Test. Forsttechnische Informationen 2015/1. KFW e. V., Gros-Umstadt, 23 p, 11-13 pp.
189. WITTKOPF, S. (2005): Einsatz der Bündelmaschine Fiberpac. LWFaktuell Nr. 48, 24-25. p.

ELEKTRONIKUS IRODALOM:

1. <http://aspta.org.br>
2. <http://batelumes.mundoforo.com>
3. <http://commons.wikimedia.org>
4. <http://equipmentimages.net>
5. <http://gepkereskedelem.eu>



6. <http://globaljusticeecology.org>
7. <http://info.banum.se>
8. <http://lemn.fordaq.com>
9. <http://tp-rollers.fi>
10. <http://vimek.se>
11. www.afm-forest.fi
12. www.allanbruks.se
13. www.ammattilehti.fi
14. www.artekno.fi
15. www.agriteam.it
16. www.bionova.hu
17. www.brackeforest.com
18. www.cat.com
19. www.chefkochs-forstmaschinenbilder.de
20. www.ctl-technology.de
21. www.cyclofor.com
22. www.dardni.gov.uk
23. www.deere.com
24. www.directindustry.com
25. www.directindustry.de
26. www.ebeaver.se
27. www.eco-log.se
28. www.elmia.se
29. www.expoforest.com.br
30. www.farmi.us
31. www.fataj.hu
32. www.fecon.com
33. www.fibre-gen.com
34. www.finna.fi
35. www.fixteri.fi
36. www.flexus.se
37. www.flickr.com
38. www.fordaqmachinery.com
39. www.forestconcepts.com
40. www.forestline.se



41. www.forestoperations.org
42. www.forstpraxis.de
43. www.forestry.gov.uk
44. www.forestry-memories.org.uk
45. www.forsttechnik.at
46. www.greenmediaonline.com
47. www.gremo.com
48. www.grpanderson.com
49. www.herzog-forsttechnik.ch
50. www.hsm-forest.net
51. www.idae.es
52. www.impex-forstmaschinen.de
53. www.iufro.org
54. www.kesla.fi
55. www.kesla.com
56. www.kollergmbh.com
57. www.komatsu.hu
58. www.komatsuforest.com
59. www.komatsuforest.fi
60. www.koneforest.fi
61. www.kwf-online.org
62. www.kwf-thementage.de
63. www.lesni-technika.cz
64. www.logman.fi
65. www.logmax.com
66. www.logset.com
67. www.lunzer.at
68. www.maderasceleiro.com
69. www.menzimuck.com
70. www.merimex.cz
71. www.mgszh.gov.hu
72. www.moisioforest.com
73. www.monraforestel.com
74. www.neuson-ecotec.com
75. www.nokka.fi



76. www.optigep.hu
77. www.pinox.com
78. www.ponsse.com
79. www.ponsse-austria.com
80. www.prenticeforestry.com
81. www.qtsgroup.com
82. www.rainforest-rescue.org
83. www.rinya.maff.go.jp
84. www.redremar.com
85. www.reparoservis.eu
86. www.ritchiewiki.com
87. www.rogbico.se
88. www.rottne.com
89. www.safeforestry.webhouse.co.za
90. www.salix.se
91. www.sennebogen.com
92. www.silvatec.com
93. www.skogenbild.com
94. www.spmaskiner.se
95. www.s-unseld.de
96. www.sveaskog.se
97. www.tapio.fi
98. www.tidue.com
99. www.tigercat.com
100. www.timbear.se
101. www.timberjack.com
102. www.timberpro.com
103. www.unusuallocomotion.com
104. www.usewood.fi
105. www.vescan.hu
106. www.volvoce.com
107. www.vonatzigen-holzschnitzel.ch
108. www.waratah.ne
109. www.woodbusiness.ca
110. www.youtube.com



111. www.zoll-auktion.de

SZÓBELI KÖZLÉSEK:

1. BÁLINT A. (2013): Harveszterek faanyagfelvételezési rendszeréről. Szóbeli közlés, Sopron.
2. BODOR Cs. (2011): Harveszteres fakitermelés gyakorlati tapasztalatai lombos állományokban. Szóbeli közlés, Szentgál.
3. BODOR K. (2011): Harveszter alkalmazhatósága a Szentgál környéki lombos erdőkben. Szóbeli közlés, Szentgál.
4. CSAPÓ Gy. (2014): Harveszterek várható alkalmazása a Szombathelyi Erdészeti Zrt. területén. Szóbeli közlés, Ivánc.
5. HAMVASI F. (2010): Harveszteres fakitermelés gyakorlati tapasztalatai lombos állományokban. Szóbeli közlés, Balinka.
6. HONCSOROV A. (2011): Harveszteres fakitermelés gyakorlati tapasztalatai. Szóbeli közlés, Balatonfőkajár.
7. JÁKLI Cs. (2013): Harveszteres fakitermelés gyakorlati tapasztalatai. Szóbeli közlés, Keszthely.
8. JUHÁSZ F. (2014): Harveszterek alkalmazása a Bakonyerdő Zrt. területén. Szóbeli közlés, Bakonybél.
9. KERÉKES Gy. (2009): Harveszteres fakitermelés gyakorlati tapasztalatai. Szóbeli közlés, Horvátzsidány.
10. KISS O. (2014): Harveszteres fakitermelés gyakorlati tapasztalatai. Szóbeli közlés, Tapolca.
11. KÓNYA R. (2012): Harveszteres fakitermelő vállalkozók Magyarországon. Szóbeli közlés, Sopron.
12. RUZSICS J. (2009): Harveszteres fakitermelés gyakorlati tapasztalatai. Szóbeli közlés, Kőszeg.
13. SÜLYOK F. (2014): Harveszterek alkalmazása a KAEG Kisalföldi Erdőgazdaság Zrt. területén. Szóbeli közlés, Nyárlőrinc.
14. TÓBI I. (2014): Harveszteres és a hagyományos faanyagkibővítés problémái. Szóbeli közlés, Nyárlőrinc.
15. VIRÁG T. (2014): Harveszteres fakitermelés gyakorlati tapasztalatai. Szóbeli közlés, Oltárc.



11. ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Bombardier harveszter (Forrás: commons.wikimedia.org)	12
2. ábra: PIKA 75 harveszter (Forrás: www.unusallocomotion.com).....	12
3. ábra: SP21 harveszterfej (Forrás: ÖSA AB, 1987; www.elmia.se)	13
4. ábra: Kihordó szerelvény szerkezeti ábrája (Forrás: Horváth, 2003)	29
5. ábra: Kihordó szerkezeti ábrája (Forrás: Horváth, 2003)	29
6. ábra: Láncsal és hevederrel felszerelt HSM 208F kihordó (Forrás: Saját fotó)	29
7. ábra: Timberjack 1270B harveszter (Forrás: Saját kép)	37
8. ábra: Timberjack 1070 harveszter (Forrás: Saját kép).....	37
9. ábra: Valmet 911.3 harveszter (Forrás: Saját kép).....	37
10. ábra: Komatsu 911.5 harveszter (Forrás: Saját kép).....	37
11. ábra: Ponsse HS16 Ergo harveszter (Forrás: Saját kép)	41
12. ábra: Ponsse Ergo 8WD harveszter (Forrás: Saját kép).....	41
13. ábra: Ponsse Buffalo Dual harvarder (Forrás: Saját kép)	41
14. ábra: Harvarder átszerelés közben (Forrás: Major T. képe)	41
15. ábra: Sampo-Rosenlew 1046 Pro harveszter (Forrás: Saját kép).....	41
16. ábra: Silvatec 896 TH-H harveszter (Forrás: Saját kép).....	41
17. ábra: Véghasználatok utáni vágástéri melléktermék hasznosításának legjellemzőbb ellátási láncai, országonként (Forrás: Diaz, 2010).....	43
18. ábra: Alkalmazott gépek számának feltételezett változása az EU-ban (Forrás: Asikainen et al., 2011)	43
19. ábra: Harveszteres fakitermelés arányának és a harveszterek számának változása Németországban (Forrás: Seeling, 2014).....	44
20. ábra: Gépbeszerzések Németországban (Forrás: www.kwf-online.org)	44
21. ábra: Harveszterek számának alakulása Franciaországban (Forrás: Cacot et al., 2006)	45
22. ábra: Erdészeti gépek számának alakulása Japánban (Forrás: www.rinya.maff.go.jp).....	46
23. ábra: Harveszterek teljesítményei a franciaországi gesztenye sarjerdők tarvágásaiban (Forrás: Cacot et al., 2006).....	48
24. ábra: NHRI faosztályozási rendszere (TCS) (Forrás: Pelletier et al., 2013; Eric et al., 2014)	49
25. ábra: Harveszter teljesítménye: A. mellmagassági átmérők függvényében, B. fatérfogat szerint, C. alkalmasság szerint, D. átmérőcsoportok alapján (Forrás: Eric et al., 2014).....	50
26. ábra: Fakitermelés teljesítménye eukaliptusz ültetvényekben, különböző munkarendszerek esetében (Forrás: Manavakun, 2014).....	51
27. ábra: Problémamegoldás TRIZ módszerrel (Forrás: Chakrouni – Cacot, 2014).....	54
28. ábra: Néhány megoldás a görbeség leküzdésére (Forrás: Chakrouni – Cacot, 2014) .	55
29. ábra: 3D harveszterfej modell (Forrás: Chebab et al., 2014).....	55
30. ábra: Bordás kés laboratóriumi vizsgálata (Forrás: Dargnat et al., 2014)	56
31. ábra: Bordás ívkések terepi vizsgálata (Forrás: Dargnat et al., 2014)	56
32. ábra: Mérőberendezések kalibrációja	57



33. ábra: Harveszter-térkép és -adatbázis (Forrás: Saját ábra)	60
34. ábra: Magyarország erdőterületei és erdősültsége megyénként (Forrás: www.mgszh.gov.hu, 2006)	60
35. ábra: Állami erdőgazdaságoknál 2006–2014 között harveszterrel kitermelt fatérfogat (Forrás: Saját ábra).....	61
36. ábra: 2006–2014 között kitermelt évenkénti fatérfogat (Forrás: Saját adatok)	61
37. ábra: 2006–2014 között kitermelt fafajonkénti fatérfogat (Forrás: Saját adatok).....	61
38. ábra: 2006–2014 között fahasználatonként kitermelt fatérfogat (Forrás: Saját adatok)	62
39. ábra: 2006–2014 között kitermelt fahasználatonkénti lombos fatérfogat (Forrás: Saját adatok).....	62
40. ábra: Görbeségi kategóriák (Forrás: forstINNO, 2007).....	64
41. ábra: Ágassági kategóriák (Forrás: forstINNO, 2007).....	64
42. ábra: Villásodási kategóriák (Forrás: forstINNO, 2007)	64
43. ábra: Nehézségi pontszám szélsőséges esetei (Forrás: Saját ábra)	65
44. ábra: Kiértékelő program, Microsoft Excel (Forrás: Saját ábra)	66
45. ábra: Fokozatos felújító bontóvágás cseresben, Szentgál 23C (Forrás: Saját képek)..	67
46. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok).....	68
47. ábra: Fokozatos felújító bontó vágás gyertyánosban, Szentgál 105D (Forrás: Saját képek).....	71
48. ábra: Munkaidő-szerkezet, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok).....	71
49. ábra: Egészségügyi termelés viharkárosított állományban, Szentgál 33 B és C (Forrás: Saját képek).....	73
50. ábra: Munkaidő-szerkezet, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok).....	74
51. ábra: Egészségügyi termelés viharkárosított állományban, Szentgál 63B (Forrás: Saját képek).....	76
52. ábra: Munkaidő-szerkezet, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok).....	77
53. ábra: Valmet 911.3 harveszter	80
54. ábra: Valmet 860.3 kihordó	80
55. ábra: TBM Preuss 81/10 AWC - Bruks 805-ös aprítógép	80
56. ábra: Térbeli rend a vágásterületen	80
57. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet (1), Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok) .	80
58. ábra: Törzskiválasztó gyérités feketefenyvesben, Szentgál 23B (Forrás: Saját képek)	83
59. ábra: Munkaidő-szerkezet, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok).....	83
60. ábra: Egészségügyi tarvágás erdeifenyvesben, Sirok 126G (Forrás: Madar G. képei) 86	86
61. ábra: Munkaidő-szerkezet, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok).....	86
62. ábra: Növedékfokozó gyérités gyertyános–cseres–bükkösben, Balinka 8A (Forrás: Saját szerkesztés)	88
63. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok)	89
64. ábra: Tarvágás nemesnyárasban, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját képek).....	91
65. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok)	92
66. ábra: Tarvágás akácokban, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját képek)	94
67. ábra: Munkaidő-szerkezet (2), Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok).....	95



68. ábra: Sávos tarvágásos felújítóvágás gyertyános–erdeifenyvesben, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját képek)	97
69. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok)	98
70. ábra: Egészségügyi termelés lucfenyvesben, Kőszeg 46D (Forrás: Saját képek)	101
71. ábra: Munkaidő-szerkezet, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)	101
72. ábra: Egészségügyi termelés lucfenyvesben, Kőszeg 50B (Forrás: Saját képek).....	103
73. ábra: Munkaidő-szerkezet, Kőszeg 50B (Forrás: Saját adatok).....	103
74. ábra: Egészségügyi termelés feketefenyvesben, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Kisgyörgy Z. képei)	106
75. ábra: Munkaidő-szerkezet, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok).....	106
76. ábra: Egészségügyi termelés feketefenyvesben, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Kisgyörgy Z. képei)	108
77. ábra: Munkaidő-szerkezet, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok).....	109
78. ábra: Egészségügyi termelés feketefenyvesben, Tapolca 9A (Forrás: Saját képek)..	111
79. ábra: Munkaidő-szerkezet, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)	111
80. ábra: Tarvágás alföldi fenyvesben, Bugac 167C (Forrás: Saját képek).....	114
81. ábra: Összesített munkaidő-szerkezet, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)	114
82. ábra: Teljesítmény és az átmérő viszonya (Forrás: Saját adatok).....	117
83. ábra: Fajlagos időszükséglet és az átmérő viszonya (Forrás: Saját adatok)	117
84. ábra: A harveszteres fakitermelések mért teljesítményei, erdőrésztelenként (Forrás: Saját adatok).....	118
85. ábra: Az átállási idő részaránya és az átállások távolsága, erdőrésztelenként (Forrás: Saját adatok).....	119
86. ábra: A harveszteres fakitermelések mért teljesítménye, fafajonként (Forrás: Saját adatok).....	119
87. ábra: Teljesítmény és az átmérő viszonya, csertölgy (Forrás: Saját adatok)	120
88. ábra: Fajlagos időszükséglet és az átmérő viszonya, csertölgy (Forrás: Saját adatok)	120
89. ábra: Teljesítmény és a nehézségi pontszám viszonya, csertölgy (Forrás: Saját adatok)	120
90. ábra: Fajlagos időszükséglet és a nehézségi pontszám viszonya, csertölgy (Forrás: Saját adatok).....	120
91. ábra: A többszörös hatványkitevős regresszió-analízist végző program (Forrás: Saját képek).....	122
92. ábra: FD adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek %-os befolyásoló hatása (GAV) (Forrás: Saját adatok).....	130
93. ábra: FD adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek fontossági sorrendje (GAV) (Forrás: Saját adatok).....	130
94. ábra: FDA adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek %-os befolyásoló hatása (GAV) (Forrás: Saját adatok).....	130
95. ábra: FDA adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek fontossági sorrendje (GAV) (Forrás: Saját adatok).....	130
96. ábra: Kitermelési költség alakulása különböző beruházási költségek mellett (Forrás: Saját adatok).....	131



97. ábra: King-féle osztályozás (Forrás: Rumpf, 1983; Gólya, 2007).....	132
98. ábra: Valmet 911.3 harvester SketchUp programmal készített 3D-s modellje (1) (Forrás: Saját ábra).....	135
99. ábra: Valmet 911.3 harvester SketchUp programmal készített 3D-s modellje (2) (Forrás: Saját ábra).....	136
100. ábra: Lombos állomány száralóvágása, hurkos közelítőnyomról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra)	136
101. ábra: Az évi folyónövedék és a bruttó fakitermelés alakulása (Forrás: NÉBIH, 2014)	137
102. ábra: Vágásérett állományok élőfakészletének megoszlása fafaj és átmérőcsoportok szerint a következő 20 évben (Forrás: NÉBIH, 2012.01.01-i állapot, Saját szerkesztés)	138
103. ábra: Fakitermelés az egész világon (Forrás: Vidgrén – Bálint, 2014).....	140
104. ábra: Az ország erdőterületének megoszlása lejtviszonyok szerint (Forrás: www.mgszh.gov.hu, 2006)	141



12. TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: Harveszter teljesítménye kategóriánként (Forrás: Eric et al., 2014)	49
2. táblázat: Valmet 911.3 harveszter összesített teljesítményadatai, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)	69
3. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)	69
4. táblázat: Valmet 911.3 harveszter várható teljesítményadatai, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)	70
5. táblázat: Valmet 911.3 harveszter összesített teljesítményadatai, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok)	72
6. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok)	72
7. táblázat: Valmet 911.3 harveszter várható teljesítményadatai, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok)	72
8. táblázat: Valmet 911.3 harveszter összesített teljesítményadatai, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok).....	74
9. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok)	75
10. táblázat: Valmet 911.3 harveszter várható teljesítményadatai, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok).....	75
11. táblázat: Valmet 911.3 harveszter összesített teljesítményadatai, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)	77
12. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)	78
13. táblázat: Valmet 911.3 harveszter várható teljesítményadatai, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)	78
14. táblázat: Valmet 911.3 harveszter összesített teljesítményadatai, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok).....	81
15. táblázat: Termelt választékok jellemzői (1), Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)	82
16. táblázat: Valmet 911.3 harveszter várható teljesítményadatai, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok).....	82
17. táblázat: Valmet 911.3 harveszter teljesítményadatai, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok)	84
18. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok)	84
19. táblázat: Valmet 911.3 harveszter várható teljesítményadatai, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok)	85
20. táblázat: Valmet 911.3 harveszter teljesítményadatai, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)	87
21. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)	87
22. táblázat: Valmet 911.3 harveszter várható teljesítményadatai, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)	87
23. táblázat: Ponsse HS16 Ergo harveszter teljesítményadatai, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok)	89
24. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok).....	90



25. táblázat: Ponsse HS16 Ergo harvester várható teljesítményadatai, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok).....	90
26. táblázat: Ponsse Ergo 8WD harvester összesített teljesítményadatai, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok).....	92
27. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok).....	93
28. táblázat: Ponsse Ergo 8WD harvester várható teljesítményadatai, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok).....	93
29. táblázat: Silvatec 896 TH-H harvester összesített teljesítményadatai, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok).....	95
30. táblázat: Termelt választékok jellemzői (2), Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)	96
31. táblázat: Silvatec 896 TH-H harvester várható teljesítményadatai, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok).....	96
32. táblázat: Timberjack 1270B harvester összesített teljesítményadatai, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok).....	98
33. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok)....	99
34. táblázat: Timberjack 1270B harvester várható teljesítményadatai, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok).....	100
35. táblázat: Timberjack 1270B harvester teljesítményadatai, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)	101
36. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)	102
37. táblázat: Timberjack 1270B harvester várható teljesítményadatai, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok).....	102
38. táblázat: Timberjack 1270B harvester teljesítményadatai, Kőszeg 50B (Forrás: Saját adatok)	104
39. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Kőszeg 50B (Forrás: Saját adatok)	104
40. táblázat: Timberjack 1270B harvester várható teljesítményadatai, Kőszeg 50B (Forrás: Saját adatok).....	105
41. táblázat: Timberjack 1270B harvester teljesítményadatai, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok).....	107
42. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok)	107
43. táblázat: Timberjack 1270B harvester várható teljesítményadatai, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok).....	107
44. táblázat: Timberjack 1270B harvester teljesítményadatai, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok).....	109
45. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok)	110
46. táblázat: Timberjack 1270B harvester várható teljesítményadatai, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok).....	110
47. táblázat: Timberjack 1070 harvester teljesítményadatai, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)	112
48. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)	112



49. táblázat: Timberjack 1070 harvester várható teljesítményadatai, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)	113
50. táblázat: Ponsse Buffalo Dual harvester teljesítményadatai, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)	115
51. táblázat: Termelt választékok jellemzői, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)	115
52. táblázat: Ponsse Buffalo Dual harvester várható teljesítményadatai, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)	115
53. táblázat: Néhány példa az adatsorokra (Forrás: Saját adatok)	123
54. táblázat: Költségek összehasonlítása (Forrás: Saját adatok)	132
55. táblázat: Az elsődleges rendeltetések és az erdőgazdálkodás korlátozása (Forrás: www.mgszh.gov.hu , 2006)	140
56. táblázat: Harvesterk számának várható alakulás, 0–9 év (Forrás: Saját adatok)	141
57. táblázat: Harvesterk számának várható alakulás, 10–19 év (Forrás: Saját adatok)	142
58. táblázat: Éves átlagos fakitermelés (Saját szerk., OSAP táblák 2000–2013 alapján)	143
59. táblázat: Fakitermelési potenciál harvesterk számára (Forrás: Saját adatok)	143



13. MELLÉKLETJEGYZÉK

1. melléklet: Döntő–rakásoló gépek	I
2. melléklet: Döntő–előközelítő–rakásoló gépek.....	II
3. melléklet: Döntő–közelítő gépek	III
4. melléklet: Döntő–gallyazó–rakásoló gépek.....	IV
5. melléklet: Döntő–gallyazó–előközelítő–rakásoló gépek	V
6. melléklet: Döntő–gallyazó–közelítő gépek.....	VI
7. melléklet: Kétadapteres döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek	VII
8. melléklet: Egy adapteres döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek	VIII
9. melléklet: Harveszterek alapgépei (Forrás: Saját szerkesztés)	IX
10. melléklet: Adapterek száma (Forrás: Saját szerkesztés)	IX
11. melléklet: Gépkészlet helyzete szerint (Forrás: Saját szerkesztés).....	IX
12. melléklet: Járószervezet típusa és száma alapján (Forrás: Saját szerkesztés).....	X
13. melléklet: Járószervezet mozgathatósága tekintetében (Forrás: Saját szerkesztés).....	X
14. melléklet: Kezelőfülke szintezése (Forrás: Saját szerkesztés).....	XI
15. melléklet: Daru és a kabin egymáshoz viszonyított helyzete (Forrás: Saját szerkesztés)	XI
16. melléklet: Kombinálhatóság, átalakíthatóság (Forrás: Saját szerkesztés)	XII
17. melléklet: Többműveletes fakitermelő gépek alternatív alkalmazási lehetőségei (Forrás: Saját ábra).....	XII
18. melléklet: Harvester fejek csoportosítása (Forrás: Saját ábra).....	XIII
19. melléklet: Döntő–gallyazó–daraboló–osztályozó–előközelítő–rakásoló gépek	XIV
20. melléklet: Döntő–gallyazó–daraboló–közelítő gépek.....	XV
21. melléklet: Döntő–aprító gépek.....	XVI
22. melléklet: Logmann – Fixteri döntő–kötegelő gép (Forrás: Lappalainen, 2011)	XVII
23. melléklet: Nokka Brennholzharvester döntő–gallyazó–hasító–daraboló gép (Forrás: www.nokka.fi)	XVII
24. melléklet: Valmet 801 Combi BioEnergy döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló–aprító gép (aprító-harvester) (Forrás: www.komatsuforest.fi.)	XVII
25. melléklet: Járvaaprító gépek	XVIII
26. melléklet: Járvaálázó gépek	XIX
27. melléklet: Járvakötegelő gépek.....	XIX
28. melléklet: Járvaapeltáló gép	XX
29. melléklet: KBL (Koehring Bunch Limber) gallyazó–rakásoló gép tervrajza (Forrás: Rempel, 2011, www.flickr.com).....	XXI
30. melléklet: Gallyazó–rakásoló gépek	XXII
31. melléklet: Valmet 880S/Pika 52 (1972) gallyazó–daraboló–előközelítő–rakásoló gép (Forrás: www.forestry-memories.org.uk)	XXIII
32. melléklet: Husqvarna Skotarprocessor SP 26 – Rottne (1977) gallyazó–daraboló– közelítő gép (Forrás: www.skogenbild.com; www.finna.fi)	XXIII
33. melléklet: Kétadapteres gallyazó–daraboló–osztályozó–rakásoló gépek	XXIV
34. melléklet: Egyadapteres gallyazó–daraboló–osztályozó–rakásoló gépek	XXV



35. melléklet: Gallyazó–daraboló–osztályozó–előközelítő–rakásoló gépek	XXVI
36. melléklet: Gallyazó–kéregző–daraboló gépek	XXVII
37. melléklet: Vékonyfa–kötegelő gépek csoportosítása (Forrás: Saját ábra).....	XXVIII
38. melléklet: Aprító–bálázó gépek (Forrás: Saját kép, 2012.06.14.)	XXVIII
39. melléklet: Forvarderek alkalmazása fakitermelésben (Forrás: Saját szerkesztés). XXIX	
40. melléklet: Forvarderek alkalmazása faanyagmozgatásban (Forrás: Saját szerkesztés)	XXIX
41. melléklet: Forvarderek alkalmazása aprításban (Forrás: Saját szerkesztés)	XXIX
42. melléklet: Forvarderek alkalmazása vágástéri melléktermék kezelésében (Forrás: Saját szerkesztés)	XXX
43. melléklet: Forvarderek alkalmazása erdőművelésben (Forrás: Saját szerkesztés) .	XXX
44. melléklet: Forvarderek alkalmazása egyéb munkálatokban (Forrás: Saját szerkesztés)	XXX
45. melléklet: Timberjack 1270B harveszter	XXXI
46. melléklet: Timberjack 1070 harveszter.....	XXXII
47. melléklet: Valmet 911.3 harveszter	XXXIII
48. melléklet: Komatsu 911.5. harveszter.....	XXXIV
49. melléklet: Ponsse HS16 Ergo harveszter	XXXV
50. melléklet: Ponsse Ergo 8WD harveszter.....	XXXVI
51. melléklet: Ponsse Buffalo Dual harvarder	XXXVII
52. melléklet: Sampo-Rosenlew 1046 Pro harveszter	XXXVIII
53. melléklet: Gépbeszerzések Ausztriában (Forrás: www.kwf-online.org).....	XXXIX
54. melléklet: Gépbeszerzések Svájcban (Forrás: www.kwf-online.org).....	XXXIX
55. melléklet: Aprítéktermelésben használt gépek száma, Finnország 2007 (Forrás: Kärhä, 2007)	XXXIX
56. melléklet: Restaurált, régi fakitermelő gépek	XL
57. melléklet: Feldolgozási időszükséglet különböző fatérfogat mellett (Forrás: Kärhä et al., 2004)	XL
58. melléklet: Teljesítmények alakulása különböző fatérfogat mellett (Forrás: Kärhä et al., 2004)	XL
59. melléklet: Közelítőnyom (strip-road) módszer (Forrás: Kärhä et al., 2004)	XLI
60. melléklet: Vágásnyom (cutting-strip) módszer (Forrás: Kärhä et al., 2004)	XLI
61. melléklet: Az Sampo Rosenlew 1046X harveszter teljesítménye a törzs fatérfogatának függvényében, különböző munkamódszerekkel vizsgálva (Forrás: Kärhä et al., 2004)	XLII
62. melléklet: A vizsgált harveszterek kitermelési költségei a törzsek fatérfogatának függvényében, első és második gyérités során (Forrás: Kärhä et al., 2004)	XLII
63. melléklet: Keménylombos állományok betakarítására alkalmas harveszterfejek...XLIII	
64. melléklet: Keménylombos és eukaliptusz állományokhoz ajánlott Waratah harveszterfejek (Forrás: www.waratah.net; Saját szerkesztés).....	XLIV
65. melléklet: Eukaliptusz ültetvények betakarítására alkalmas harveszterfejek (1) ...XLIV	
66. melléklet: Eukaliptusz ültetvények betakarítására alkalmas harveszterfejek (2)	45



67. melléklet: Kérgezésre alkalmas menesztő henger típusok (Forrás: www.scanforestry.com; kaappa.mense.fi)..... XLV
68. melléklet: Bordás és vizsgálata (Forrás: Darnat et al., 2014; Saját szerkesztés) XLVI
69. melléklet: TP-Roller, nyitott menesztő henger (Forrás: www.ammattilehti.fi).....XLVI
70. melléklet: Akusztikus faanyag kiértékelő rendszer harveszeteren (Forrás: Melvin 2009; www.forestry.gov.uk)XLVI
71. melléklet: Magyarországi fakitermelő vállalkozók és cégek tulajdonában lévő harveszterek (Forrás: Saját adatok)..... XLVII
72. melléklet: Az állami erdőgazdaságok része küldött táblázatos kérdőív (Forrás: Saját adatok)..... XLVIII
73. melléklet: A Bakonyerdő Zrt. harveszteres fakitermeléseinek (2011-2013) fafajszintű megoszlása az egyes erdészetek között (Forrás: Saját szerkesztés)....XLIX
74. melléklet: Kitermelési adatok (m³) évenként, erdőgazdaságonként (Forrás: Saját adatok).....L
75. melléklet: Állami erdőgazdaságoknál 2006-2014 között harveszterrel kitermelt fatérfogat (m³) (Forrás: Saját adatok)L
76. melléklet: 2006-2014 közötti kitermelési adatok (m³) (Forrás: Saját adatok).....L
77. melléklet: Szentgál 23C erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>) LI
78. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok) LI
79. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében (1), Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)..... LI
80. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében (2), Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)..... LII
81. melléklet: Valmet 911.3 harveszter napi teljesítmény adatai, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)..... LII
82. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)..... LII
83. melléklet: Szentgál 105D erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>).....LIII
84. melléklet: Munkaidő szerkezet, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok).....LIII
85. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok).....LIII
86. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok).... LIV
87. melléklet: Szentgál 33B és C erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>) . LIV
88. melléklet: Munkaidő szerkezet, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok) LIV
89. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok).....LV
90. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok) LV
91. melléklet: Szentgál 63B erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)LV
92. melléklet: Munkaidő szerkezet, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok) LVI
93. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)..... LVI
94. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)..... LVI
95. melléklet: Balatonfőkajár 1D erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>) LVII
96. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Balatonfőkajár 1D (Valmet 911.3) (Forrás: Saját adatok)..... LVII



97. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)..... LVII
98. melléklet: Valmet 911.3 harvester napi teljesítmény adatai, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)..... LVIII
99. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)..... LVIII
100. melléklet: Szentgál 23B erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>) LVIII
101. melléklet: Munkaidő szerkezet, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok) LVIII
102. melléklet: Átállások időtartama, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok) LIX
103. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok).... LIX
104. melléklet: Sirok 126G erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>) LIX
105. melléklet: Munkaidő szerkezet, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok) LIX
106. melléklet: Átállások időtartama, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)..... LX
107. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)..... LX
108. melléklet: Balinka 8A erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>) LX
109. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok) LX
110. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok)..... LXI
111. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok) LXI
112. melléklet: Felsőpakony 6A erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>) .. LXI
113. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok) LXII
114. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok) LXII
115. melléklet: Ponsse Ergo 8WD harvester napi teljesítmény adatai, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok)..... LXII
116. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok) LXII
117. melléklet: Munkaidő szerkezet, Balatonfőkajár 1D (Silvatec 896 TH-H) (Forrás: Saját adatok)..... LXIII
118. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)..... LXIII
119. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok) LXIII
120. melléklet: Horvátzsidány 5H erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>) LXIV
121. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok) LXIV
122. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok)..... LXIV
123. melléklet: Timberjack 1270B teljesítményei, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok)..... LXV
124. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok) LXV



125. melléklet: Kőszeg 46D erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)..... LXV
126. melléklet: Munkaidő szerkezet, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)..... LXV
127. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)..... LXVI
128. melléklet: Kőszeg 50B erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)..... LXVI
129. melléklet: Munkaidő szerkezet, Kőszeg 50B (Forrás: Saját adatok)..... LXVI
130. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Kőszeg 50B (Forrás: Saját adatok)..... LXVII
131. melléklet: Lesenceistvánd 29A erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>) LXVII
132. melléklet: Munkaidő szerkezet, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok) LXVII
133. melléklet: Állások időtartama, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok)..... LXVIII
134. melléklet: Faegyedek jellemzői, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok) ... LXVIII
135. melléklet: Lesenceistvánd 29D erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>) LXVIII
136. melléklet: Munkaidő szerkezet, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok) LXVIII
137. melléklet: Átállások időtartama, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok)..... LXIX
138. melléklet: Faegyedek jellemzői, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok) LXIX
139. melléklet: Tapolca 9A erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)..... LXIX
140. melléklet: Munkaidő szerkezet, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)..... LXIX
141. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)..... LXX
142. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)..... LXX
143. melléklet: Bugac 167C erdőrészlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)..... LXX
144. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok) ... LXX
145. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)..... LXXI
146. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok) ... LXXI
147. melléklet: Termelt választékok jellemző, Ponsse Buffalo Dual, 2010-2012 (Forrás: Saját adatok)..... LXXI
148. melléklet: Termelt választékok köbtartalma, kéregben (m³), Ponsse Buffalo Dual (Forrás: Saját adatok)..... LXXII
149. melléklet: Termelt választékok köbtartalma, kéreg nélkül (m³), Ponsse Buffalo Dual (Forrás: Saját adatok)..... LXXII
150. melléklet: Termelt választékok darabszáma, Ponsse Buffalo Dual (Forrás: Saját adatok)..... LXXII
151. melléklet: Termelt választékok együttes hossza (m), Ponsse Buffalo Dual (Forrás: Saját adatok)..... LXXIII
152. melléklet: Termelt választékok átlagos hossza (m), Ponsse Buffalo Dual (Forrás: Saját adatok)..... LXXIII
153. melléklet: Termelt választékok átlagos átmérője (cm), Ponsse Buffalo Dual (Forrás: Saját adatok)..... LXXIII
154. melléklet: Termelt választékok jellemző, Ponsse Ergo 8WD, 2012 (Forrás: Saját adatok)..... LXXIV



155. melléklet: Termelt választékok köbtartalma (m^3), Ponsse Ergo 8WD (Forrás: Saját adatok).....LXXIV
156. melléklet: Termelt választékok darabszáma, Ponsse Ergo 8WD (Forrás: Saját adatok)LXXIV
157. melléklet: Termelt választékok együttes hossza (m), Ponsse Ergo 8WD (Forrás: Saját adatok)..... LXXV
158. melléklet: Termelt választékok átlagos hossza (m), Ponsse Ergo 8WD (Forrás: Saját adatok)..... LXXV
159. melléklet: Termelt választékok átlagos átmérője (cm), Ponsse Ergo 8WD (Forrás: Saját adatok)..... LXXV
160. melléklet: Teljesítmény a mellmagassági átmérő függvényében (fenyő) (Forrás: Saját adatok).....LXXVI
161. melléklet: Fajlagos időszükséglet a mellmagassági átmérő függvényében (fenyő) (Forrás: Saját adatok)LXXVI
162. melléklet: Átlagos választékszám a mellmagassági átmérő függvényében (fenyő) (Forrás: Saját adatok)LXXVI
163. melléklet: Átlagos nettó fatérfogat a mellmagassági átmérő függvényében (fenyő) (Forrás: Saját adatok) LXXVII
164. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei, összes választék (Forrás: Saját adatok) LXXVII
165. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei, rönk (Forrás: Saját adatok)..... LXXVII
166. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei, kivágás (Forrás: Saját adatok) LXXVIII
167. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei, papírfa (Forrás: Saját adatok) .LXXVIII
168. melléklet: A harveszteres fakitermelések számított teljesítménye, erdőrésztelenként (Forrás: Saját adatok) LXXVIII
169. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei 1. (Forrás: Saját adatok)LXXIX
170. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei 2. (Forrás: Saját adatok) LXXX
171. melléklet: Rossz minőségű gallyazás (Forrás: Saját képek)LXXXI
172. melléklet: Vastag oldalág eltávolítása (Forrás: Saját képek) LXXXII
173. melléklet: Ívkések hatása a görbeségre (Forrás: Saját képek) LXXXIII
174. melléklet: Harveszterfej kérgező hatása (Forrás: Saját képek).....LXXXIV
175. melléklet: Menezető hengerek faanyagkárosító hatása (Forrás: Saját képek) . LXXXV
176. melléklet: Menezető hengerek nyoma a faanyagon (Forrás: Saját képek)LXXXVI
177. melléklet: Felhasadó törész és negatív törési lécs (Forrás: Saját képek)..... LXXXVII
178. melléklet: Kíméletes fakitermelés harveszterrel (Forrás: Saját képek) 88
179. melléklet: FD GAV adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok).....LXXXIX
180. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 1., FD GAV adatsor (Forrás: Saját adatok).....XC
181. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 2., FD GAV adatsor (Forrás: Saját adatok)..... XCI
182. melléklet: FD P adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok) XCII



183. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 1., FD P adatsor (Forrás: Saját adatok).....	XCIII
184. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 2., FD P adatsor (Forrás: Saját adatok).....	XCIII
185. melléklet: FDA GAV adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok).....	XCIV
186. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 1., FDA GAV adatsor (Forrás: Saját adatok).....	XCIV
187. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 2., FDA GAV adatsor (Forrás: Saját adatok).....	XCVI
188. melléklet: FDA P adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok).....	XCVII
189. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 1., FDA P adatsor (Forrás: Saját adatok).....	XCVIII
190. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 2., FDA P adatsor (Forrás: Saját adatok).....	XCIX
191. melléklet: FD átmérős adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok).....	C
192. melléklet: FDA átmérős adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok).....	100
193. melléklet: Az FDABtc, az FDABtcP, az FDABtsp, az FDABtspP, az FDABT és az FDABTP adatsorok adatai (Forrás: Saját adatok)	CI
194. melléklet: Az adatbevitelhez előkészített txt fájlformátumú FDABtcP adatsor (Forrás: Saját adatok).....	CII
195. melléklet: Regresszió-analízis elvégzése a módosított MATSTAT programmal (Forrás: Saját adatok).....	CIII
196. melléklet: A relatív hibaszázalék kiegyenlítődségének számítása (Forrás: Saját adatok).....	CIV
197. melléklet: A relatív hibaszázalék kiegyenlítődsége (Forrás: Saját adatok)	CV
198. melléklet: FD adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek %-os befolyásoló hatás (P) (Forrás: Saját adatok).....	CVI
199. melléklet: FD adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek fontossági sorrendje (P) (Forrás: Saját adatok)	CVI
200. melléklet: FDA adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek %-os befolyásoló hatás (P) (Forrás: Saját adatok).....	CVI
201. melléklet: FDA adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek fontossági sorrendje (P) (Forrás: Saját adatok)	CVI
202. melléklet: Független változók átlagos hatássorrendje (Forrás: Saját adatok).....	CVII
203. melléklet: Üzemóra költség meghatározása (Forrás: Gólya, 2003).....	CVIII
204. melléklet: Kitermelési költség alakulása (Forrás: Saját adatok).....	CIX
205. melléklet: Harveszterek üzemóraköltségei (Forrás: Saját adatok).....	CIX
206. melléklet: Normatáblázat, lombos állomány (Forrás: Saját adatok).....	CX
207. melléklet: Normatáblázat, kemény lombos állomány (Forrás: Saját adatok).....	CXI
208. melléklet: Normatáblázat, bükkös állomány (Forrás: Saját adatok).....	CXII



209. melléklet: Normatáblázat, fenyves állomány (Forrás: Saját adatok)	CXIII
210. melléklet: Mortfűrész munkatejesítményei normatáblák alapján (Forrás: Saját szerkesztés)	CXIV
211. melléklet: A harveszteres és a motorfűrész fakitermelés teljesítményének összehasonlítása (Forrás: Saját adatok)	CXV
212. melléklet: Motorfűrész fakitermelés norma teljesítménye, fafajonként (Forrás: Saját adatok).....	CXV
213. melléklet: Különböző korú lomb és fenyő faegyedek, valamint a fakitermelés során keletkezett választékok, tuskók, vágástéri apadék SketchUp programmal készített 3D-s modelljei (Forrás: Saját ábra)	CXV
214. melléklet: Közelítőnyomokat, vágáspáztákat tartalmazó vágásterületek SketchUp programmal készített 3D-s modelljei (Forrás: Saját ábra).....	CXVI
215. melléklet: Harveszteres fakitermelés 3D modell (SketchUp) (Forrás: Saját ábra)	CXVI
216. melléklet: Fenyves állomány tarvágása, párhuzamos közelítőnyomokról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra)	CXVI
217. melléklet: Lombos állomány gyérítése, párhuzamos közelítőnyomokról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra)	CXVII
218. melléklet: Lombos állomány gyérítése, íves közelítőnyomokról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra)	CXVII
219. melléklet: Lombos állomány fokozatos felújítóvágása, bontóvágás hurkos közelítőnyomról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra).....	CXVIII
220. melléklet: Lombos állomány fokozatos felújítóvágása, végvágás hurkos közelítőnyomról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra).....	CXVIII
221. melléklet: 0-9 év és 10-19 év élőfakészlet megoszlása (Forrás: NÉBIH)	CXIX
222. melléklet: Tölgy kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján).....	CXX
223. melléklet: Cser kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján).....	CXX
224. melléklet: Bükk kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján).....	CXXI
225. melléklet: Gyertyán kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján).....	CXXI
226. melléklet: Akác kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján).....	CXXII
227. melléklet: Egyéb keménylombos kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján).....	CXXII
228. melléklet: Nemesnyár kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján).....	CXXIII
229. melléklet: Hazainyár kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján).....	CXXIII
230. melléklet: Fűz kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján).....	CXXIV



231. melléklet: Egyéb lágylomb kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)..... CXXIV
232. melléklet: Fenyő kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)..... CXXV



MELLÉKLETEK



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Lokomo Lokkeri Fällare-Läggare (1973)
(Forrás: Lokomo AB, 1973; www.elmia.se)



Kockums 880 (1976)

(Forrás: Kockums AB, 1976; www.elmia.se)



Volvo BM 990 (1975) (Forrás: Volvo, 1975; www.volvoce.com)



ÖSA 670 Fällare-Läggare (1977)

(Forrás: ÖSA AB, 1977; www.elmia.se)



KFB4 Koehring Feller Buncher (1980) (Forrás: Rempel, 2011; www.flickr.com)

1. melléklet: Döntő-rakásoló gépek



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Clark-Bobcat 1075 (Forrás: Saját fotó, 2013.03.11. Kapuvár)



Makerski (1984) (Forrás: Erdészeti géptan gyakorlati előadás)

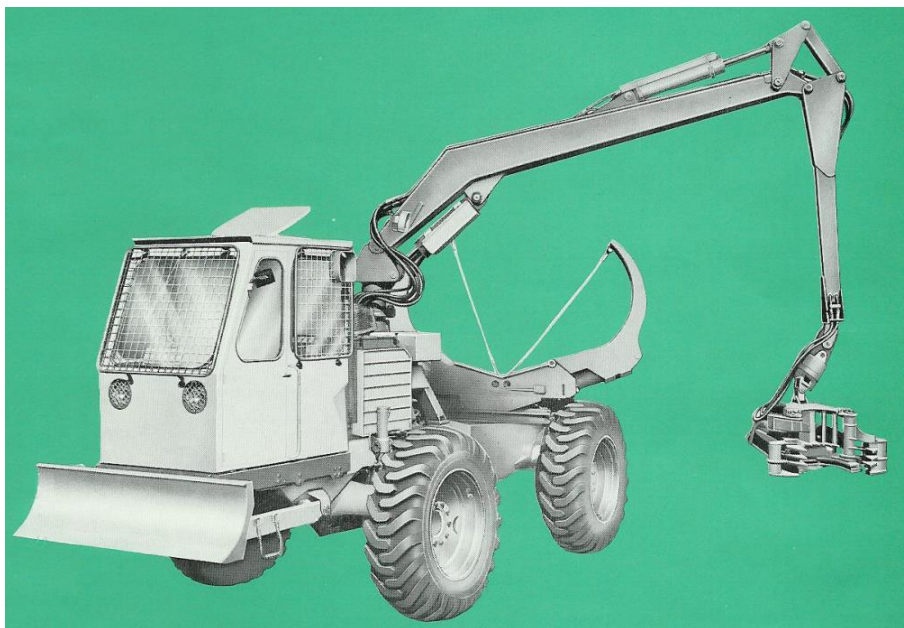


Timberjack 2000-Morbark 20 (Forrás: Erdészeti géptan gyakorlati előadás)

2. melléklet: Döntő–előközelítő–rakásoló gépek



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Lokomo Lokkeri Fällare-Buntare (1971) (Forrás: Lokomo AB, 1971; www.elmia.se)



ÖSA BM-Volvo SM 871 (1969) (Forrás: ÖSA AB, 1969; www.elmia.se)



K3FF Koehring Feller Forwarder (1983) (Forrás: Rempel, 2011; www.flickr.com)

3. melléklet: Döntő-közelítő gépek



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Beloit H14 (1968) (Forrás: www.elmia.se)

4. melléklet: Döntő–gallyazó–rakásoló gépek



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Clark Tree Length Harvester (1976) (Forrás: www.elmia.se)



Timberjack TJ30 (30RJ) (Forrás: *Erdészeti géptan gyakorlati előadás*)



Lokomo 961T (1979) (Forrás: *Lokomo Oy, 1979; www.elmia.se*)

5. melléklet: Döntő–gallyazó–előközelítő–rakásoló gépek



KH5 Feller-Delimer-Forwarder



(Forrás: Koehring Ad, 1984; Rempel, 2011; www.flickr.com)



Volvo BM 900 (1976-78) (Forrás: www.volvoce.com)



Kockums 85-65 (1985) (Forrás: *Stensele AB, 1985*; www.elmia.se)



ÖSA 706-260 (1981) (Forrás: *ÖSA AB, 1981*; www.elmia.se)

7. melléklet: Kétadapteres döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



ÖSA 250/SP21 (1987)
(Forrás: www.elmia.se)



Ponsse 600H (1988) (Forrás: Ponsse Oy, 1988;
www.elmia.se)



Kockums 84-62 (1985) (Forrás: Stensele
AB, 1985; www.elmia.se)



Logset Norcar 500H (1993) (Forrás:
Logset AB, 1993; www.elmia.se)



FMT Tor (1990) (Forrás: FMT, 1990;
www.elmia.se)



Timberjack 1270B (1999) (Forrás: Saját
fotó)

8. melléklet: Egy adapteres döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló gépek



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



9. melléklet: Harveszterek alapgépei (Forrás: Saját szerkesztés)



10. melléklet: Adapterek száma (Forrás: Saját szerkesztés)



11. melléklet: Gépkezelő helyzete szerint (Forrás: Saját szerkesztés)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



12. melléklet: Járószerkezet típusa és száma alapján (Forrás: Saját szerkesztés)



13. melléklet: Járószerkezet mozgathatósága tekintetében (Forrás: Saját szerkesztés)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



14. melléklet: Kezelőfülke szintezése (Forrás: Saját szerkesztés)



15. melléklet: Daru és a kabin egymáshoz viszonyított helyzete (Forrás: Saját szerkesztés)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában





















16. melléklet: Kombinálhatóság, átalakíthatóság (Forrás: Saját szerkesztés)

Többműveletes fakitermelő gépek alternatív alkalmazási lehetőségei	Körfűrész vágóegység	Tisztító fej (Fűrészláncos) Ponsse harvester - Bracke C12.a	Gyértés	Fűrészláncos döntő-gyűjtőfej Valmet harvester - Bracke C16.a	Közeltönyom vágó döntőfej (prototípus) Valmet harvester - Prototype clearing
		Tisztító fej (Fűrészláncos) Usewood harvester - Usewood UW 40	Függesztett aprítógép	Timberjack harvester - aprítógép	Szárzúzó Ponsse harvester - Ponsse szárzúzó
		Tisztító fej (Fűrészláncos) Usewood harvester - Risutec TRC2	Vontatott aprítógép	Valmet harvester - döntő-gyűjtőfej - aprítógép	Erdészeti zúzó Skogsjan harvester - FAE zúzó
	Alternáló mozgású vágóegység	Harvesterfej-re szerelhető alternáló kasza MenSe Clearing Blade	Hástolás	Kúpos hasítófej Timberjack harvester - Masi hasítófej	Döntőfej zúzó egységgel Timber Pro TB630 harvester - döntő-mulcszófej
		Alternáló kasza MenSe Clearing Head	Faanyagmozgatás	Harvesteres - kötélpálya Timberjack harvester - TST 400 kötélpálya	Markoló Ponsse HS16 Ergo harvester

17. melléklet: Többműveletes fakitermelő gépek alternatív alkalmazási lehetőségei (Forrás: Saját ábra)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Adapteren belüli faanyag mozgatós alapján							
Nincs	Adaptert tartó daruval  Farmikko 200-90	Hidraulikus m. henger	1 db (mászó mozgás)  Tapio 160	1 db belső és 1 db oldalsó behúzó henger	 ABAB Bioharvester 255	Behúzó hengerek	1 db belső és 2 db oldalsó behúzó henger  Ponsse H8
Vágószerkezet típusa alapján							
Fűrészlánc	 Valmet 360.1	Fémszalag	2 db  KETO 100 Supreme	Behúzó hengerek	2 db oldalsó behúzó henger  Log Max 928	Behúzó hengerek	4 db oldalsó behúzó henger  Prentice PF-48
Fogókarok (gallyazókések) száma alapján		Kombináhatóság alapján					
Körfűrész pár	 Kone Forest Sirius 250	2 db	 CTL 40 HW	Harveszter fej fogókarokkal és rönkmarkoló kanállal	 Valmet 330.2 Duo	Harveszter fejek csoportosítása	
Nyomott kés	 Usewood UW 180	3 db	 Valmet 360.2	Harveszter fej gyűjtőkarokkal és rönkmarkoló kanállal	 AFM 60 Combi		
Hidraulikus olló	 Farmikko 200-90	4 db	 Kesla 25 RH	Harveszter fej gyűjtőkarokkal, fogókarokkal és rönkmarkoló kanállal	 Valmet 330 Duo/Cut2		
						Futurisztikus harveszter fej	
							

18. melléklet: Harveszter fejek csoportosítása (Forrás: Saját ábra)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Lokomo 960S (1975) (Forrás: Lokomo AB, 1975; www.elmia.se)



Lokomo 961S (1979) (Forrás: Lokomo Oy, 1979, 1975; www.elmia.se)

19. melléklet: Döntő–gallyazó–daraboló–osztályozó–előközelítő–rakásoló gépek



Koehring SWH korai modell (Forrás: Koehring Ad, 1984; www.flickr.com)



Koehring KH3B (Forrás: Rempel, 2011; www.flickr.com)



Koehring KH-3D (Forrás: Rempel, 2011; www.flickr.com)

20. melléklet: Döntő–gallyazó–daraboló–közelitő gépek



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Gandini Bioharvester 500 (Forrás: Manzone, 2013)



TimberPro 830B - Fecon RTC22p/500-8 döntőfejjel
(Forrás: www.greenmediaonline.com)



Silvatec 878 CH döntőfejjel (Forrás: www.silvatec.com)



22. melléklet: Logmann – Fixteri döntő–kötegelő gép (Forrás: Lappalainen, 2011)



23. melléklet: Nokka Brennholzharvester döntő–gallyazó–hasító–daraboló gép (Forrás: www.nokka.fi)



24. melléklet: Valmet 801 Combi BioEnergy döntő–gallyazó–daraboló–rakásoló–aprító gép (aprító-harveszter) (Forrás: www.komatsuforest.fi)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Opti VFA
(Forrás: www.optigep.hu)



John Deere Biopoplar
(Forrás: Fuentes, 2011)



BAG-1
(Forrás: Saját kép, 2013.04.19.)



Krone BigX 650 HTM Wood Cut 1500
(Forrás: www.chefkochs-forstmaschinenbilder.de)



Claas Jaguar HS2
(Fotó: Vinkovics S. 2006.03.02.)



SPAPPERI RT 500
(Forrás: www.agriteam.it)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



BioBaler WB 55 (Forrás: www.dardni.gov.uk)

26. melléklet: Járwabálázó gépek



EBG-01 Hevesgép Kft. (Forrás: Saját kép, 2012.01.25)

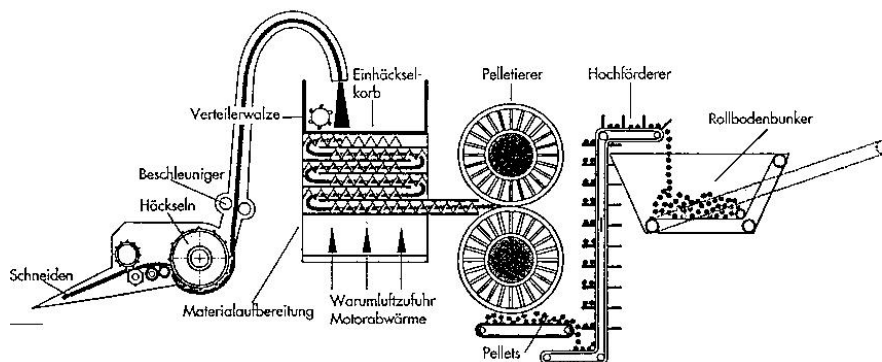


Bundler Mark 2 (Forrás: www.salix.se)

27. melléklet: Járvakötegelő gépek



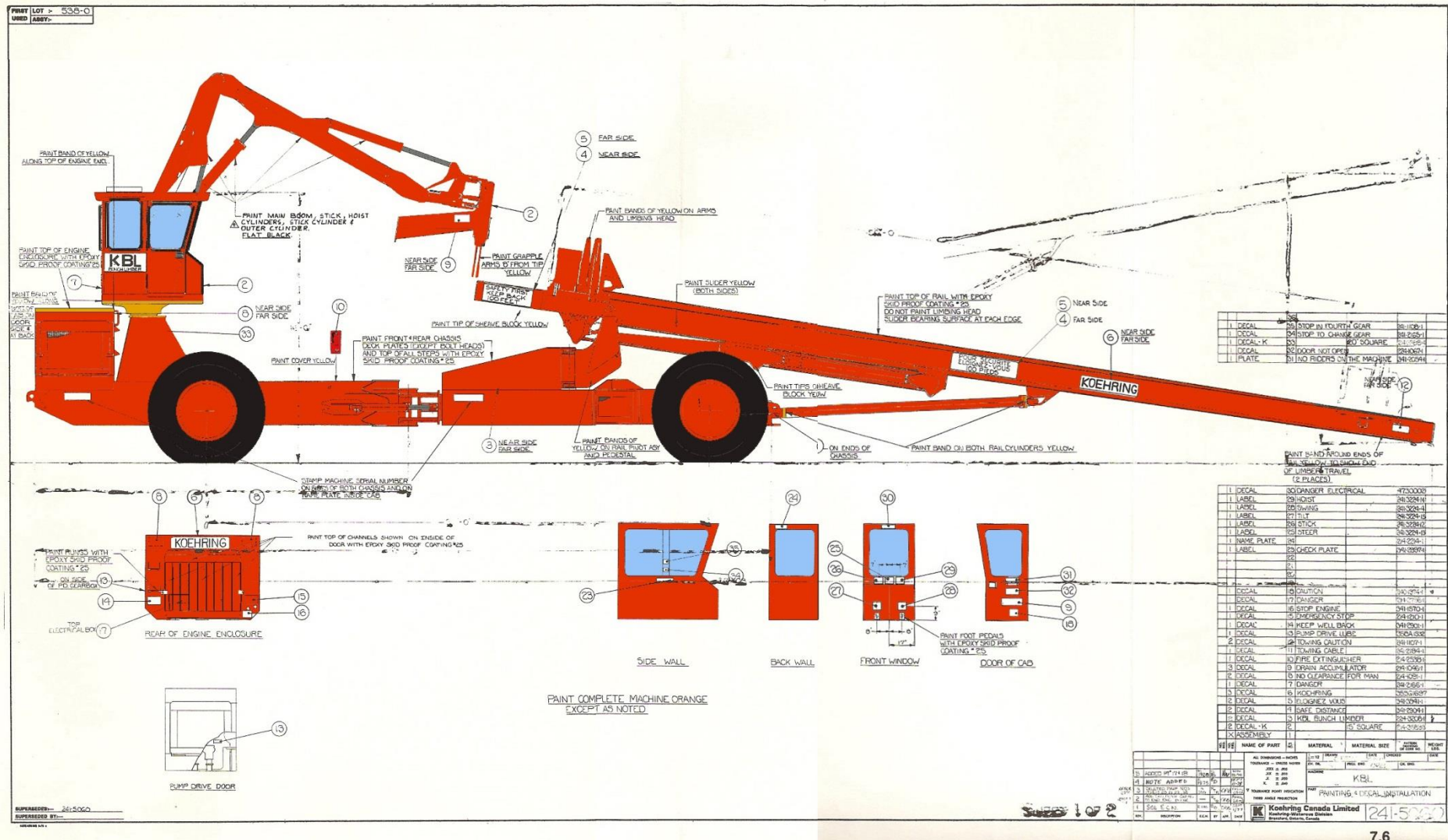
Biotruck 2000 járvapelletáló gép (Forrás: Gebreselassie, 2000)



Biotruck 2000 járvapelletáló gép működési vázrajza
(Forrás: Gebreselassie, 2000)



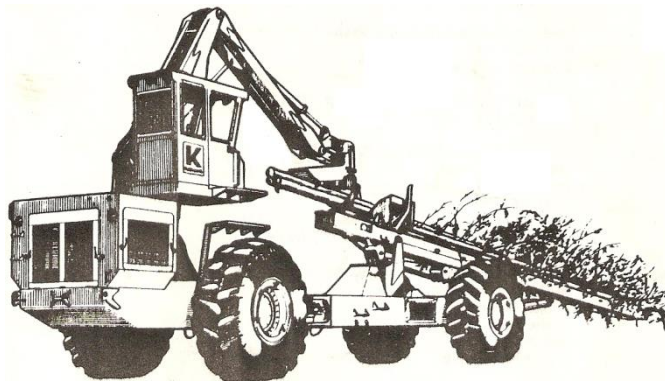
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



29. melléklet: KBL (Koehring Bunch Limber) gallyazó–rakásoló gép tervrajza (Forrás: Rempel, 2011, www.flickr.com)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



KBL Koehring Bunch Limber (Forrás: Koehring Ad, 1984; www.flickr.com)



Koehring K620DL (Forrás: equipmentimages.net; Rempel, 2011; www.flickr.com)



Kockums Logma 85-41 (1979) (Forrás: Kockums AB, 1979; www.elmia.se)



Logma T-310 (1973) (Forrás: Logma AB, 1973; www.elmia.se)

30. melléklet: Gallyazó–rakásoló gépek



31. melléklet: Valmet 880S/Pika 52 (1972) gallyazó–daraboló–előközelítő–rakásoló gép
(Forrás: www.forestry-memories.org.uk)



32. melléklet: Husqvarna Skotarprocessor SP 26 – Rottne (1977) gallyazó–daraboló–közelítő gép (Forrás: www.skogenbild.com; www.finna.fi)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



AKTIV Skotten 758 (1977) (Forrás: Aktiv, 1977; www.elmia.se)



Brunett 578P (1980) (Forrás: Brunnett, 1980; www.elmia.se)



Kockums 82-55 (1982) (Forrás: Forrás: Kockums AB, 1982; www.elmia.se)



ÖSA 706-250 (1981) Forrás: ÖSA AB, 1981; www.elmia.se

33. melléklet: Kétadapteres gallyazó–daraboló–osztályozó–rakásoló gépek



Kockums 822 (1978) (Forrás: www.forestry-memories.org.uk)



AKTIV Skotten 758 (1979) (Forrás: www.elmia.se)



Lokomo 919/750 (1982) (Forrás: Lokomo Oy, 1982; www.elmia.se)

34. melléklet: Egyadarteres gallyazó–daraboló–osztályozó–rakásoló gépek



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



ÖSA 710 (1972) (Forrás: ÖSA AB, 1972; www.elmia.se)



Volvo BM 985 TVIGG (1974-76)
(Forrás: www.volvoce.com)

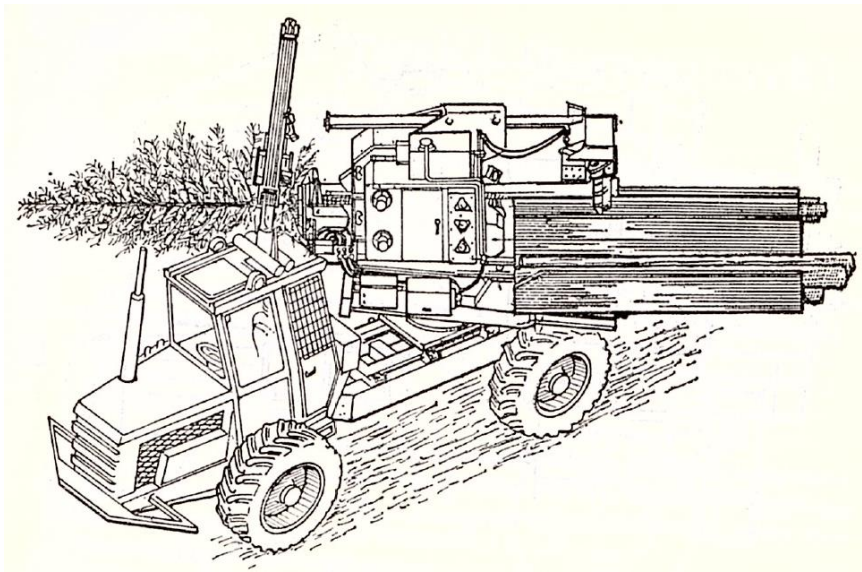


Volvo BM 980 (1973-77) (Forrás: www.volvoce.com)

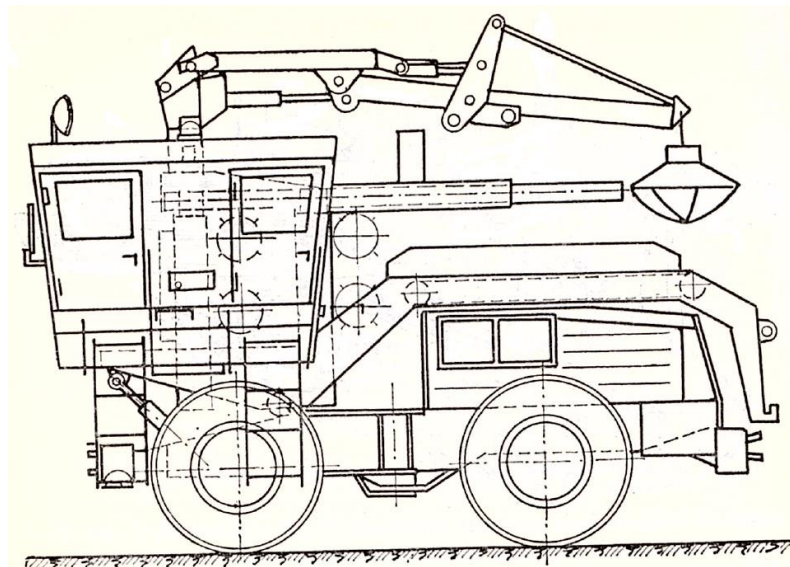


ÖSA 705/270 (1977) (Forrás: ÖSA AB, 1977; www.elmia.se)

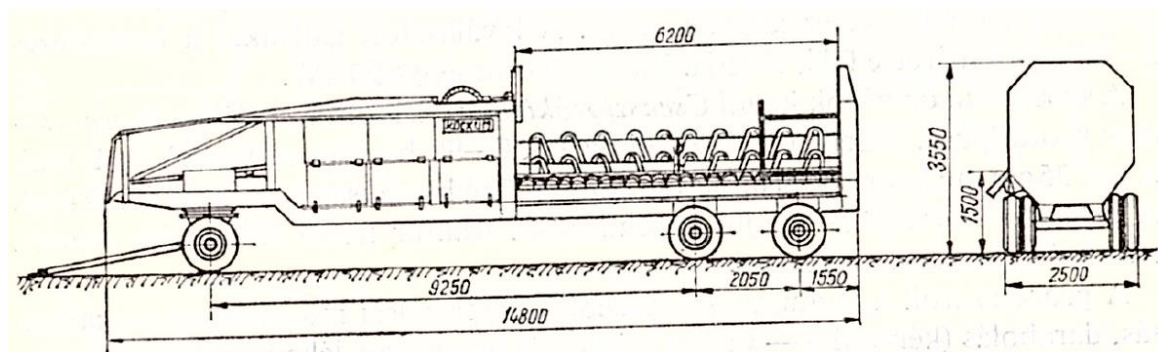
35. melléklet: Gallyazó–daraboló–osztályozó–előközelítő–rakásoló gépek



Riko processzor (Forrás: Bondor et al., 1979)



Limbac 45 processzor (Forrás: Bondor et al., 1979)



Kockums 76 BBK csoportos gallyzó-daraboló
(Forrás: Bondor et al., 1979)

36. melléklet: Gallyzó-kérgező-daraboló gépek



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Vékonyfa - kötegelő gépek csoportosítása						
Típus	Oldaltöltős vékonyfa - kötegelő gépek			Felültöltős vékonyfa - kötegelő		Típus
	Állítható köteghosszúságú		Fix köteghosszúságú	Fix köteghosszúságú	Állítható köteghosszúságú	
Kihordóra szerelt						Kihordó-vontatásra szerelt
						
Tehergépkocsira szerelt						Tehergépkocsira szerelt
Vontatott járműre szerelt						Önjáró

37. melléklet: Vékonyfa-kötegelő gépek csoportosítása (Forrás: Saját ábra)



38. melléklet: Aprító-bálázó gépek (Forrás: Saját kép, 2012.06.14.)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



39. melléklet: Forvarderek alkalmazása fakitermelésben *(Forrás: Saját szerkesztés)*



40. melléklet: Forvarderek alkalmazása faanyagmozgatásban *(Forrás: Saját szerkesztés)*



41. melléklet: Forvarderek alkalmazása aprításban *(Forrás: Saját szerkesztés)*



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



42. melléklet: Forvarderek alkalmazása vágástéri melléktermék kezelésében (Forrás: Saját szerkesztés)



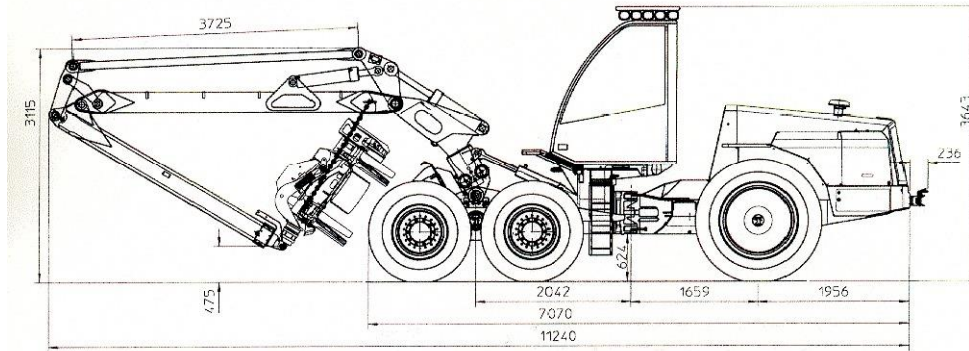
43. melléklet: Forvarderek alkalmazása erdőművelésben (Forrás: Saját szerkesztés)



44. melléklet: Forvarderek alkalmazása egyéb munkálatokban (Forrás: Saját szerkesztés)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



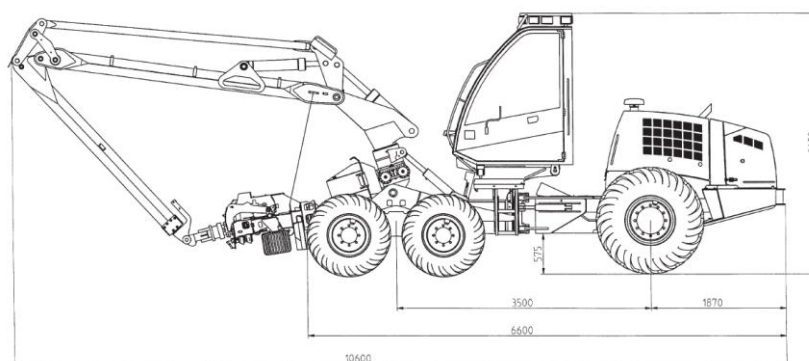
Timberjack 1270B harvester szerkezeti ábrája (Forrás: Timberjack, 1999)

Méreték	
Jellemző tömeg	15900 kg
Hossz	7070 mm
Szélesség	2680 - 2860 mm
Hasmagasság	624 mm
Járműmagasság	3650 mm
Motor	
Típus	Perkins 1306-8T1
Teljesítmény	152 kW
Nyomaték	847 Nm / 1600 rpm
Vonóerő	148 kN
Üzemanyagtank	465 l
Hidraulikus rendszer	
Ellenőrző rendszer	Timberjack TMC-System
Hidraulikus rendszer	Terhelésérzékelő hidraulikus rendszer nyomástartóval.
Üzemi nyomás	24 MPa
Olajtartály	250 l
Kerekek	
Elöl	600x26,5", 700x26,5" vagy 800x26,5"
Hátul	600x34", 700x34" vagy 800x34"
Daru	
Alkalmazható daruk	Timberjack L200
Harvester fej	
Alkalmazható harvester fejek	745, 746C, 755B, 762C

Timberjack 1270B technikai adatai (Forrás: Timberjack, 1999)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



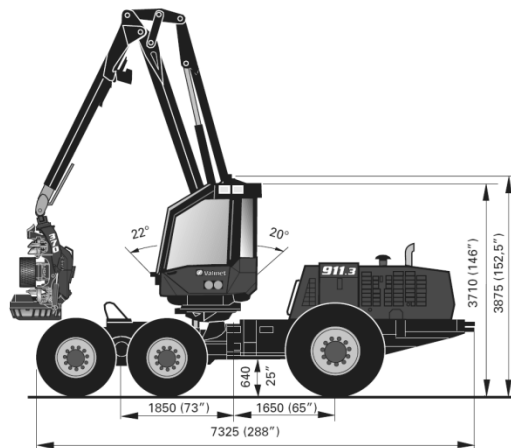
Timberjack 1070 harvester szerkezeti ábrája (Forrás: Timberjack, 1999)

Méretek	
Jellemző tömeg	13800 kg
Hossz	6600 mm
Szélesség	2620 - 2780 mm
Hasmagasság	570 mm
Járműmagasság	3620 mm
Motor	
Típus	6BTA5.9
Teljesítmény	123 kW
Nyomaték	694 Nm / 1500 rpm
Vonóerő	120 kN
Üzemanyagtank	300 l
Hidraulikus rendszer	
Ellenőrző rendszer	Timberjack TMC-System
Hidraulikus rendszer	Terhelésérzékelő hidraulikus rendszer.
Üzemi nyomás	24 MPa
Olajtartály	170 l
Kerekek	
Elöl	600x22,5", 700x22,5"
Hátul	650x26,5", 600x30,5"
Daru	
Alkalmazható daruk	TJ 180 H 83/97
Harvester fej	
Alkalmazható harvester fejek	742, 745, 752

Timberjack 1070 technikai adatai (Forrás: www.timberjack.com)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



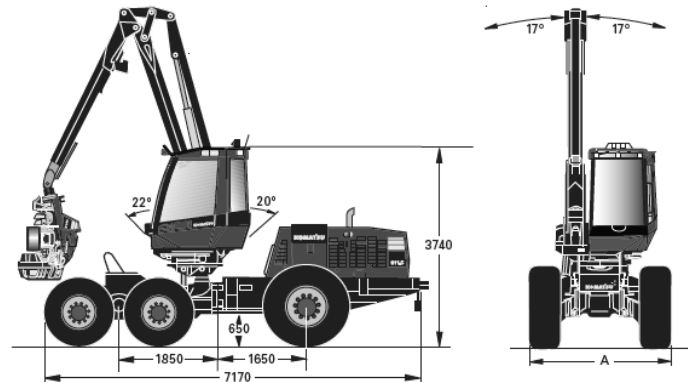
Valmet 911.3 harvester szerkezeti ábrája (Forrás: Valmet, 2005)

Méreték	
Hozzávetőleges tömeg	16300 kg
Hossz	7325 mm
Szélesség	2750 - 2900 mm
Hasmagasság	640 mm
Járműmagasság	3700 mm
Motor	
Típus	SISU Diesel 74 EWA
Teljesítmény	170 kW
Nyomaték	1000 Nm / 1400 – 1700 rpm
Vonóerő	133 kN
Üzemanyagtank	370 l
Hidraulikus rendszer	
Ellenőrző rendszer	MaxiHarvester
Hidraulikus rendszer	Terhelésérzékelő rendszer változtatható dugattyús szivattyúval.
Üzemi nyomás	25,5 MPa
Átfolyási sebesség	0-313 l/min, 1650 rpm
Kerekek	
Elöl	600/55x26,5", 700/50x26,5" vagy 710/45x26,5"
Hátul	600/65x34", 700/55x34" vagy 710/55 x34"
Daru	
Alkalmazható daruk	Valmet CRH 18
Harvester fej	
Alkalmazható harvester fejek	Valmet 360.2, Valmet 350

Valmet 911.3 többműveletes fakitermelő gép technikai adatai (Forrás: Valmet, 2005)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



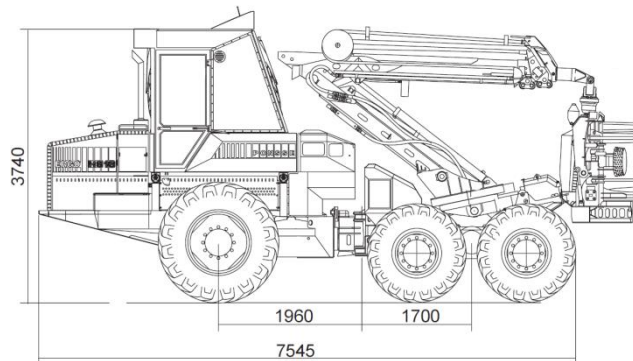
Komatsu 911.5 harvester szerkezeti ábrája (Forrás: Komatsu, 2014)

Méretek	
Minimum tömeg	17300 kg
Jellemző tömeg	19070 kg
Hossz	7170 mm
Szélesség	2730 - 2940 mm
Hasmagasság	650 mm
Járműmagasság	3740 mm
Motor	
Típus	74-AWI, 6 hengeres Common Rail turbós dízelmotor
Teljesítmény	170 kW (228 hp)
Nyomaték	1000 Nm / 1500 – 1700 rpm
Vonóerő	162 kN
Üzemanyagtank	370 l
Hidraulikus rendszer	
Ellenőrző rendszer	Maxi Harvester
Hidraulikus rendszer	Terhelésérzékelő rendszer változtatható dugattyús szivattyúval.
Üzemi nyomás	280 bar
Átfolyási sebesség	310 l/min, 1720 rpm
Olajtartály mérete	200 l
Kerekek	
Elöl	600/55x26,5" vagy 710/45x26,5"
Hátul	600/65x34", 700/55x34" vagy 710/55 x34"
Daru	
Alkalmazható daruk	CRH18, CRH 18DT
Harvester fej	
Alkalmazható harvester fejek	Komatsu 350.1, 360.2, 365

Komatsu 911.5 technikai adatai (Forrás: www.komatsu.hu)



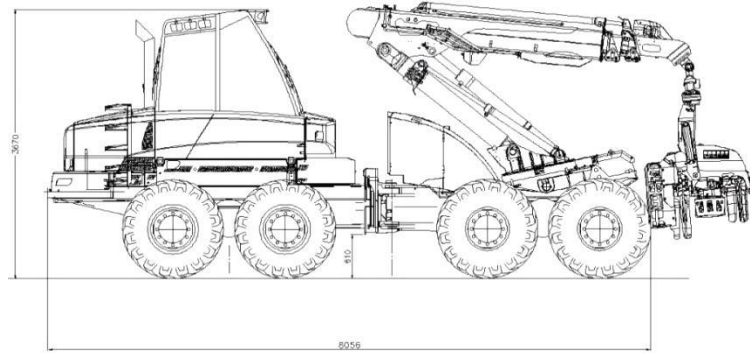
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Ponsse HS16 Ergo harvester szerkezeti ábrája (Forrás: Ponsse, 2000)

Méretek	
Jellemző tömeg	15400 kg
Hossz	7540 mm
Szélesség	2640 mm
Hasmagasság	610 mm
Járműmagasság	3740 mm
Motor	
Típus	CAT 3116 TA
Teljesítmény	157 kW
Nyomaték	815 Nm / 1450 rpm
Vonóerő	160 kN
Üzemanyagtank	230 l
Hidraulikus rendszer	
Ellenőrző rendszer	Ponsse Opti or Ponsse 1000
Hidraulikus körök	Külön hidraulikus áramkör a harvester fej és a daru részére
Harvester fej szivattyú	130 és 45 cm ³
Daru szivattyú	130 cm ³
Olajtartály	350 l
Kerekek	
Elöl	600x34"
Hátul	600x26,5"
Daru	
Alkalmazható daruk	Ponsse HN125
Harvester fej	
Alkalmazható harvester fejek	Ponsse H53, H60 vagy H73

Ponsse HS16 Ergo technikai adatai (Forrás: Ponsse, 2000)



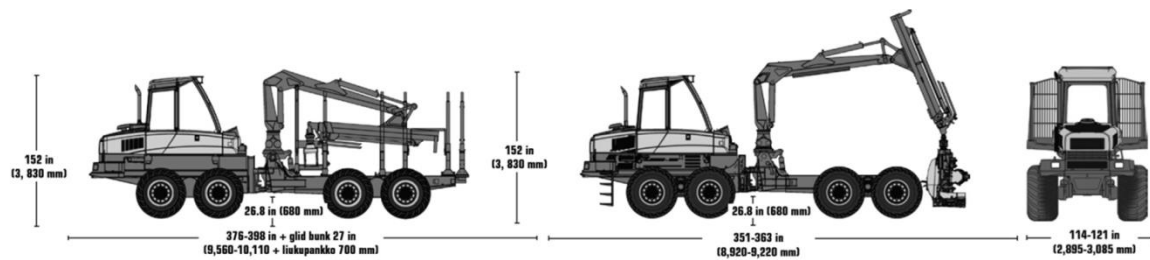
Ponsse Ergo 8WD harvester szerkezeti ábrája (Forrás: Ponsse, 2009)

Méretek	
Minimum tömeg	19900 kg
Jellemző tömeg	20500 kg
Hossz	8060 mm
Szélesség	2670 - 3100 mm
Hasmagasság	600 mm
Járműmagasság	3770 mm
Motor	
Típus	Mercedes - Benz OM906LA
Teljesítmény	205 kW (275 hp)
Nyomaték	1100 Nm / 1200 – 1500 rpm
Vonóerő	180 kN
Üzemanyagtank	400 l
Hidraulikus rendszer	
Ellenőrző rendszer	PONSSE OptiControl
Hidraulikus körök	Külön hidraulikus áramkör a harvester fej és a daru részére
Harvester fej szivattyú	190 cm ³
Daru szivattyú	145 cm ³
Olajtartály	350 l
Kerekek	
Elöl	600x26,5", 710x26,5", 800x26,5"
Hátul	600x26,5", 710x26,5", 800x26,5"
Daru	
Alkalmazható daruk	C4, C44
Harvester fej	
Alkalmazható harvester fejek	H5, H6, H7, H7euca

Ponsse Ergo 8WD technikai adatai (Forrás: Ponsse, 2009)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Ponsse Buffalo Dual harvester szerkezeti ábrája (Forrás: Ponsse, 2007)

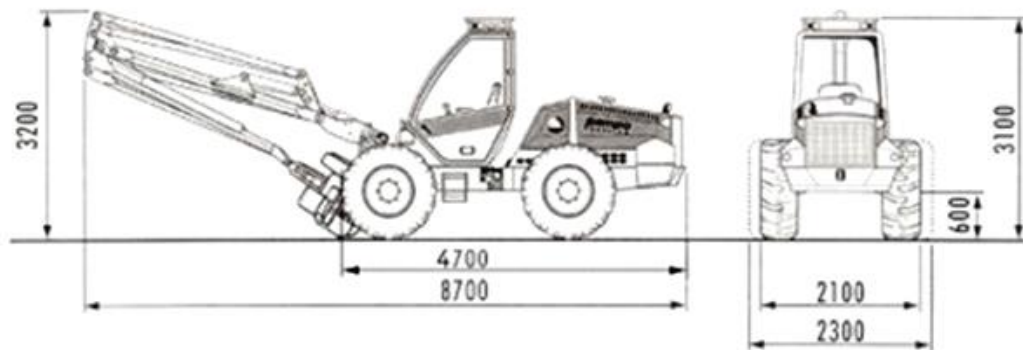
Méretek	
Jellemző tömeg (harvester)	18400 kg
Jellemző tömeg (forvarder)	19500 kg
Hossz (harvester)	8920 – 9220 mm
Hossz (forvarder)	9560 – 10110 mm
Szélesség	2895 - 3045 mm
Hasmagasság	680 mm
Járműmagasság	3860 mm
Kormányzási szög	44 fok
Fordulókör (rövid hátsó keret)	8,2 m
Harvester fej	
Típus	H5
Tömeg (kivitelről függően)	950 kg-tól
Behúzó rendszer	3 görgő
Behúzó erő	19 kN
Maximális nyithatóság	530 mm
Behúzó sebesség	0 – 6 m/s
Motor	
Típus	Mercedes – Benz OM906 LA
Teljesítmény	205 kW (275 hp)
Nyomaték	1100 Nm (1200 – 1600 rpm)
Vonóerő	180 kNm
Üzemanyagtank	200 l
Sebesség	0 – 28 km/h
Hidraulikus rendszer	
Ellenőrző rendszer	PONSSE OptiControl
Munkaszivattyú	190 cm ³
Olajtartály	170 l
Kerekek	
8 kerék, elől	710/45x26,5” vagy 800/40x26,5”
8 kerék, hátul	710/45x26,5” vagy 800/40x26,5”
Rakfelület	
Terhelhetőség	14000 kg
Alapterület	4,5 – 5,0 m ²
Hossz	4100 – 4660 mm + 700 mm kiterjeszthetőség

Ponsse Buffalo Dual technikai adatai (Forrás: Ponsse, 2007)

51. melléklet: Ponsse Buffalo Dual harvarder



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



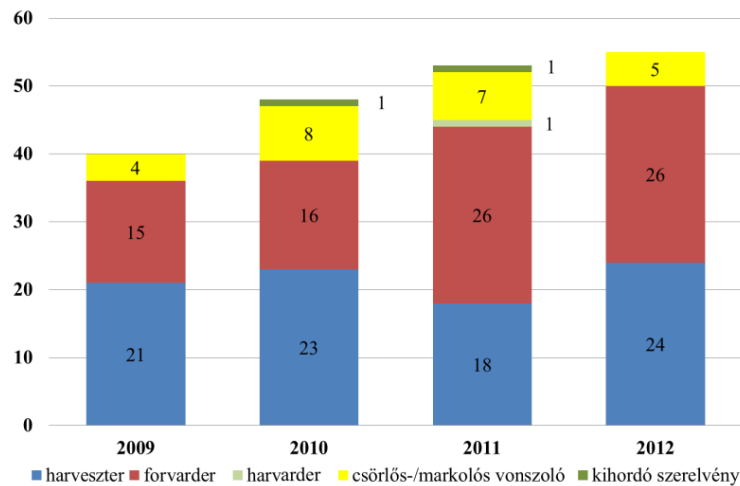
Sampo-Rosenlew 1046 Pro harvester szerkezeti ábrája
(Forrás: Sampo, 2012)

Méreték	
Minimum tömeg	8000 kg
Jellemző tömeg	10000 kg
Hossz	4900 mm
Szélesség	2100 - 3230 mm
Hasmagasság	600 mm
Járműmagasság	3100 mm
Motor	
Típus	SISU Diesel 44 CTA, 4 hengeres
Teljesítmény	84 kW
Nyomaték	500 Nm / 1500 – 2200 rpm
Üzemanyagtank	135 l
Hidraulikus rendszer	
Üzemi nyomás	210 bar
Átfolyási sebesség	240 l/min
Olajtartály mérete	115 l
Kerekek	
Elöl	500/60x26.5, 540/65x28, 600/55x26.5
Hátul	500/60x26.5, 540/65x28
Daru	
Alkalmazható daruk	Kesla H671
Harvester fej	
Alkalmazható harvester fejek	Keto 51, 51 Victor, 51 Supreme, 55 Supreme, Kesla RH18, Nisula 400H

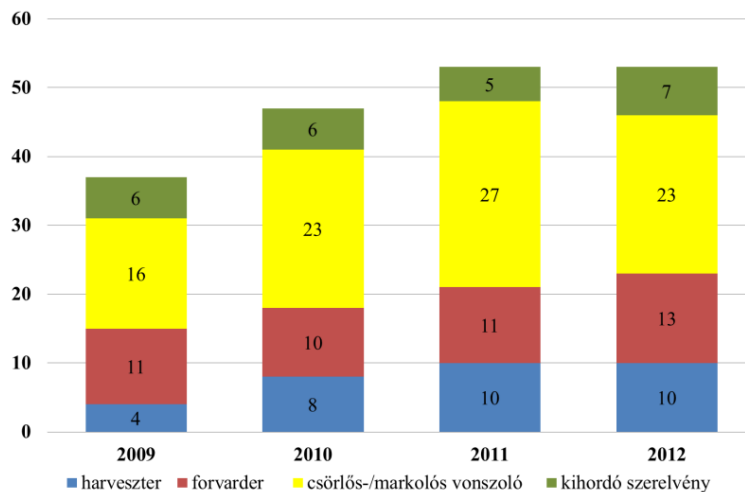
Sampo-Rosenlew 1046 Pro technikai adatai (Forrás: www.lunzer.at)



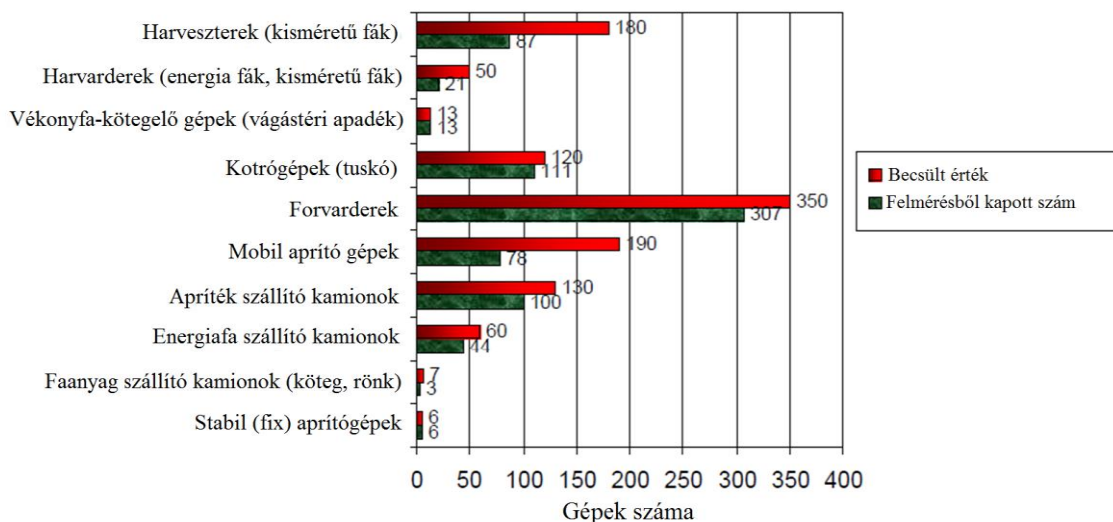
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



53. melléklet: Gépbeszerzések Ausztriában (Forrás: www.kwf-online.org)



54. melléklet: Gépbeszerzések Svájcban (Forrás: www.kwf-online.org)



55. melléklet: Aprítéktermelésben használt gépek száma, Finnország 2007 (Forrás: *Kärhä, 2007*)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

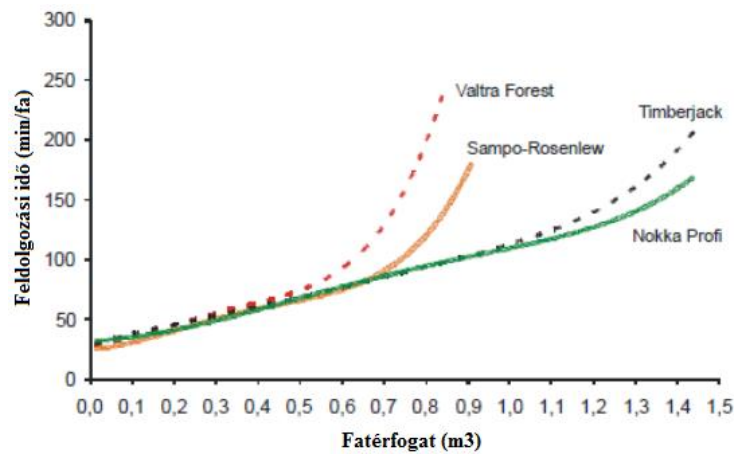


Lokomo Makeri 34 T
(Forrás: Kovács Szilveszter képe)

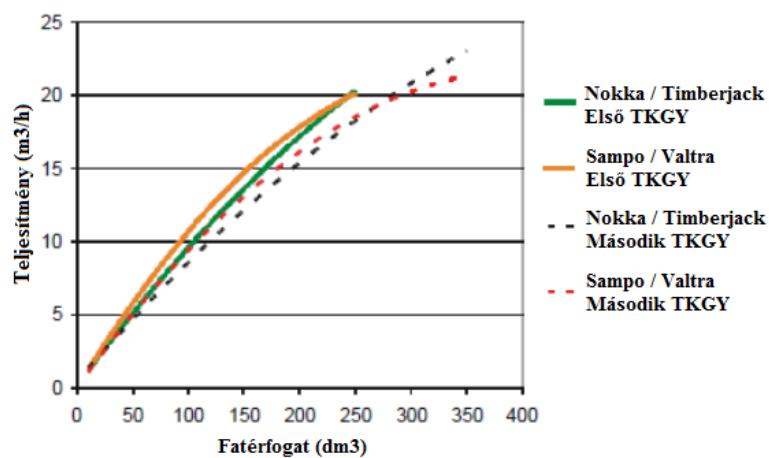


Clark-Bobcat 1075
(Forrás: Saját kép)

56. melléklet: Restaurált, régi fakitermelő gépek



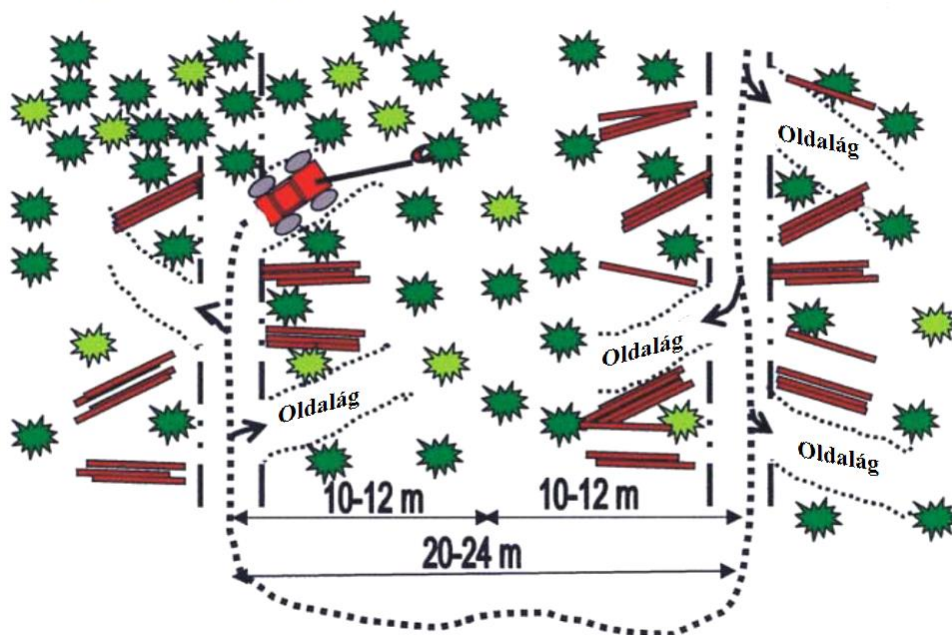
57. melléklet: Feldolgozási időszükséglet különböző fatérfogat mellett (Forrás: Kärhä et al., 2004)



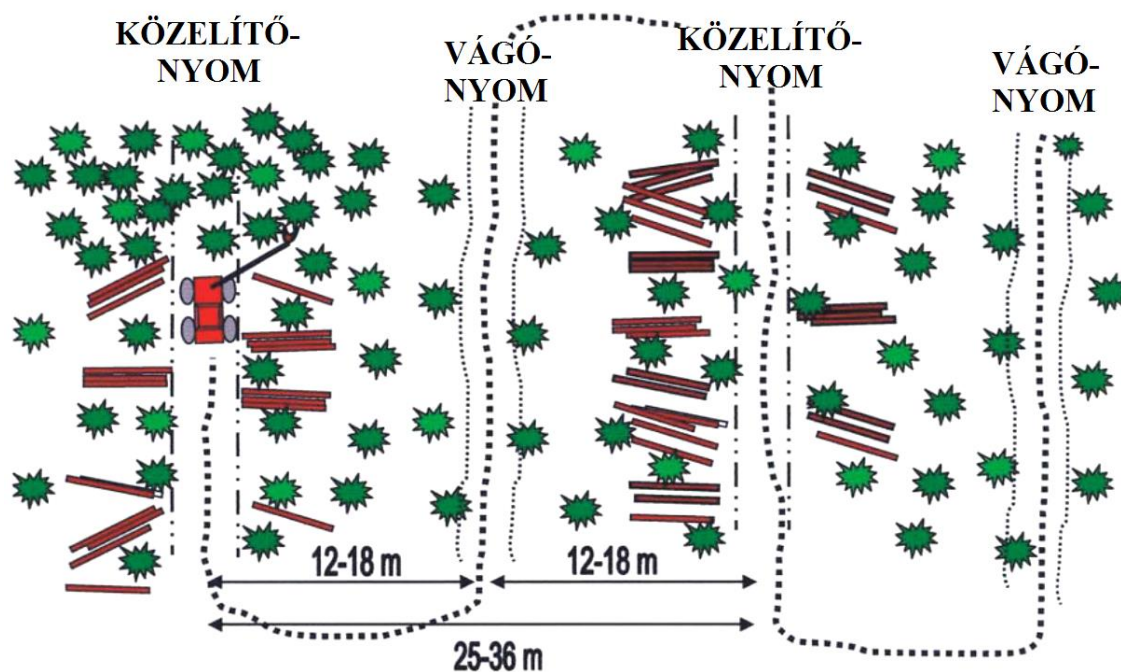
58. melléklet: Teljesítmények alakulása különböző fatérfogat mellett (Forrás: Kärhä et al., 2004)



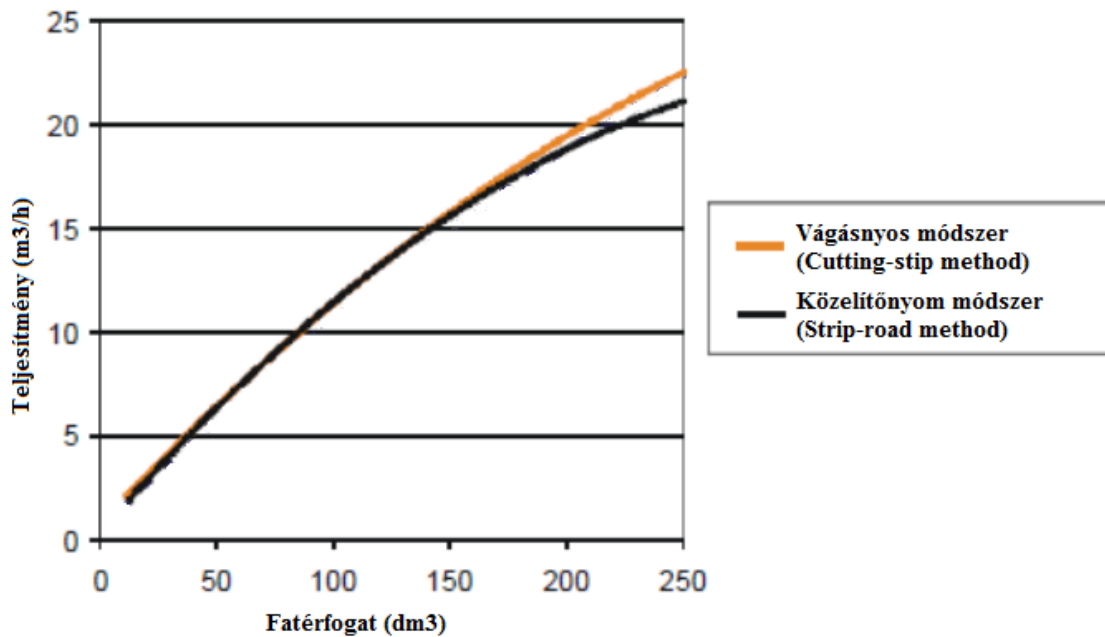
KÖZELÍTŐNYOM KÖZELÍTŐNYOM



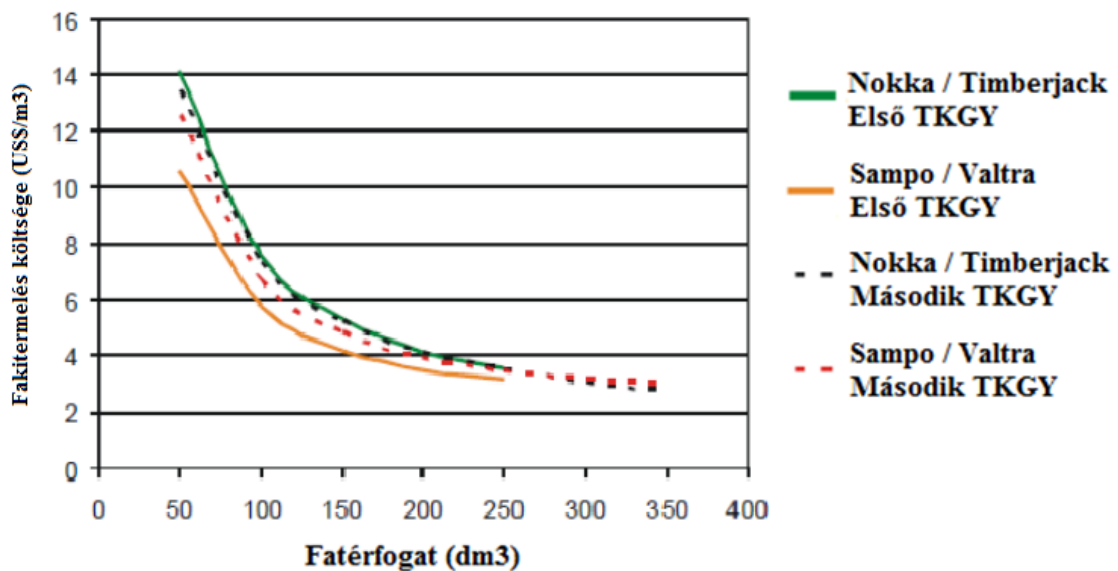
59. melléklet: Közelítőnyom (strip-road) módszer (Forrás: Kärhä et al., 2004)



60. melléklet: Vágónyom (cutting-strip) módszer (Forrás: Kärhä et al., 2004)



61. melléklet: Az Sampo Rosenlew 1046X harvester teljesítménye a törzs fatérfogatának függvényében, különböző munkamódszerekkel vizsgálva (Forrás: Kärhä et al., 2004)



62. melléklet: A vizsgált harvesterk kitermelési költségei a törzsek fatérfogatának függvényében, első és második gyérités során (Forrás: Kärhä et al., 2004)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



40 HW (Forrás: www.clt-technology.de)



Komatsu C202 (Forrás: www.komatsuforest.com)



Komatsu C202E (Forrás: www.komatsuforest.com)



Komatsu 378P
(Forrás: *Just Forest, 2011b*)



Ponsse HW60
(Forrás: www.ponsse-austria.com)



Ponsse H 60 BW
(Forrás: www.ponsse-austria.com)



Prentice PF-48
(Forrás: www.woodbusiness.ca)



Waratah H270
(Forrás: na.waratah.net)



Waratah HTH 622B
(Forrás: www.brandt.ca)

63. melléklet: Keménylombos állományok betakarítására alkalmas harveszterfejek



Harvesterfejek	Keményfa állomány		Eukaliptusz állomány	
	Kerekes harvester	Lánctalpas harvester	Kerekes harvester	Lánctalpas harvester
	HTH250-HD	HTH616C	H270	HTH616C
	H270	HTH618C	H215E	HTH618C
	H290	HTH622B		H270
		HTH623C		
		HTH624C		
		HTH626		
		HTH270		
		HTH290		

64. melléklet: Keménylombos és eukaliptusz állományokhoz ajánlott Waratah harvesterfejek (Forrás: www.waratah.net; Saját szerkesztés)



Komatsu 370E

(Forrás: www.komatsuforest.com)



Komatsu 378E

(Forrás: Just Forest, 2011c)



Ponsse H7euca

(Forrás: www.ponsse.com)



Ponsse H77euca

(Forrás: www.ponsse.com)



Eukaliptusz kitermelése

(Forrás: www.directindustry.es)

65. melléklet: Eukaliptusz ültetvények betakarítására alkalmas harvesterfejek (1)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



Monra 600 (Forrás: www.monraforestal.com)



Kesla 25 RHS II. EucaPro
(Forrás: www.kesla.com)



AFM 60 Euca
(Forrás: www.hakmet.com)



Log Max E6
(Forrás: www.logmax.com)



Waratah H270E (Forrás: www.directindustry.com)



SP 591 LX G2
(Forrás: www.spmaskiner.se)

66. melléklet: Eukaliptusz ültetvények betakarítására alkalmas harveszterfejek (2)



szimpla borda



kettős borda



fűrészkes borda

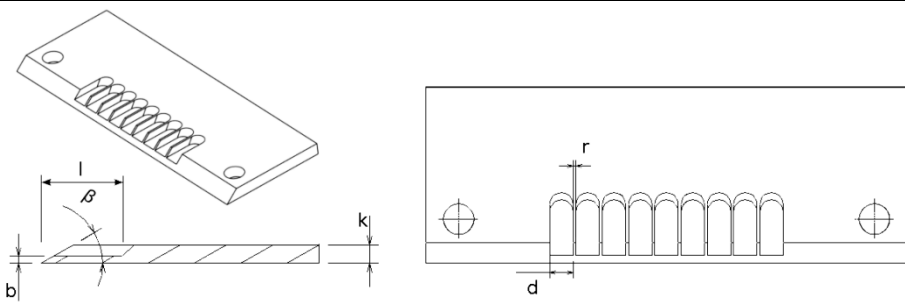


fogazott borda

67. melléklet: Kérgezésre alkalmas menesztő henger típusok (Forrás: www.scanforestry.com; kauppa.mense.fi)



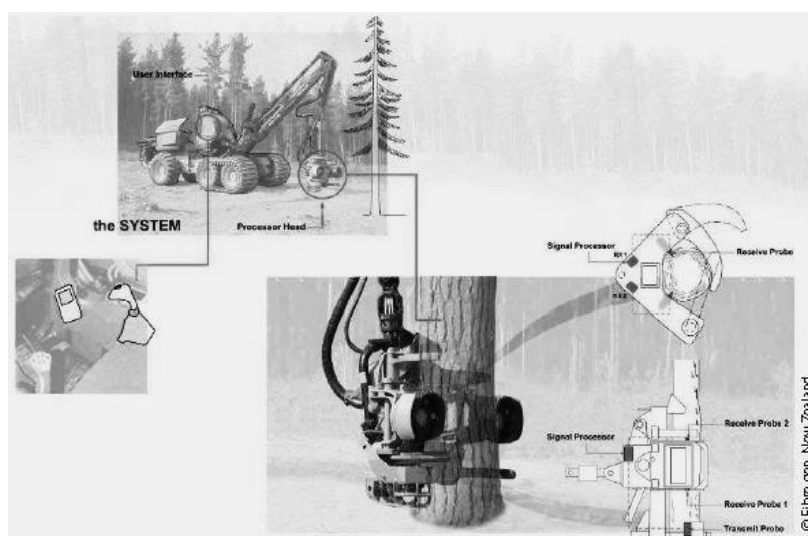
Kés paramétere ($\beta = 30^\circ$, $d = 16$ mm)	12-5-2-43 k-b-r-l	12-5-2-43 k-b-r-l	12-7-2-43 k-b-r-l	12-5-2-94 k-b-r-l	12-7-2-94 k-b-r-l
Teljesítménynövekedés	8%	23%	40%	32%	32%



68. melléklet: Bordás kés vizsgálata (Forrás: Dargnat et al., 2014; Saját szerkesztés)



69. melléklet: TP-Roller, nyitott menesztő henger (Forrás: www.ammattilehti.fi)



70. melléklet: Akusztikus faanyag kiértékelő rendszer harveszeteren (Forrás: Melvin 2009; www.forestry.gov.uk)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemeses fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

	Gyártó	Típus	Gyártás éve	Járószerk.	Alapgép	Tulajdonos	Állapot	Vásárlás helye	Vétel	Ela-dás	Vételár (MFT)	Telefonszám	Cégnév	Cím
1	Doosan 255 NLC + LogMax 7000B		2013	lánctalpas	földm.gép	Pendli István Attila	új	n.a.	2013	-	n.a.	30/566-06-68	vállalkozó	8790 Zalaszentgrót, Erzsébet királyné u. 4.
2	CAT	550 ???	n.a.	gumikerekes	spec. erd.	Rafaj József	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	vállalkozó	n.a.
3	John Deere	1470D	2005	gumikerekes	spec. erd.	Virág Tibor	használt	Ausztria	2005	-	n.a.	30/303-60-04	Hercules Bt.	3235 Mátrászentistván, Petőfi út 46.
4	Komatsu	911.5	2012	gumikerekes	spec. erd.	Jákli Csaba	új	Kuhn Kft.	2012	-	n.a.	30/217-81-05	6x6 Trans Kft.	8868 Letenye, Szabadság tér 11.
5	Königstiger	n.a.	2003	lánctalpas	spec. erd.	Balla Gábor	használt	Ausztria	2013	-	18	20/468-70-04	vállalkozó	Ipoly környéke
6	Ponsse	Buffalo Dual 8WD	2007	gumikerekes	spec. erd.	Varga István	bemutató gép	USA	n.a.	-	n.a.	30/237-56-80	vállalkozó	8109 Tés-Csőszpuszta 9.
7	Ponsse	Buffalo Dual 8WD	2013				új		2013	-	n.a.			
8	Ponsse	Buffalo Dual 8WD	2004	gumikerekes	spec. erd.	Tóbi István	használt	Forest power Kft.	2010	-	n.a.	30/338-15-53	Robusta Kft.	6033 Nyárlőrinc, II. kerület 162.
9	Ponsse	Ergo 8WD	2012				új		2012	-	125,56			
10	Ponsse	Ergo 6WD	2005	gumikerekes	spec. erd.	Mátyás Csaba	használt	Forest power Kft.	2013	-	n.a.	20/579-68-33	Mátyás Kft.	7356 Kismányok, 072 hrsz
11	Ponsse	Beaver	n.a.	gumikerekes	spec. erd.	Hamvasi Ferenc	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	30/458-38-46	Hamvasi és Fiai Erdészeti és Szolgáltató Kft.	8421 Zirc, Köves János utca 32.
12	Ponsse	HS 16 Ergo	1999				használt	Csehország	2008	-	31,3			
13	Sampo-Rosenlew	1046 Pro	2012	gumikerekes	spec. erd.	Zalaerdő Zrt.	új	Készenlét Zrt.	2012	-	n.a.	30/227-32-40	Zalaerdő Zrt.	8800 Nagykanizsa, Múzeum tér 6.
14	Silvatec	896 TH-H	2002	gumikerekes	spec. erd.	Vescan Kft.	n.a.	n.a.	2010	-	40	88/44-22-22	Vescan Kft.	8200 Veszprém, Házgyári út 16.
15	Skogsjan Caterpillar	695	1998	gumikerekes	spec. erd.	Ékes Zoltán	használt	Ausztria	n.a.	-	n.a.	30/927-40-02	vállalkozó	n.a.
16	Timberjack	1270B	1999						2006	-	22			
17	Timberjack	1270B	1999	gumikerekes	spec. erd.	Ruzsics József	használt	Ausztria	n.a.	-	n.a.	30/969-33-48	gépi és kézi fakitermelés	8960 Lenti, Kápolnai út 81.
18	Timberjack	1270B	2002	gumikerekes	spec. erd.	Hoffer Ákos	használt	Ausztria	2011	-	21	70/374-12-23	vállalkozó	8428 Borzavár, Fő út 24.
19	Timberjack	1270B	2000	gumikerekes	spec. erd.	Kiss Olivér	használt	Ausztria	2014	-	17	20/828-99-99	vállalkozó	8472 Nemesahany, Petőfi u. 41.
20	Timberjack	1070	n.a.	gumikerekes	spec. erd.	Csapó ????	használt	n.a.	n.a.	-	12,5	20/573-97-67	vállalkozó	Zirc környéke
21	Timberjack	1470D	n.a.	gumikerekes	spec. erd.	Fábian Árpád	használt	n.a.	n.a.	-	n.a.	20/973-47-36	Bioenergia - Massa Kft	9081 Győrújbarát Pándzsa út 1.
22	Timberjack	870	n.a.	gumikerekes	spec. erd.	Pilise Zsolt	használt	n.a.	2014	-	n.a.	30/252-40-88	vállalkozó	Zirc környéke
23	Valmet	911.3	2005	gumikerekes	spec. erd.	Bodor Károly	használt	Németország	2010	-	60	30/956-86-77	Ihartü-2000 Erdészeti és Faipari Kft.	8444 Szentgál, Vörösmarty u.38.
24	Valmet	911	2000	gumikerekes	spec. erd.	Honcsorov Attila	használt	Ausztria	n.a.	-	n.a.	30/937-87-81	Bakony - Forgács Kft.	8444 Szentgál, Nyírókerti ltp. 58.
25	Valmet	911	n.a.	gumikerekes	spec. erd.	Palásti-Kovács Imre	használt	n.a.	n.a.	-	n.a.	20/328-89-35	HEPIK Bt.	7626 Pécs, Katalin u. 23.
26	Valmet	901	n.a.	gumikerekes	spec. erd.	Dobos Mihály	használt	n.a.	n.a.	-	n.a.	70/229-82-68	vállalkozó	Kecskemét környéke ???
27	Valmet	901 II.	n.a.	gumikerekes	spec. erd.	Németh Szabolcs	használt	n.a.	n.a.	-	n.a.	20/464-80-48	vállalkozó	Gyepükaján Kossuth u. 37
28	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Orbán József	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	30/939-40-84	vállalkozó	8286 Gyulakeszi, Kossuth u. 64.
29	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	Holz hacker Kft.	6421 Kísszállás Tanya IV. körzet 47.
30	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	-	n.a.	n.a.	Stem	Bonyhád környéke
1	Ponsse	Ergo 6WD	2005	gumikerekes	spec. erd.	Tóbi István	használt	Németország	n.a.	n.a.	n.a.	30/338-15-53	Robusta Kft.	6033 Nyárlőrinc, II. kerület 162.
2	Timberjack	1070	2001	gumikerekes	spec. erd.	Kiss Olivér	használt	Ausztria	2013	2014	n.a.	20/828-99-99	vállalkozó	8471 Nemesahany, Petőfi u. 41.
3	Valmet	901 II.	1998	gumikerekes	spec. erd.	Honcsorov Attila	használt	n.a.	2009	n.a.	9	30/937-87-81	Bakony - Forgács Kft.	8445 Szentgál, Nyírókerti ltp. 58.

71. melléklet: Magyarországi fakitermelő vállalkozók és cégek tulajdonában lévő harveszterek (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

1. táblázat: Harveszterrel kitermelt faanyag mennyisége fajaj-csoportonkénti bontásban

Év	Beavatkozás	Harveszterrel kitermelt fatérfogat (m ³)							
		T	CS	B	A	EKL	NNY	ELL	FE
	TKGY								
	NFGY								
	FFV BV								
	FFV VV								
	TRV								
	EÜ								
	TKGY								
	NFGY								
	FFV BV								
	FFV VV								
	TRV								
	EÜ								
	TKGY								
	NFGY								
	FFV BV								
	FFV VV								
	TRV								
	EÜ								

TKGY: Törzskiválasztó gyérités

NFGY: Növedékfokozó gyérités

FFV BV: Fokozatos felújító vágás, bontó vágás

FFV VV: Fokozatos felújító vágás, végvágás

TRV: Tarvágás

EÜ: Egészségügyi termelés

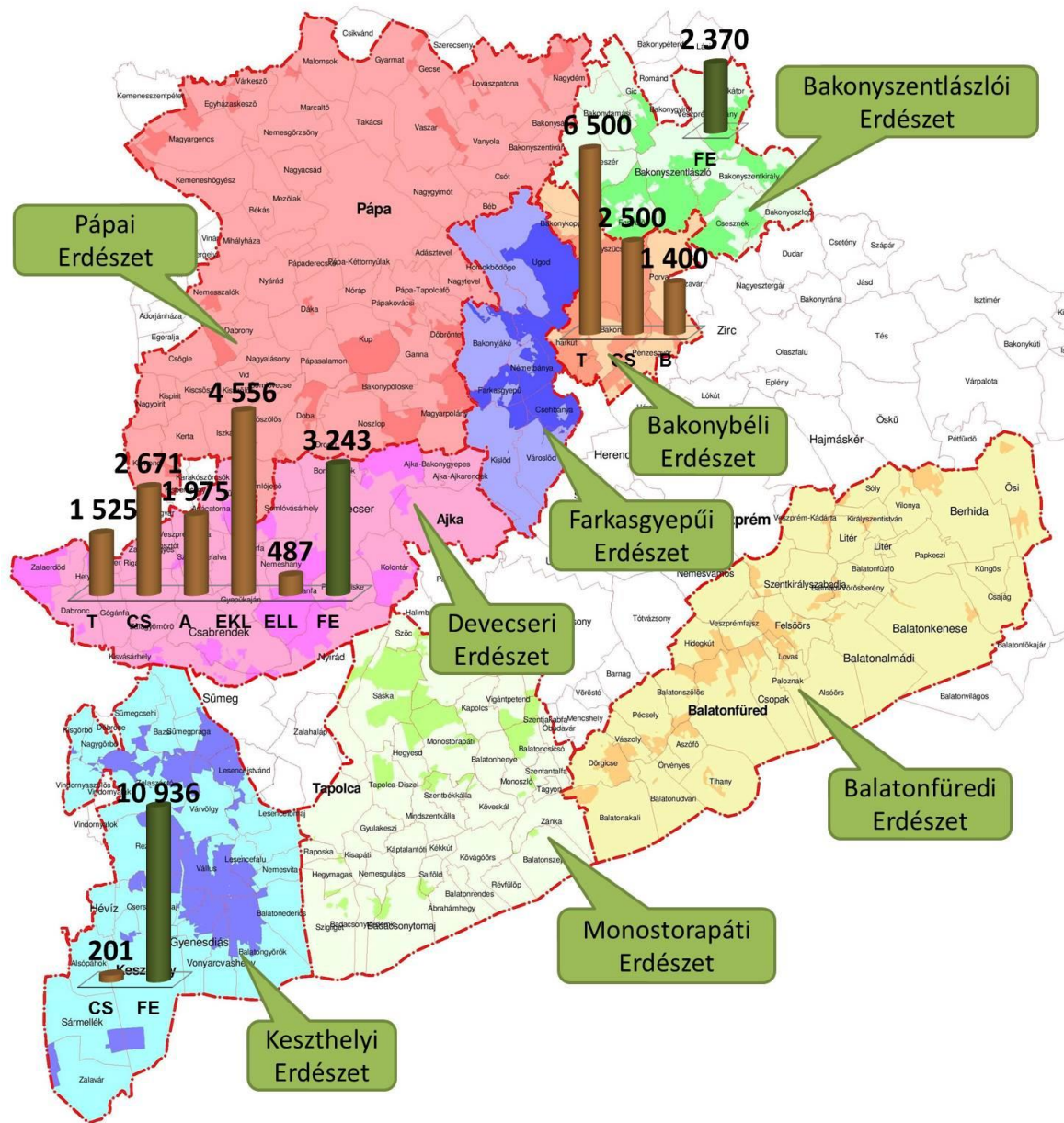
2. táblázat: Harveszterrel dolgozó fakitermelő vállalkozók

Géptípus	Géptulajdonos / vállalkozó adatai		
	Név	Cím	Elérhetőség

72. melléklet: Az állami erdőgazdaságok része küldött táblázatos kérdőív (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



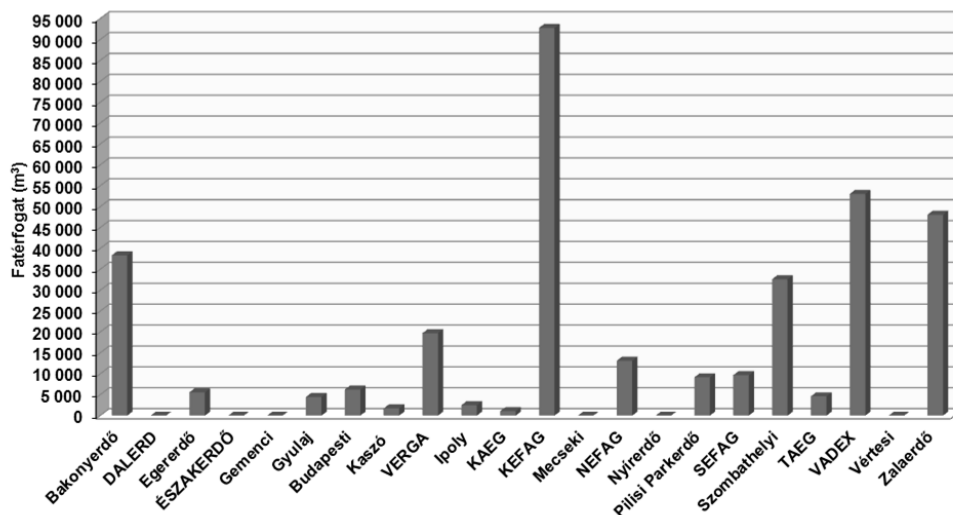
73. melléklet: A Bakonyerdő Zrt. harveszteres fakitermeléseinek (2011-2013) fajfajszintű megoszlása az egyes erdészetek között (Forrás: Saját szerkesztés)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Erdőgazdaságok	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Össz.
Bakonyerdő	0	0	0	0	0	2 500	9 608	26 257	0	38 365
DALERD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egererdő	0	0	0	0	0	0	0	5 580	0	5 580
ÉSZAKERDŐ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gemenci	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gyulaj	0	0	0	0	0	2 078	2 395	0	0	4 473
Budapesti	0	0	0	0	0	0	0	4 505	1 730	6 235
Kaszó	0	0	0	0	0	0	0	0	1 748	1 748
VERGA	0	0	1 750	2 400	3 324	2 185	7 219	2 862	0	19 740
Ipoly	0	0	0	0	0	0	0	0	2 485	2 485
KAEG	0	0	0	0	0	0	0	1 070	0	1 070
KEFAG	0	0	0	0	22 000	15 400	16 000	28 400	11 000	92 800
Mecseki	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEFAG	0	0	0	0	0	1 441	6 166	5 526	0	13 133
Nyírerdő	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pilis Parkerdő	0	0	0	0	0	0	1 315	4 150	3 710	9 175
SEFAG	0	0	0	0	716	0	4 750	4 210	0	9 676
Szombathelyi	0	0	5 277	7 352	4 491	2 723	4 296	8 512	0	32 651
TAEG	550	700	0	0	0	0	0	1 384	1 991	4 624
VADEX	0	0	0	0	4 202	4 694	5 374	18 383	20 412	53 064
Vértesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zalaerdő	0	0	0	0	0	0	8 373	32 890	6 819	48 082
Összesen	550	700	7 027	9 752	34 733	31 021	65 496	143 728	49 894	342 901

74. melléklet: Kitermelési adatok (m³) évenként, erdőgazdaságonként (Forrás: Saját adatok)



75. melléklet: Állami erdőgazdaságoknál 2006-2014 között harveszterrel kitermelt fatérfogat (m³) (Forrás: Saját adatok)

Beavatkozás	T	CS	B	A	EKL	NNY	ELL	Lomb	FE	Σ	Σ ₆	
Összesen	TKGY	688	928	0	68	169	1 878	172	3 903	2 756	6 659	342 901
	NFGY	1 850	8 749	11 953	190	9 095	702	1 245	33 785	2 047	35 832	
	FFV BV	3 654	13 924	6 775	149	3 082	0	194	27 775	11 030	38 805	
	FFV VV	1 835	14 670	4 909	31	3 523	0	93	25 060	99	25 159	
	TRV	5 320	6 222	482	5 607	2 349	5 610	1 293	26 883	134 654	161 537	
	EÜ	307	291	1 198	59	166	0	15	2 036	68 986	71 023	
	ET	0	0	0	0	0	0	78	78	3 808	3 886	

76. melléklet: 2006-2014 közötti kitermelési adatok (m³) (Forrás: Saját adatok)



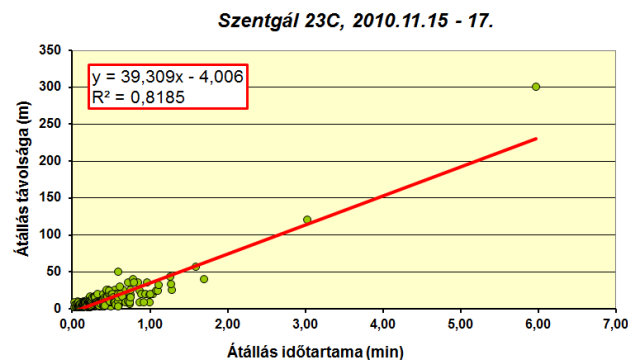
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



77. melléklet: Szentgál 23C erdőrésztlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Összesített időszerkezet					
Műveletelem	Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő	
				min	%
F	Fa felkeresése	58,64	5,2	425	0,14
D	Döntés, feldolgozás	529,16	46,7	456	1,16
Á	Átállás	140,41	12,4	398	0,35
CD	Csak döntés	0,00	0,0	0	0,0
G	Gallyanyag rendezése	127,13	11,2	294	0,43
R	Faanyag rendezése	4,90	0,4	19	0,26
P	Pihenő	171,15	15,1	6	28,53
K	Karbantartás	20,31	1,8	3	6,77
H	Hibaelhárítás	68,46	6,0	8	8,56
V	Várakozás	13,47	1,2	20	0,67
Összesen:		1133,63	100,0		

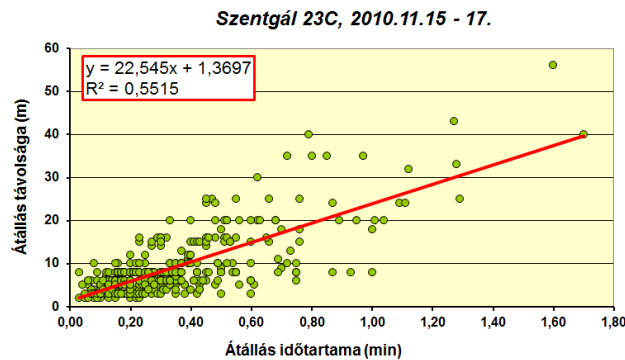
78. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)



79. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében (1), Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



80. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében (2), Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)

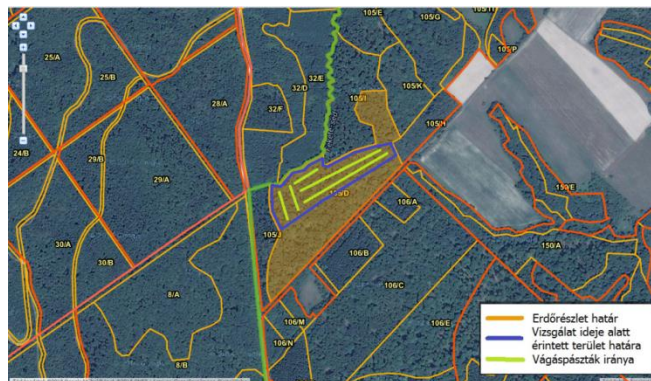
Napi teljesítmények		2010.11.15.	2010.11.16.	2010.11.16.
		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
Döntés	(F+D)	17,2	24,8	27,7
Fakitermelés	(F+D+Á)	14,4	20,6	21,0
Komplex fakitermelés	(F+D+CD+Á+G+R)	12,2	17,6	17,6
Várakozás nélküli időben	(Ö-V)	9,5	13,9	13,1
Teljes időben	(Ö)	9,3	13,8	13,0
Napi teljesítmények		2010.11.15.	2010.11.16.	2010.11.16.
		m ³ /műszak	m ³ /műszak	m ³ /műszak
Döntés	(F+D)	137,4	198,4	221,3
Fakitermelés	(F+D+Á)	115,0	165,0	167,8
Komplex fakitermelés	(F+D+CD+Á+G+R)	97,7	140,8	140,7
Várakozás nélküli időben	(Ö-V)	75,8	111,5	104,5
Teljes időben	(Ö)	74,3	110,4	103,8

81. melléklet: Valmet 911.3 harveszter napi teljesítmény adatai, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)

Fafajösszetétel					
Fafaj	CS	GY	VK	MJ	Össz.
db	410	4	8	3	425
%	96,5	0,9	1,9	0,7	100

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	208	49	Nem ágas	129	30	Nem villás	397	93
Síkgörbe	123	29	Kicsit ágas	206	48	Villás	28	7
Térgörbe	94	22	Közepesen ágas	73	17	Többszörösen villás	0	0
			Nagyon ágas	17	4			

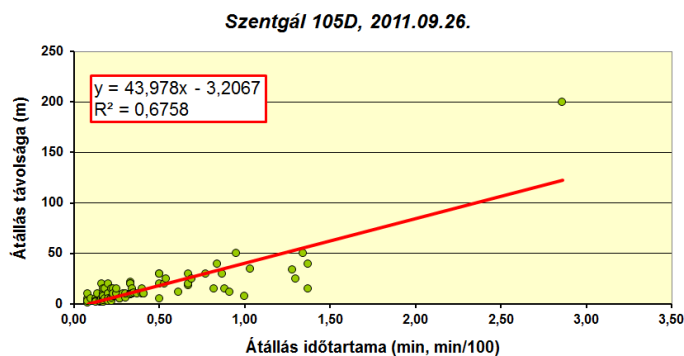
82. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Szentgál 23C (Forrás: Saját adatok)



83. melléklet: Szentgál 105D erdőrezslet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Időszerkezet					
Művelelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	15,01	3,4	103	0,15
D	Döntés, feldolgozás	222,91	50,7	119	1,87
Á	Átállás	38,81	8,8	92	0,42
CD	Csak döntés	5,34	1,2	5	1,07
G	Gallyanyag rendezése	24,78	5,6	39	0,64
R	Faanyag rendezése	10,58	2,4	18	0,59
P	Pihenő	35,50	8,1	1	35,50
K	Karbantartás	57,80	13,1	1	57,80
H	Hibaelhárítás	25,49	5,8	5	5,10
V	Várakozás	3,78	0,9	2	1,89
Összesen:		440,00	100,0		

84. melléklet: Munkaidő szerkezet, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok)



85. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Fafajösszetétel				
Fafaj	B	GY	KH	Össz.
db	13	84	2	99
%	13,1	84,8	2,0	100

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	88	89	Nem ágas	44	44	Nem villás	79	71
Síkgörbe	11	11	Kicsit ágas	44	44	Villás	29	29
Térgörbe	0	0	Közepesen ágas	10	10	Többszörösen villás	0	0
			Nagyon ágas	1	1			

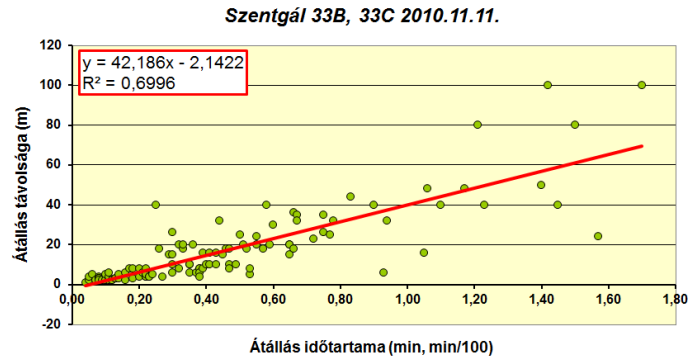
86. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Szentgál 105D (Forrás: Saját adatok)



87. melléklet: Szentgál 33B és C erdőrésztlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Időszerkezet					
Művelelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	4,47	1,1	108	0,04
D	Döntés, feldolgozás	200,42	50,1	156	1,28
Á	Átállás	88,14	22,0	120	0,73
CD	Csak döntés	0,00	0,0	0	0,00
G	Gallyanyag rendezése	16,57	4,1	56	0,30
R	Faanyag rendezése	3,69	0,9	10	0,37
P	Pihenő	68,72	17,2	4	17,18
K	Karbantartás	1,52	0,4	1	1,52
H	Hibaelhárítás	13,26	3,3	4	3,31
V	Várakozás	2,94	0,7	6	0,49
Összesen:		399,73	100,0		

88. melléklet: Munkaidő szerkezet, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok)

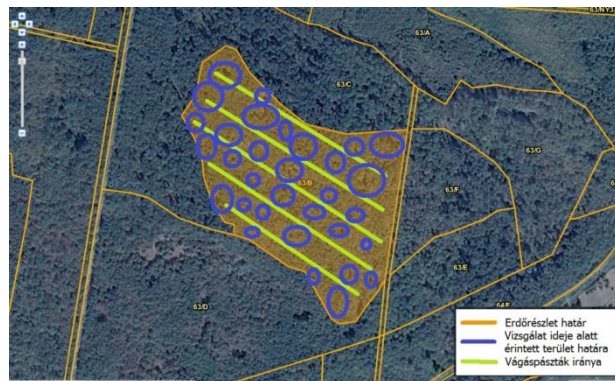


89. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Szentgál 33B és C
(Forrás: Saját adatok)

Fafajösszetétel					
Fafaj	CS	B	GY	MCS	Össz
db	53	36	13	7	109
%	48,6	33,0	11,9	6,4	100

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	80	73	Nem ágas	45	41	Nem villás	76	70
Síkgörbe	19	17	Kicsit ágas	25	23	Villás	32	29
Térgörbe	10	9	Közepesen ágas	33	30	Többszörösen villás	1	1
			Nagyon ágas	6	6			

90. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Szentgál 33B és C (Forrás: Saját adatok)



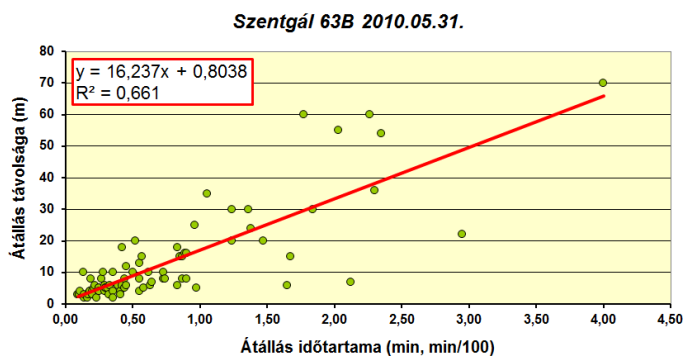
91. melléklet: Szentgál 63B erdőrésztlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Időszerkezet					
Műveletem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	11,41	3,7	79	0,14
D	Döntés, feldolgozás	175,61	56,3	129	1,36
Á	Átállás	60,73	19,5	82	0,74
CD	Csak döntés	0,00	0,0	0	0,00
G	Gallyanyag rendezése	27,57	8,8	57	0,48
R	Faanyag rendezése	5,41	1,7	14	0,39
P	Pihenő	23,52	7,5	2	11,76
K	Karbantartás	0,00	0,0	0	0,00
H	Hibaelhárítás	6,03	1,9	3	2,01
V	Várakozás	1,60	0,5	7	0,23
Összesen:		311,88	100,0		

92. melléklet: Munkaidő szerkezet, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)



93. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)

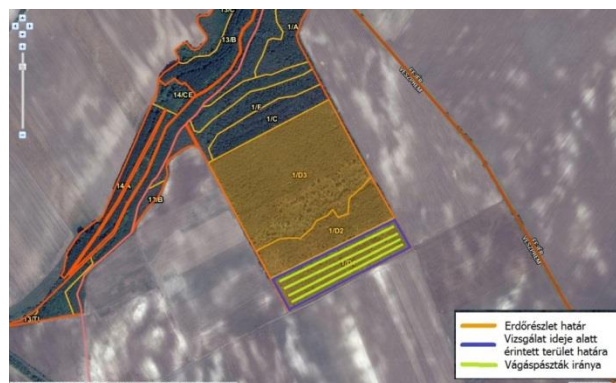
Fafajösszetétel					
Fafaj	CS	B	GY	MJ	Össz
db	35	36	6	2	79
%	44,3	45,6	7,6	2,5	100

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	48	61	Nem ágas	37	47	Nem villás	65	82
Síkgörbe	14	18	Kicsit ágas	30	38	Villás	14	18
Térgörbe	17	22	Közepesen ágas	9	11	Többszörösen villás	0	0
			Nagyon ágas	3	4			

94. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Szentgál 63B (Forrás: Saját adatok)



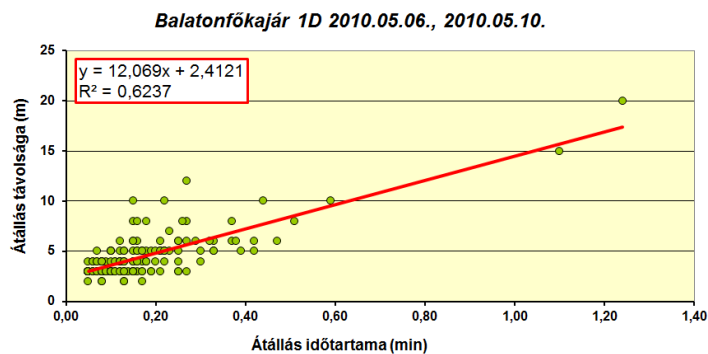
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



95. melléklet: Balatonfőkajár 1D erdő részlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Összesített idő szerkezet					
Műveletem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	37,48	5,4	304	0,12
D	Döntés, feldolgozás	288,47	41,3	327	0,88
Á	Átállítás	26,91	3,9	151	0,18
CD	Csak döntés	23,42	3,4	53	0,44
G	Gallyanyag rendezése	159,73	22,9	235	0,68
R	Faanyag rendezése	23,41	3,4	51	0,46
P	Pihenő	71,40	10,2	3	23,80
K	Karbantartás	12,46	1,8	3	4,15
H	Hibaelhárítás	22,39	3,2	5	4,48
V	Várakozás	32,80	4,7	10	3,28
Összesen:		698,47	100,0		

96. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Balatonfőkajár 1D (Valmet 911.3)
(Forrás: Saját adatok)



97. melléklet: Az átállítások időtartama távolság függvényében, Balatonfőkajár 1D
(Forrás: Saját adatok)



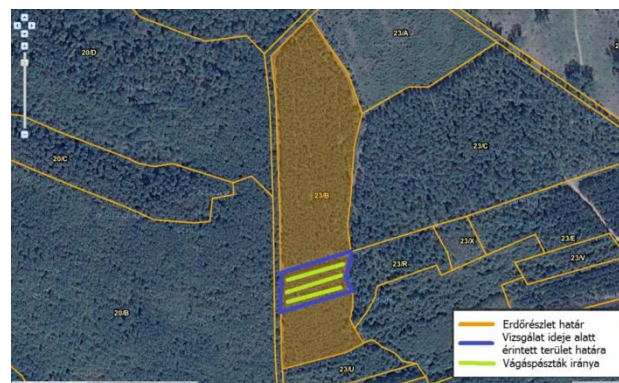
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Napi teljesítmények		2010.05.06.	2010.05.10.	2010.05.06.	2010.05.10.
		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /műszak	m ³ /műszak
Döntés	(F+D)	9,76	8,69	78,09	69,56
Fakitermelés	(F+D+Á)	9,02	8,03	72,19	64,21
Komplex fakitermelés	(F+D+CD+Á+G+R)	5,72	5,05	45,73	40,36
Várakozás nélküli időben	(Ö-V)	4,90	4,18	39,17	33,42
Teljes időben	(Ö)	4,58	4,04	36,63	32,32

98. melléklet: Valmet 911.3 harvester napi teljesítmény adatai, Balatonfőkajár 1D
(Forrás: Saját adatok)

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	212	70	Nem ágas	154	51	Nem villás	260	86
Síkgörbe	51	17	Kicsit ágas	81	27	Villás	41	14
Térgörbe	40	13	Közepesen ágas	62	20	Többszörösen villás	2	1
			Nagyon ágas	6	2			

99. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)



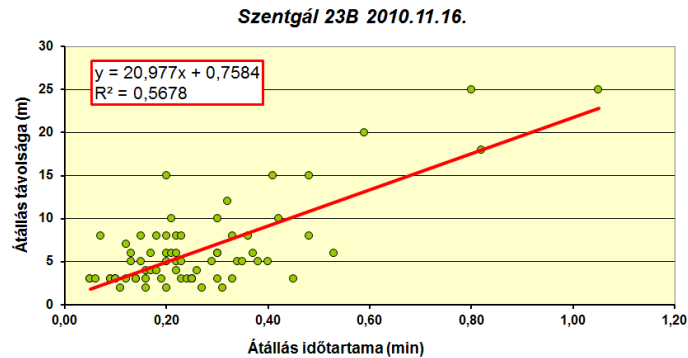
100. melléklet: Szentgál 23B erdőrésztlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Időszerkezet					
Műveletelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	17,83	17,0	138	0,13
D	Döntés, feldolgozás	58,21	55,5	138	0,42
Á	Átállítás	19,04	18,1	72	0,26
CD	Csak döntés	0,00	0,0	0	0,0
G	Gallyanyag rendezése	7,85	7,5	42	0,19
R	Faanyag rendezése	0,32	0,3	2	0,16
P	Pihenő	0,00	0,0	0	0,0
K	Karbantartás	0,00	0,0	0	0,0
H	Hibaelhárítás	0,00	0,0	0	0,0
V	Várakozás	1,68	1,6	6	0,28
Összesen:		104,93	100,0		

101. melléklet: Munkaidő szerkezet, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



102. melléklet: Átállások időtartama, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok)

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	124	92	Nem ágas	55	41	Nem villás	124	92
Síkgörbe	7	5	Kicsit ágas	59	44	Villás	11	8
Térgörbe	4	3	Közepesen ágas	21	16	Többszörösen villás	0	0
			Nagyon ágas	0	0			

103. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Szentgál 23B (Forrás: Saját adatok)



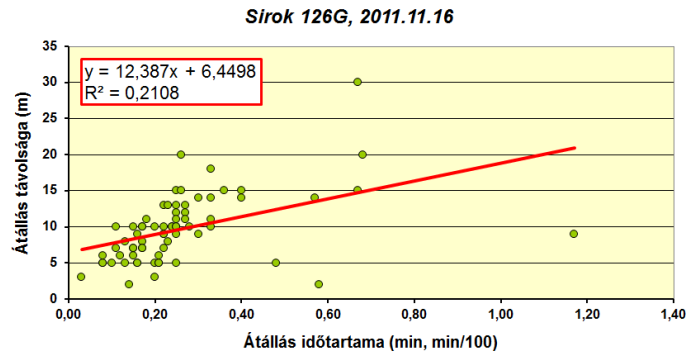
104. melléklet: Sirok 126G erdőrezlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Időszerkezet					
Művelelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	29,26	12,9	254	0,12
D	Döntés, feldolgozás	124,40	54,9	256	0,49
Á	Átállás	18,00	7,9	69	0,26
CD	Csak döntés	0,00	0,0	0	0,00
G	Gallyanyag rendezése	9,31	4,1	32	0,29
R	Faanyag rendezése	2,52	1,1	6	0,42
P	Pihenő	1,41	0,6	1	1,41
K	Karbantartás	0,00	0,0	0	0,00
H	Hibaelhárítás	41,73	18,4	2	20,87
V	Várakozás	0,00	0,0	0	0,00
Összesen:		226,63	100,0		

105. melléklet: Munkaidő szerkezet, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)



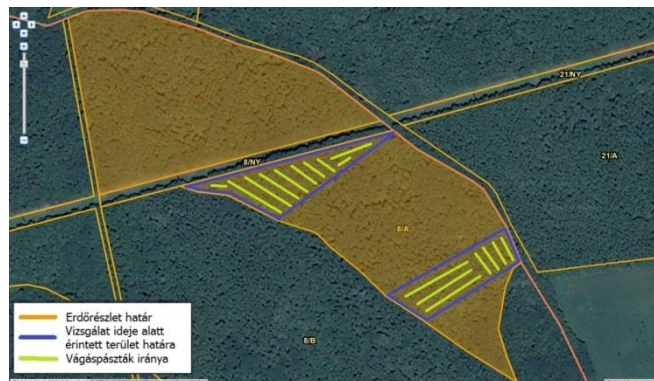
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



106. melléklet: Átállások időtartama, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	255	100	Nem ágas	195	76	Nem villás	238	93
Síkgörbe	1	0	Kicsit ágas	58	23	Villás	17	7
Térgörbe	0	0	Közepesen ágas	3	1	Többszörösen villás	0	0
			Nagyon ágas	0	0			

107. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Sirok 126G (Forrás: Saját adatok)



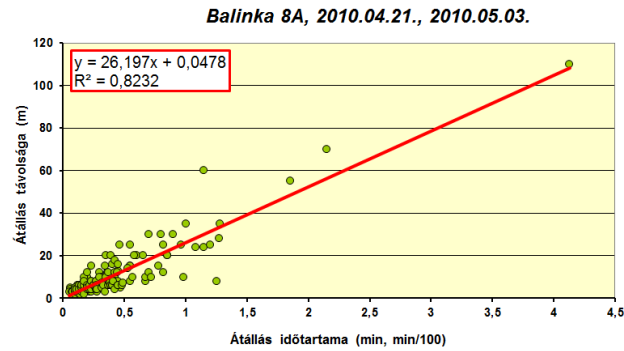
108. melléklet: Balinka 8A erdőrézlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Összesített időszerkezet					
Műveletem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	21,13	3,5	203	0,10
D	Döntés, feldolgozás	222,81	37,0	215	1,04
Á	Átállás	68,76	11,4	174	0,40
CD	Csak döntés	2,86	0,5	4	0,72
G	Gallyanyag rendezése	1,90	0,3	6	0,32
R	Faanyag rendezése	0,00	0,0	0	0,00
P	Pihenő	17,86	3,0	2	8,93
K	Karbantartás	0,00	0,0	0	0,00
H	Hibaelhárítás	256,58	42,6	13	19,74
V	Várakozás	10,42	1,7	10	1,04
Összesen:		602,32	100,0		

109. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

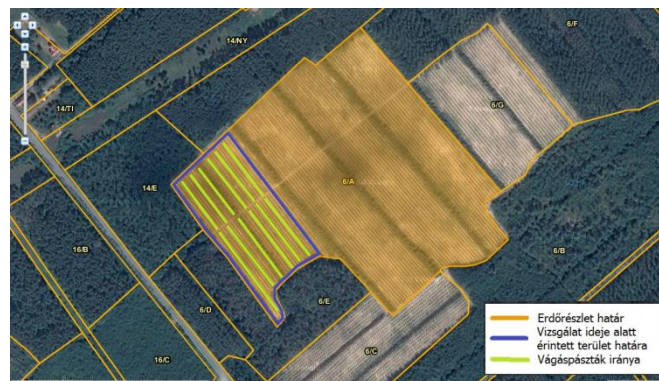


110. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok)

Fafajösszetétel							
Fafaj	B	CS	GY	NH	MJ	HSZ	Össz.
db	55	67	67	9	2	1	201
%	27,4	33,3	33,3	4,5	1,0	0,5	100

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	83	41	Nem ágas	111	55	Nem villás	184	92
Síkgörbe	57	28	Kicsit ágas	43	21	Villás	17	8
Térgörbe	61	30	Közepesen ágas	44	22	Többszörösen villás	0	0
			Nagyon ágas	3	1			

111. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Balinka 8A (Forrás: Saját adatok)



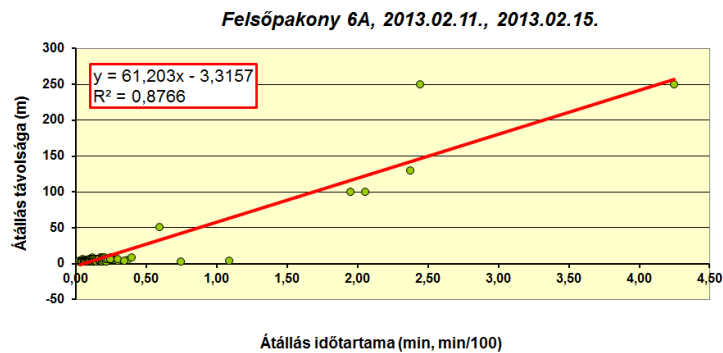
112. melléklet: Felsőpakony 6A erdőrezlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Összesített időszerkezet					
Művelelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	51,48	7,0	502	0,10
D	Döntés, feldolgozás	512,09	69,9	504	1,02
Á	Átállítás	44,03	6,0	269	0,16
CD	Csak döntés	0,00	0,0	0	0,00
G	Gallyanyag rendezése	45,55	6,2	97	0,47
R	Faanyag rendezése	0,00	0,0	0	0,00
P	Pihenő	21,32	2,9	3	7,11
K	Karbantartás	19,62	2,7	3	6,54
H	Hibaelhárítás	4,97	0,7	4	1,24
V	Várakozás	33,29	4,5	3	11,10
Összesen:		732,35	100,0		

113. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok)



114. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok)

Napi teljesítmények		2013.02.11.	2013.02.15.	2013.02.11.	2013.02.15.
		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /műszak	m ³ /műszak
Döntés	(F+D)	41,62	43,18	332,97	345,41
Fakitermelés	(F+D+Á)	39,13	39,51	313,06	316,08
Komplex fakitermelés	(F+D+CD+Á+G+R)	36,22	36,94	289,74	295,54
Várakozás nélküli időben	(Ö-V)	34,50	33,87	276,00	270,97
Teljes időben	(Ö)	31,67	33,61	253,38	268,86

115. melléklet: Ponsse Ergo 8WD harvester napi teljesítmény adatai, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok)

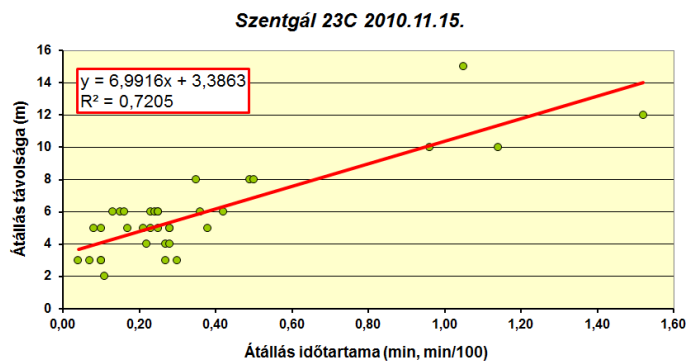
Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	504	100	Nem ágas	0	0	Nem villás	501	99
Síkgörbe	0	0	Kicsit ágas	467	93	Villás	3	1
Térgörbe	0	0	Közepesen ágas	33	7	Többszörösen villás	0	0
			Nagyon ágas	4	1			

116. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Felsőpakony 6A (Forrás: Saját adatok)



Időszerkezet					
Művelelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	34,13	12,9	90	0,38
D	Döntés, feldolgozás	113,35	43,0	93	1,22
Á	Átállítás	11,94	4,5	35	0,34
CD	Csak döntés	8,95	3,4	12	0,75
G	Gallyanyag rendezése	77,94	29,5	46	1,69
R	Faanyag rendezése	3,15	1,2	1	3,15
P	Pihenő	6,83	2,6	1	6,83
K	Karbantartás	0,00	0,0	0	0,00
H	Hibaelhárítás	3,97	1,5	1	3,97
V	Várakozás	3,61	1,4	5	0,72
Összesen:		263,87	100,0		

117. melléklet: Munkaidő szerkezet, Balatonfőkajár 1D (Silvatec 896 TH-H) (Forrás: Saját adatok)



118. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	55	61	Nem ágas	39	43	Nem villás	70	78
Síkgörbe	21	23	Kicsit ágas	34	38	Villás	19	21
Térgörbe	14	16	Közepesen ágas	16	18	Többszörösen villás	1	1
			Nagyon ágas	1	1			

119. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Balatonfőkajár 1D (Forrás: Saját adatok)



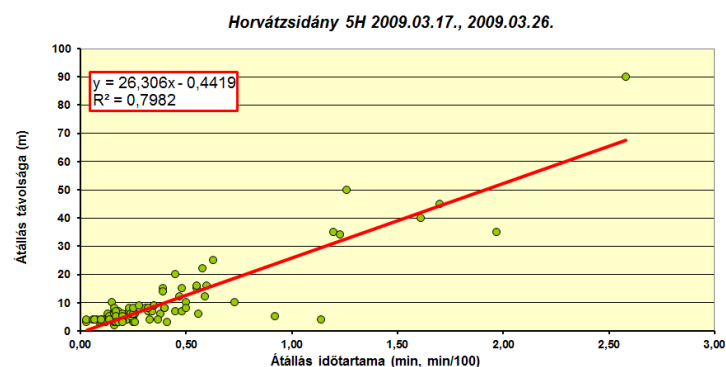
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



120. melléklet: Horvátzsídány 5H erdőrezlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Összesített időszerkezet					
Műveletelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	30,70	4,5	209	0,15
D	Döntés, feldolgozás	333,49	48,7	208	1,60
Á	Átállítás	36,40	5,3	94	0,39
CD	Csak döntés	0,42	0,1	2	0,21
G	Gallyanyag rendezése	38,19	5,6	67	0,57
R	Faanyag rendezése	3,79	0,6	3	1,26
P	Pihenő	122,19	17,8	8	15,27
K	Karbantartás	45,50	6,6	3	15,17
H	Hibaelhárítás	19,73	2,9	2	9,86
V	Várakozás	54,81	8,0	6	9,14
Összesen:		685,22	100,0		

121. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Horvátzsídány 5H (Forrás: Saját adatok)



122. melléklet: Az átállítások időtartama távolság függvényében, Horvátzsídány 5H (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Napi teljesítmények		2009.03.17.	2009.03.26.	2009.03.17.	2009.03.26.
		m ³ /h	m ³ /h	m ³ /műszak	m ³ /műszak
Döntés	(F+D)	24,85	20,06	198,83	160,51
Fakitermelés	(F+D+Á)	22,67	18,14	181,37	145,15
Komplex fakitermelés	(F+D+CD+Á+G+R)	21,16	15,64	169,26	125,14
Várakozás nélküli időben	(Ö-V)	15,48	10,39	123,85	83,13
Teljes időben	(Ö)	13,52	10,29	108,13	82,34

123. melléklet: Timberjack 1270B teljesítményei, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok)

Fafajösszetétel														
GY	122 db		58,4%		EF	87 db		41,6%		Összesen	209 db		100%	
Görbeség	GY		FE		Ágasság	GY		FE		Villásodottság	GY		FE	
	db	%	db	%		db	%	db	%		db	%	db	%
Egyenes	24	20	63	52	Nem ágas	68	56	74	61	Nem villás	107	88	85	70
Síkgörbe	47	39	19	16	Kicsit ágas	34	28	13	11	Villás	15	12	2	2
Térgörbe	51	42	5	4	Közepesen ágas	17	14	0	0	Többszörösen villás	0	0	0	0
					Nagyon ágas	3	2	0	0					

124. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Horvátzsidány 5H (Forrás: Saját adatok)



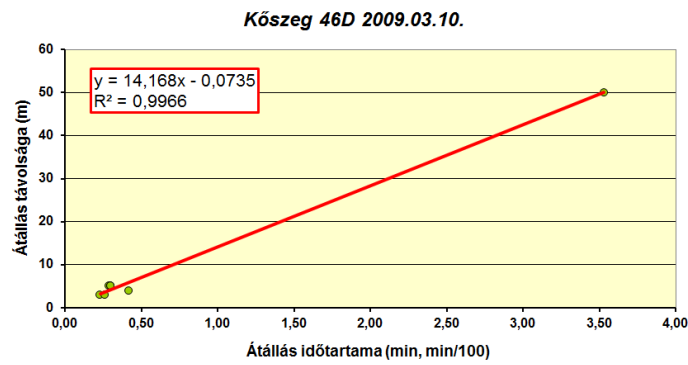
125. melléklet: Kőszeg 46D erdőrezület (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Időszerkezet					
Műveletelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	8,70	18,3	45	0,19
D	Döntés, feldolgozás	29,41	61,9	44	0,67
Á	Átállás	5,33	11,2	7	0,76
CD	Csak döntés	0,00	0,0	0	0,00
G	Gallyanyag rendezése	1,94	4,1	5	0,39
R	Faanyag rendezése	0,00	0,0	0	0,00
P	Pihenő	1,87	3,9	1	1,87
K	Karbantartás	0,00	0,0	0	0,00
H	Hibaelhárítás	0,00	0,0	0	0,00
V	Várakozás	0,25	0,5	1	0,25
Összesen:		47,50	100,0		

126. melléklet: Munkaidő szerkezet, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



127. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Kőszeg 46D (Forrás: Saját adatok)



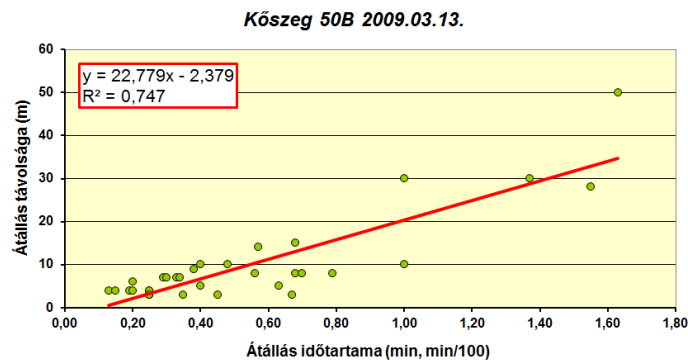
128. melléklet: Kőszeg 50B erdőrezület (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Időszerkezet					
Műveletelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	22,32	13,0	108	0,21
D	Döntés, feldolgozás	78,20	45,5	109	0,72
Á	Átállás	17,67	10,3	33	0,54
CD	Csak döntés	0,00	0,0	0	0,00
G	Gallyanyag rendezése	7,81	4,5	16	0,49
R	Faanyag rendezése	0,00	0,0	0	0,00
P	Pihenő	26,47	15,4	3	8,82
K	Karbantartás	0,00	0,0	0	0,00
H	Hibaelhárítás	15,56	9,1	1	15,56
V	Várákozás	3,87	2,3	3	1,29
Összesen:		171,9	100,0		

129. melléklet: Munkaidő szerkezet, Kőszeg 50B (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



130. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Kőszeg 50B (Forrás: Saját adatok)



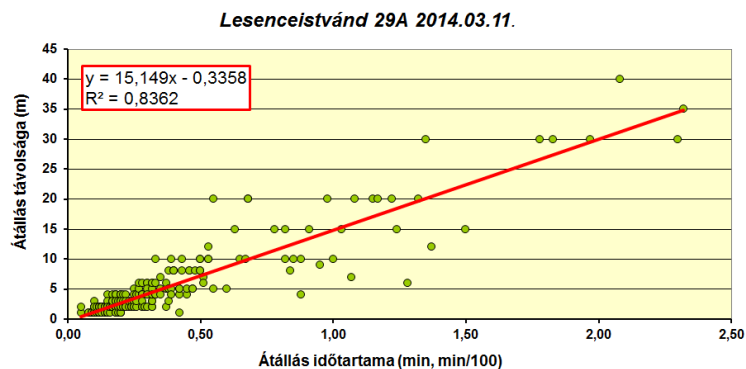
131. melléklet: Lesenceistvánd 29A erdőrezslet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Időszerkezet					
Művelelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	42,91	10,8	357	0,12
D	Döntés, feldolgozás	149,31	37,5	351	0,43
Á	Átállás	91,95	23,1	250	0,37
CD	Csak döntés	4,23	1,1	12	0,35
G	Gallyanyag rendezése	49,07	12,3	278	0,18
R	Faanyag rendezése	0,58	0,1	2	0,29
P	Pihenő	0,00	0,0	0	0,00
K	Karbantartás	22,18	5,6	2	11,09
H	Hibaelhárítás	5,98	1,5	2	2,99
V	Várakozás	31,92	8,0	10	3,19
Összesen:		398,13	100,0		

132. melléklet: Munkaidő szerkezet, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



133. melléklet: Állások időtartama, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok)

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	315	88	Nem ágas	315	88	Nem villás	333	92
Síkgörbe	37	10	Kicsit ágas	34	9	Villás	25	67
Térgörbe	8	2	Közepesen ágas	10	3	Többszörösen villás	2	1
			Nagyon ágas	1	0			

134. melléklet: Faegyedek jellemzői, Lesenceistvánd 29A (Forrás: Saját adatok)



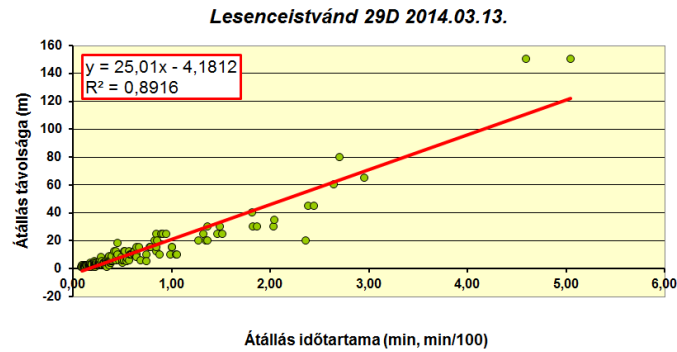
135. melléklet: Lesenceistvánd 29D erdőrezlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Időszerkezet					
Művelelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	37,59	8,8	272	0,14
D	Döntés, feldolgozás	131,06	30,7	257	0,51
Á	Átállás	108,70	25,4	191	0,57
CD	Csak döntés	5,70	1,3	25	0,23
G	Gallyanyag rendezése	43,28	10,1	211	0,21
R	Faanyag rendezése	0,88	0,2	4	0,22
P	Pihenő	9,52	2,2	2	4,76
K	Karbantartás	18,76	4,4	3	6,25
H	Hibaelhárítás	32,92	7,7	3	10,97
V	Várakozás	38,86	9,1	15	2,59
Összesen:		427,27	100,0		

136. melléklet: Munkaidő szerkezet, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



137. melléklet: Átállások időtartama, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok)

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	224	84	Nem ágas	187	70	Nem villás	259	96
Síkgörbe	36	13	Kicsit ágas	31	12	Villás	7	3
Térgörbe	8	3	Közepesen ágas	36	13	Többszörösen villás	2	1
			Nagyon ágas	14	5			

138. melléklet: Faegyedek jellemzői, Lesenceistvánd 29D (Forrás: Saját adatok)



139. melléklet: Tapolca 9A erdőrézlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

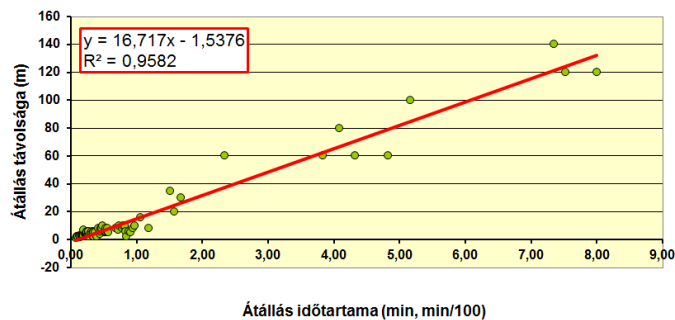
Időszerkezet					
Műveletem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	25,23	7,6	157	0,16
D	Döntés, feldolgozás	106,33	32,2	158	0,67
Á	Átállás	82,51	25,0	89	0,93
CD	Csak döntés	2,67	0,8	7	0,38
G	Gallyanyag rendezése	1,53	0,5	5	0,31
R	Faanyag rendezése	2,27	0,7	4	0,57
P	Pihenő	61,09	18,5	3	20,36
K	Karbantartás	43,82	13,3	7	6,26
H	Hibaelhárítás	0,00	0,0	0	0,00
V	Várakozás	4,82	1,5	5	0,96
Összesen:		330,27	100,0		

140. melléklet: Munkaidő szerkezet, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

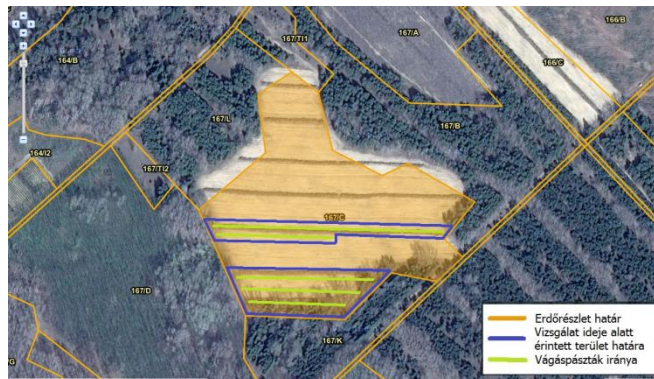
Tapolca 6A, 2014.01.27.



141. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	313	80	Nem ágas	252	65	Nem villás	378	97
Síkgörbe	53	14	Kicsit ágas	88	23	Villás	10	3
Térgörbe	24	6	Közepesen ágas	44	11	Többszörösen villás	2	1
			Nagyon ágas	6	2			

142. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Tapolca 9A (Forrás: Saját adatok)



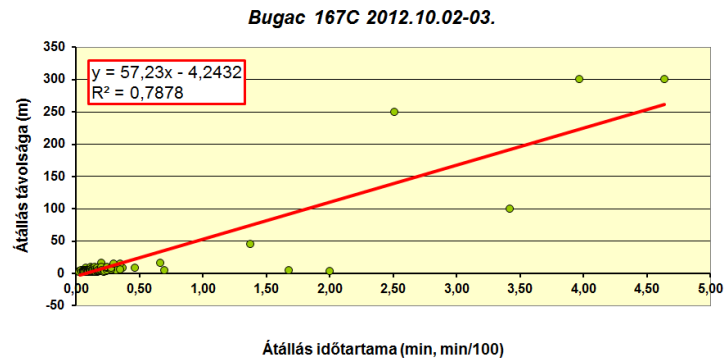
143. melléklet: Bugac 167C erdőrezlet (Forrás: <http://erdoterkep.nebih.gov.hu>)

Összesített időszerkezet					
Művelelem		Σ idő	Arány	Elem	Átl. idő
		min	%	db	min
F	Fa felkeresése	42,24	5,5	389	0,11
D	Döntés, feldolgozás	434,27	56,7	395	1,10
Á	Átállás	46,28	6,0	199	0,23
CD	Csak döntés	0,39	0,1	3	0,13
G	Gallyanyag rendezése	11,36	1,5	33	0,34
R	Faanyag rendezése	0,90	0,1	3	0,30
P	Pihenő	19,28	2,5	3	6,43
K	Karbantartás	62,18	8,1	6	10,36
H	Hibaelhárítás	120,07	15,7	3	40,02
V	Várakozás	29,11	3,8	13	2,24
Összesen:		766,08	100,0		

144. melléklet: Összesített munkaidő szerkezet, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



145. melléklet: Az átállások időtartama távolság függvényében, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)

Görbeség	db	%	Ágasság	db	%	Villásodottság	db	%
Egyenes	313	80	Nem ágas	252	65	Nem villás	378	97
Síkgörbe	53	14	Kicsit ágas	88	23	Villás	10	3
Térgörbe	24	6	Közepesen ágas	44	11	Többszörösen villás	2	1
			Nagyon ágas	6	2			

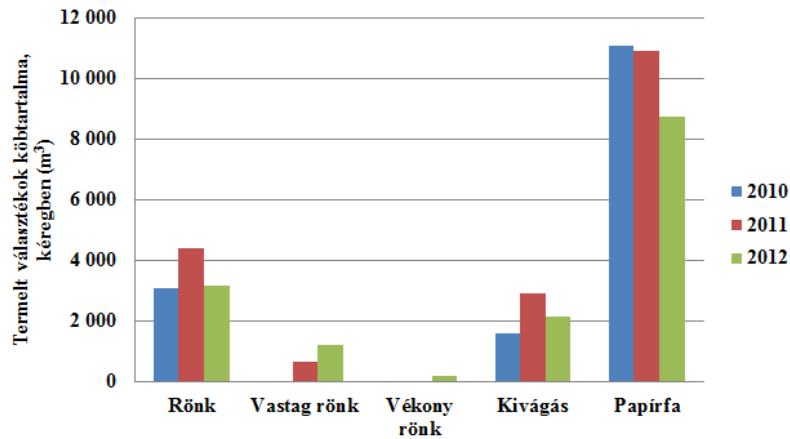
146. melléklet: Kitermelt faegyedek jellemzői, Bugac 167C (Forrás: Saját adatok)

Választék	Év	Vál. szám	Folyóméter	Átl. vál.	Átl. vál.	Fatérfogat kéreg	Fatérfogat kéregben
		db	m	m	cm	m ³	m ³
Rönk	2010	33 332	75 731,38	2,45	22,66	3 110,902	3 382,694
Vastag rönk		0	0	0	0	0	0
Vékony rönk		0	0	0	0	0	0
Kivágás		27 687	39 382,57	1,59	23,24	1 613,204	1 751,465
Papírfa	2011	336 083	818 679,07	2,51	13,77	11 078,489	11 929,175
Rönk		49 773	124 196,39	2,51	21,52	4 037,342	4 410,407
Vastag rönk		13 236	40 900,38	2,36	14,22	596,747	652,279
Vékony rönk		0	0	0	0	0	0
Kivágás	2012	27 843	67 891,96	2,70	23,94	2 660,823	2 907,935
Papírfa		329 970	837 443,11	2,50	13,75	9 921,872	10 933,828
Rönk		32 393	70 196,49	2,16	24,45	2 878,519	3 155,945
Vastag rönk		16 547	38 341,23	2,40	19,38	1 140,695	1 224,071
Vékony rönk	2012	3 036	9 832,56	3,39	16,66	186,620	202,794
Kivágás		22 746	50 629,00	2,42	23,05	1 957,685	2 146,000
Papírfa		232 327	590 869,51	2,81	13,76	7 991,504	8 728,213
Összesen / Átlag		1 124 973	2 764 093,65	1,99	15,36	47 174,402	51 424,806

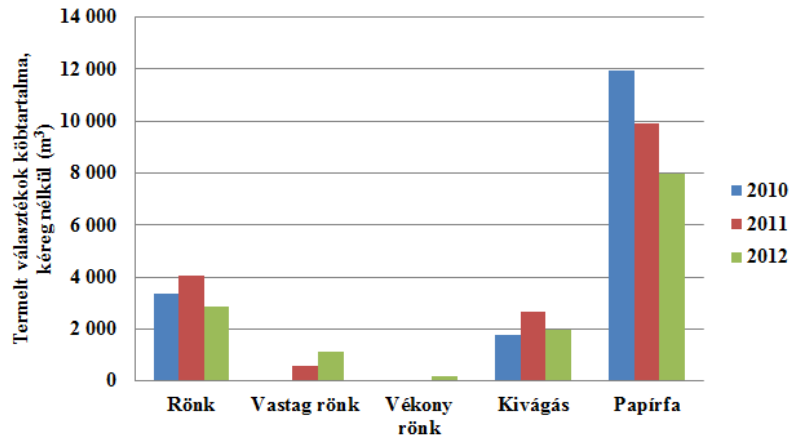
147. melléklet: Termelt választékok jellemző, Ponsse Buffalo Dual, 2010-2012 (Forrás: Saját adatok)



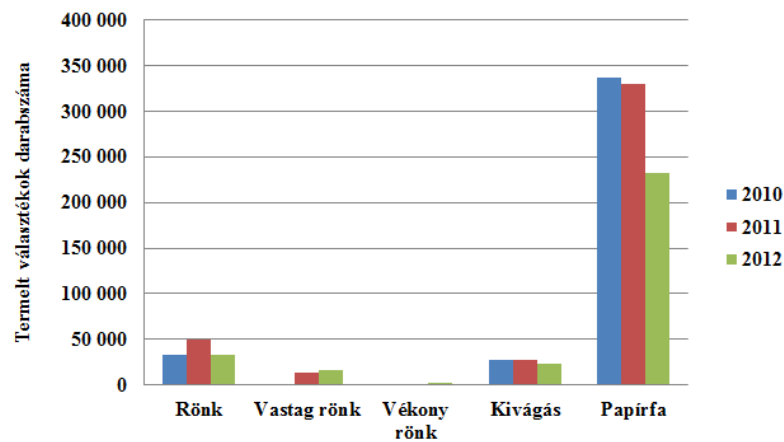
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



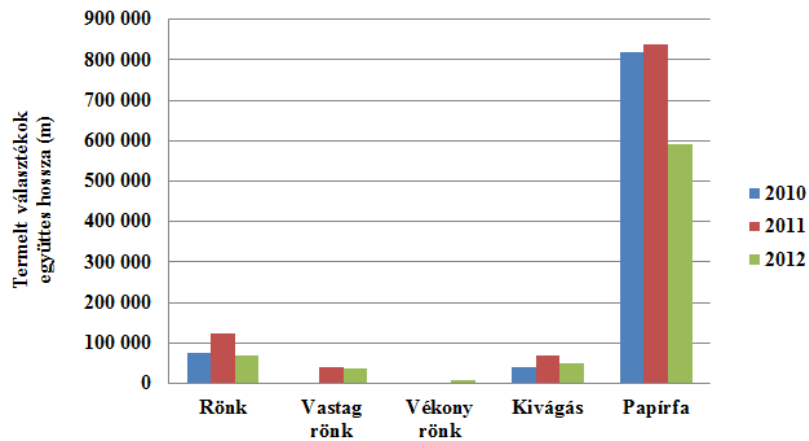
148. melléklet: Termelt választékok köbtartalma, kéregben (m³), Ponsse Buffalo Dual
(Forrás: Saját adatok)



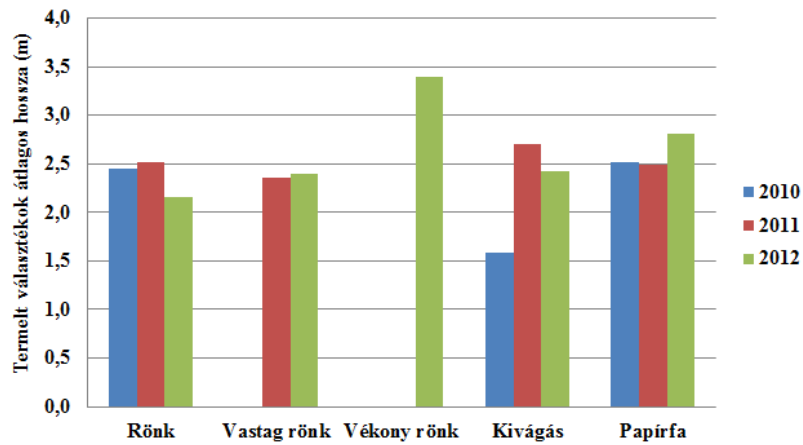
149. melléklet: Termelt választékok köbtartalma, kéreg nélkül (m³), Ponsse Buffalo Dual
(Forrás: Saját adatok)



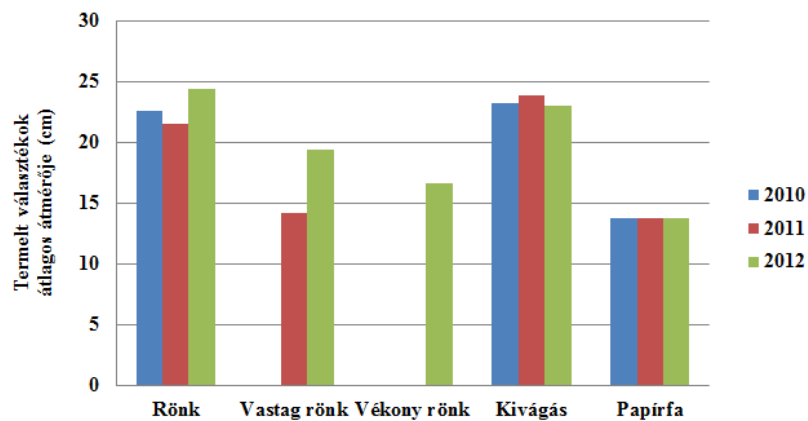
150. melléklet: Termelt választékok darabszáma, Ponsse Buffalo Dual (Forrás: Saját adatok)



151. melléklet: Termelt választékok együttes hossza (m), Ponsse Buffalo Dual (Forrás: Saját adatok)



152. melléklet: Termelt választékok átlagos hossza (m), Ponsse Buffalo Dual (Forrás: Saját adatok)



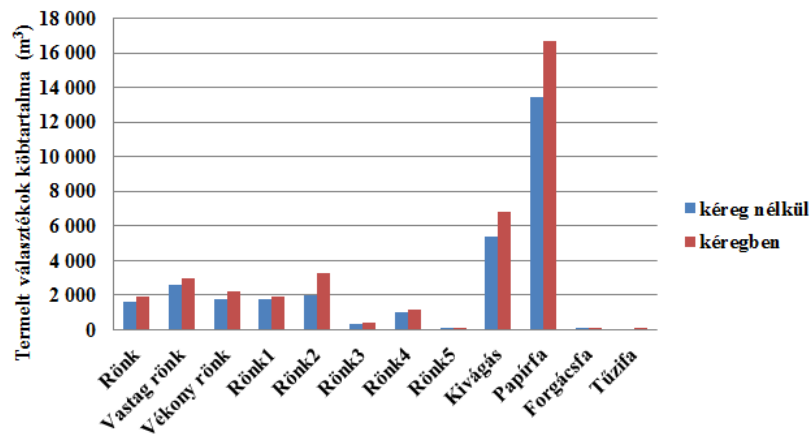
153. melléklet: Termelt választékok átlagos átmérője (cm), Ponsse Buffalo Dual (Forrás: Saját adatok)



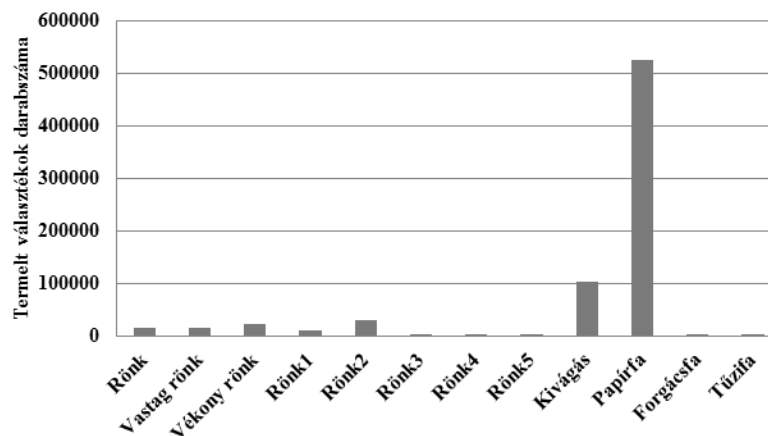
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Választék	Év	Vál. szám	Folyóméter	Átl. vál. hossz	Átl. vál. átm	Fatérfogat kéreg nélkül	Fatérfogat kéregben
		<i>db</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>cm</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>
Rönk	2012	16751	41 360,28	3,18	23,55	1 585,147	1 882,663
Vastag rönk		15450	39 391,25	2,56	32,02	2 589,024	2 978,387
Vékony rönk		22397	56687,5	2,53	22,70	1792,77	2188,009
Rönk1		10244	32 587,26	3,60	26,13	1 763,381	1 915,506
Rönk2		29752	65 884,05	2,77	26,56	1 978,233	3 269,220
Rönk3		2418	8 229,17	3,88	22,66	351,579	379,572
Rönk4		3926	18 490,27	4,46	24,48	1 039,404	1 140,515
Rönk5		152	1 233,55	8,12	35,45	111,180	121,764
Kivágás		103170	271 169,70	2,31	22,01	5 414,276	6 807,322
Papírfa		524601	1 285 143,23	2,60	13,81	13 465,248	16 660,302
Forgácsfa		3000	6 120,61	2,04	13,56	81,241	87,543
Tüzifa		665	1 700,61	2,56	10,80	0,000	15,577
Összesen / Átlag			732 526	1 827 997,48	3,38	22,81	30 171,483

154. melléklet: Termelt választékok jellemző, Ponsse Ergo 8WD, 2012 (Forrás: Saját adatok)



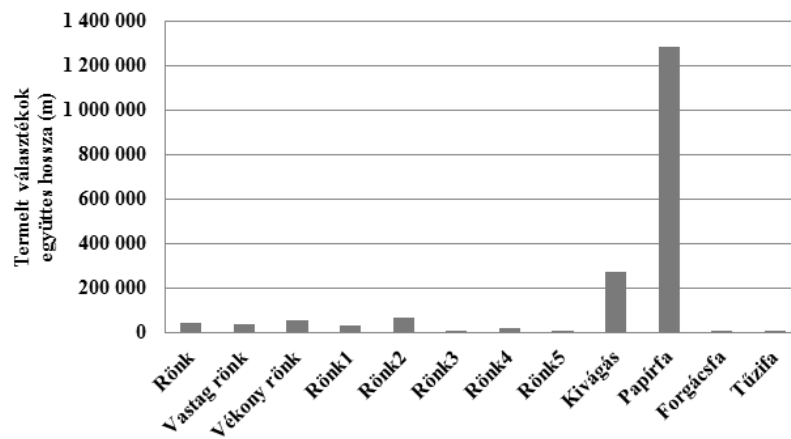
155. melléklet: Termelt választékok köbtartalma (m³), Ponsse Ergo 8WD (Forrás: Saját adatok)



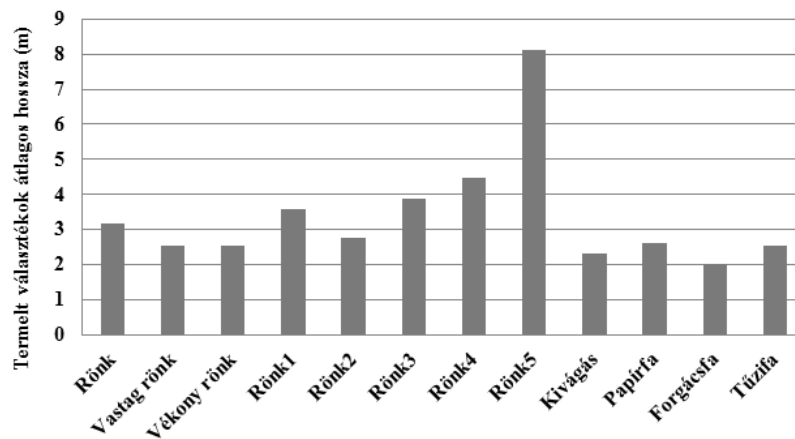
156. melléklet: Termelt választékok darabszáma, Ponsse Ergo 8WD (Forrás: Saját adatok)



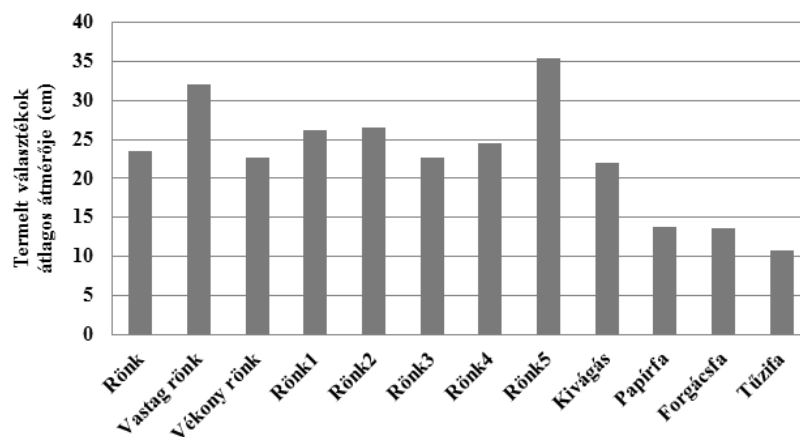
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



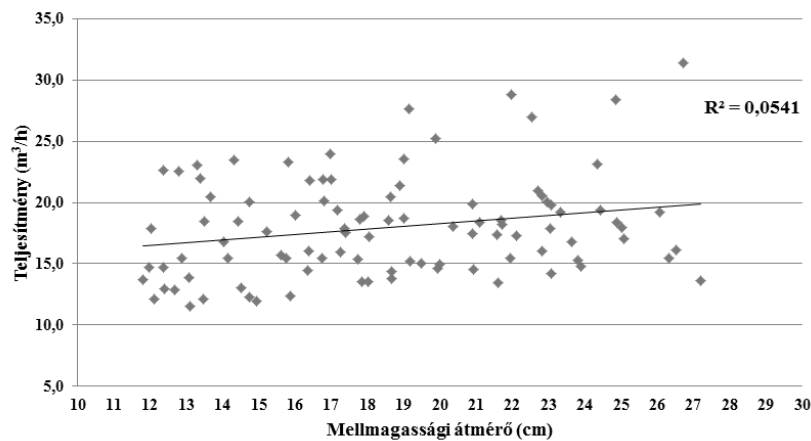
157. melléklet: Termelt választékok együttes hossza (m), Ponsse Ergo 8WD (Forrás: Saját adatok)



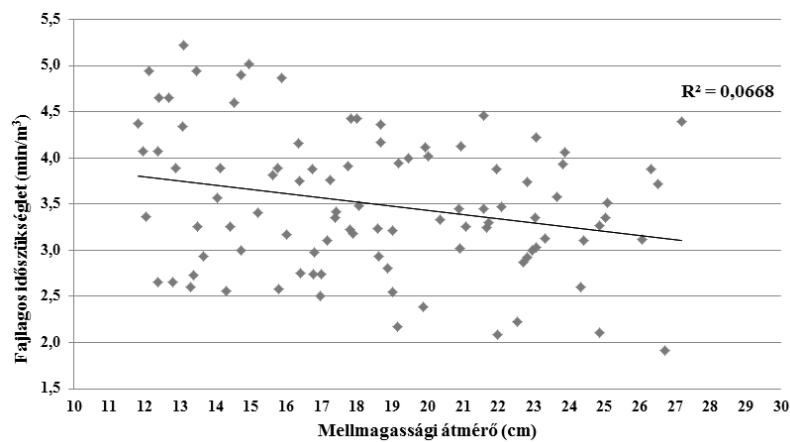
158. melléklet: Termelt választékok átlagos hossza (m), Ponsse Ergo 8WD (Forrás: Saját adatok)



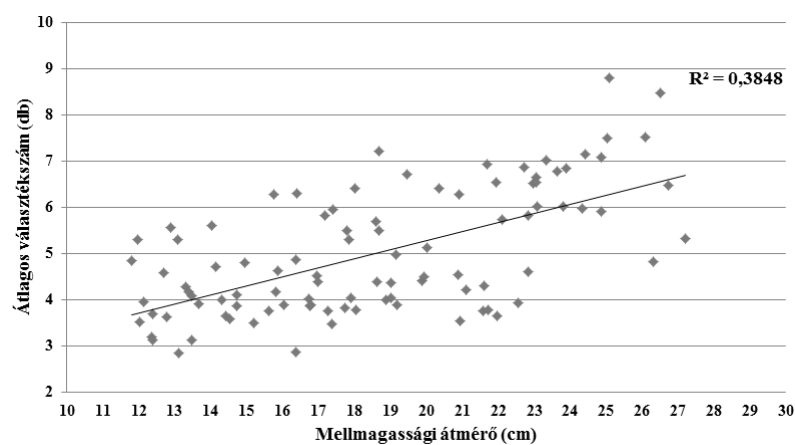
159. melléklet: Termelt választékok átlagos átmérője (cm), Ponsse Ergo 8WD (Forrás: Saját adatok)



160. melléklet: Teljesítmény a mellmagassági átmérő függvényében (fenyő) (Forrás: Saját adatok)



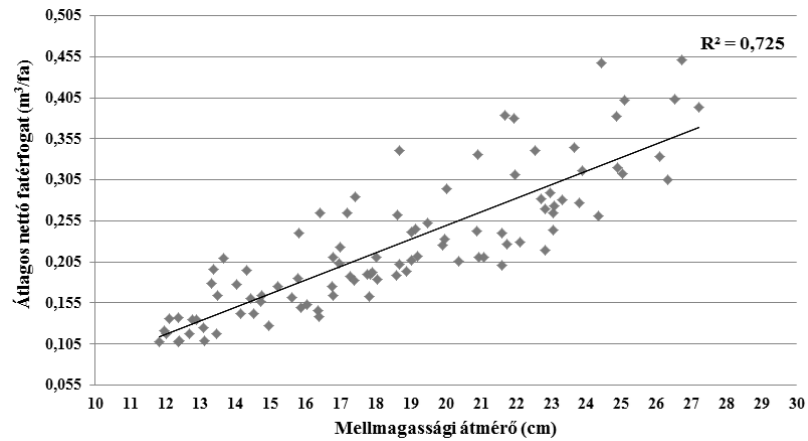
161. melléklet: Fajlagos időszükséglet a mellmagassági átmérő függvényében (fenyő) (Forrás: Saját adatok)



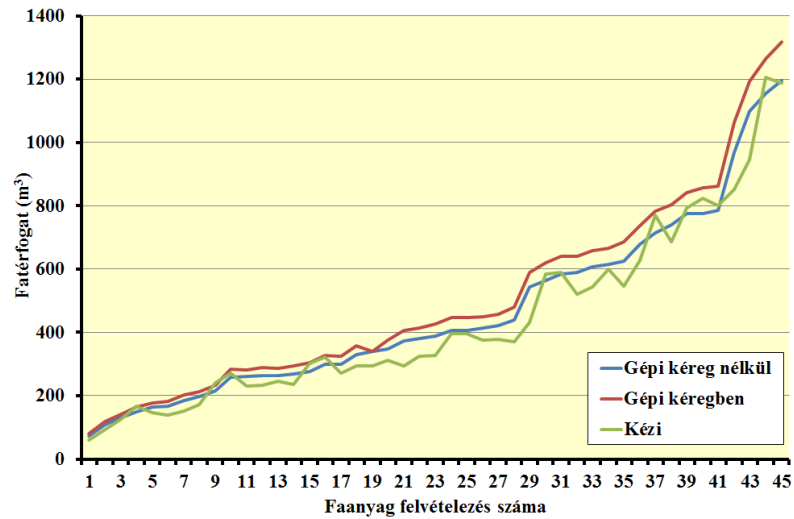
162. melléklet: Átlagos választékszám a mellmagassági átmérő függvényében (fenyő) (Forrás: Saját adatok)



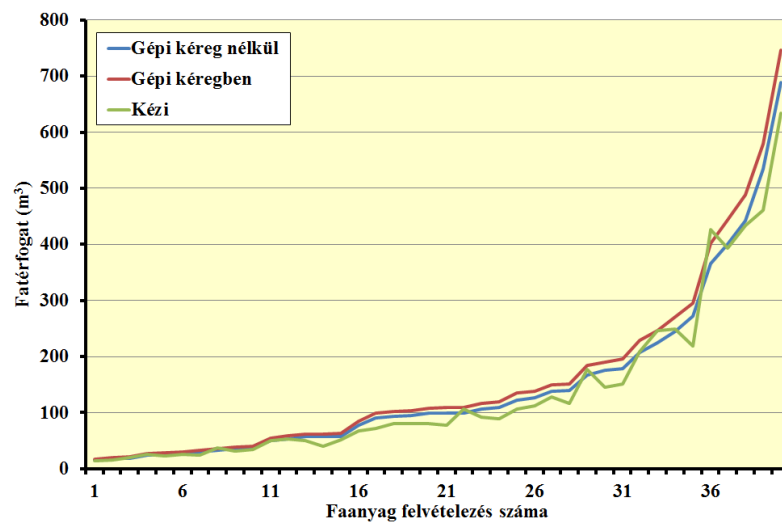
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



163. melléklet: Átlagos nettó fatérfogat a mellmagassági átmérő függvényében (fenyő)
(Forrás: Saját adatok)



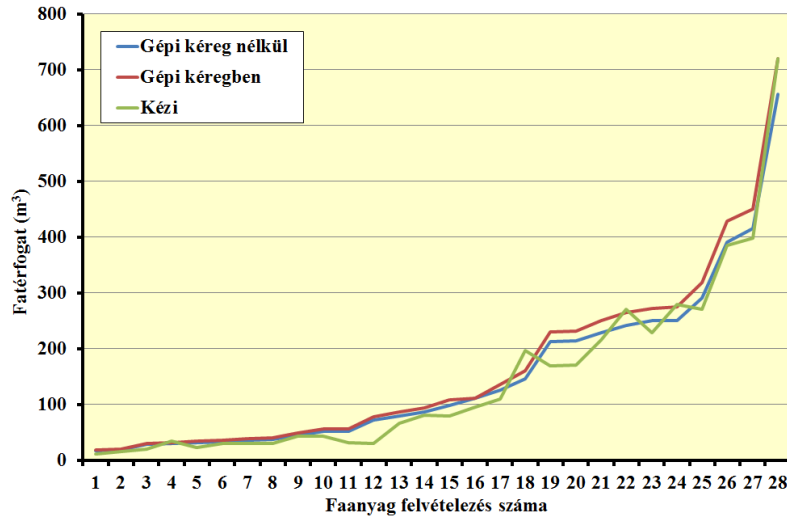
164. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei, összes választék (Forrás: Saját adatok)



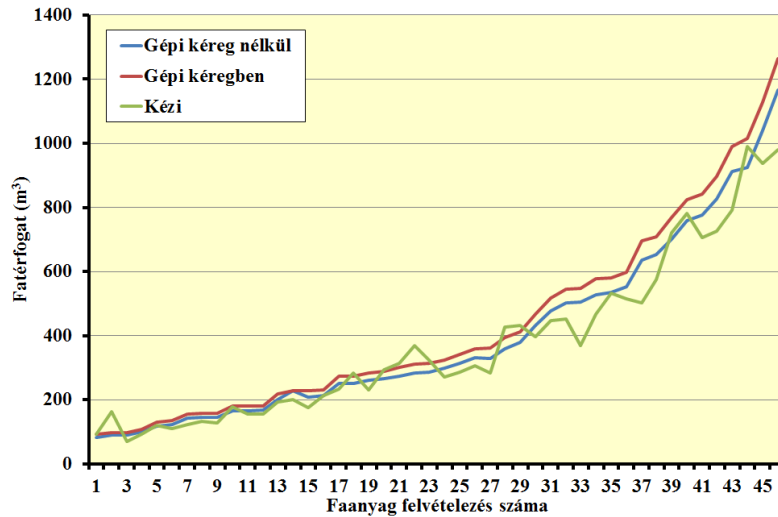
165. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei, rönk (Forrás: Saját adatok)



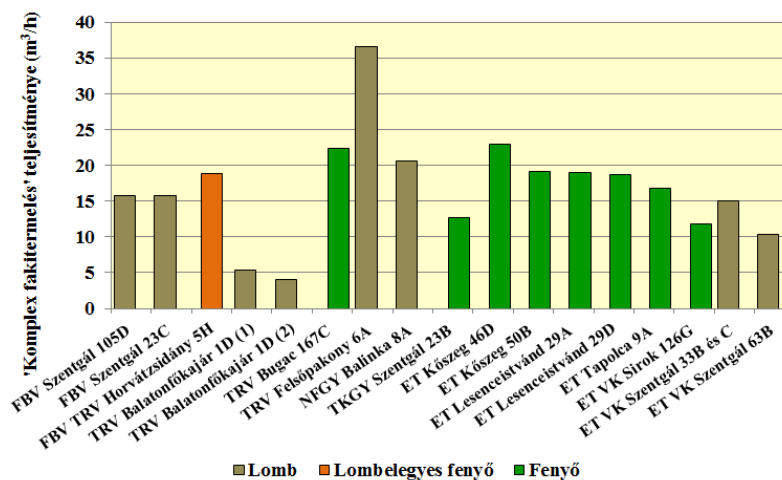
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



166. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei, kivágás (Forrás: Saját adatok)



167. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei, papírfa (Forrás: Saját adatok)



168. melléklet: A harveszteres fakitermelések számított teljesítménye, erdőrésztelenként (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Összes						Rönk					
Gépi kéreg nélkül	Gépi kéregben	Kézi	Különb-ség kéreg nélkül	Különb-ség kéregben	Eltérés k.ben	Gépi kéreg nélkül	Gépi kéregben	Kézi	Különb-ség kéreg nélkül	Különb-ség kéregben	Eltérés kéreg nélkül.
m3	m3	m3	m3	m3	%	m3	m3	m3	m3	m3	%
72,86	79,90	60,91	-11,95	-18,99	-23,8	6,70	7,27	5,96	-0,74	-1,31	-11,0
107,73	118,10	92,75	-14,98	-25,35	-21,5	13,11	14,37	14,84	1,73	0,47	13,2
130,28	141,35	127,09	-3,19	-14,26	-10,1	16,35	17,74	13,57	-2,78	-4,17	-17,0
149,47	163,88	166,00	16,54	2,12	1,3	18,11	19,90	15,14	-2,97	-4,76	-16,4
163,98	177,92	147,53	-16,45	-30,39	-17,1	18,97	20,80	20,08	1,11	-0,72	5,9
166,87	181,06	139,32	-27,55	-41,74	-23,1	24,32	26,67	25,50	1,18	-1,17	4,8
183,74	201,40	151,10	-32,64	-50,30	-25,0	25,95	28,45	22,28	-3,67	-6,17	-14,1
196,38	213,09	172,53	-23,85	-40,56	-19,0	28,30	30,71	25,45	-2,85	-5,26	-10,1
215,06	233,35	241,89	26,84	8,54	3,7	30,13	33,00	24,83	-5,30	-8,17	-17,6
258,93	283,87	271,07	12,14	-12,80	-4,5	32,50	35,27	36,81	4,31	1,55	13,3
260,54	282,67	231,00	-29,54	-51,67	-18,3	35,42	38,44	31,59	-3,83	-6,85	-10,8
264,60	290,10	233,04	-31,56	-57,06	-19,7	36,58	39,70	34,92	-1,66	-4,78	-4,5
264,64	287,14	246,00	-18,64	-41,14	-14,3	49,74	54,54	49,72	-0,02	-4,82	0,0
267,48	293,20	234,80	-32,68	-58,40	-19,9	53,36	58,50	52,61	-0,75	-5,89	-1,4
276,66	303,34	301,05	24,39	-2,29	-0,8	56,97	62,47	50,40	-6,57	-12,07	-11,5
298,53	327,32	321,05	22,52	-6,27	-1,9	57,39	62,27	40,22	-17,17	-22,05	-29,9
299,47	324,95	272,37	-27,10	-52,58	-16,2	58,16	63,76	51,80	-6,36	-11,96	-10,9
330,73	358,82	294,68	-36,05	-64,14	-17,9	78,13	84,78	68,10	-10,03	-16,68	-12,8
339,20	339,19	294,91	-44,29	-44,28	-13,1	89,97	98,63	72,03	-17,94	-26,60	-19,9
347,27	376,80	312,47	-34,80	-64,33	-17,1	93,25	102,20	79,80	-13,45	-22,40	-14,4
373,92	405,72	293,83	-80,09	-111,89	-27,6	95,47	103,59	79,81	-15,66	-23,78	-16,4
379,89	412,77	325,08	-54,81	-87,69	-21,2	99,03	107,45	79,86	-19,17	-27,59	-19,4
388,04	425,50	327,01	-61,03	-98,49	-23,1	99,17	108,70	77,32	-21,85	-31,38	-22,0
407,30	446,59	395,58	-11,72	-51,01	-11,4	99,17	108,74	106,52	7,35	-2,22	7,4
407,47	446,83	394,85	-12,62	-51,98	-11,6	107,02	116,13	92,13	-14,89	-24,00	-13,9
413,26	448,38	374,77	-38,49	-73,61	-16,4	109,50	120,10	88,49	-21,01	-31,61	-19,2
421,05	456,87	377,82	-43,23	-79,05	-17,3	122,90	134,70	106,75	-16,15	-27,95	-13,1
438,85	481,11	371,29	-67,56	-109,82	-22,8	126,81	137,60	112,39	-14,42	-25,21	-11,4
542,66	588,80	432,75	-109,91	-156,05	-26,5	137,54	149,24	127,59	-9,94	-21,65	-7,2
565,37	619,87	585,17	19,80	-34,70	-5,6	139,34	151,20	115,84	-23,50	-35,36	-16,9
584,48	640,79	590,00	5,52	-50,79	-7,9	167,56	183,74	177,12	9,56	-6,62	5,7
590,09	640,25	519,98	-70,11	-120,27	-18,8	175,03	189,92	146,02	-29,01	-43,90	-16,6
606,56	658,15	543,56	-63,00	-114,59	-17,4	178,53	195,80	151,39	-27,14	-44,41	-15,2
614,80	667,08	600,15	-14,65	-66,93	-10,0	207,78	229,28	208,43	0,65	-20,85	0,3
625,05	685,30	547,36	-77,69	-137,94	-20,1	223,98	245,60	246,89	22,91	1,29	10,2
678,51	736,20	626,72	-51,79	-109,48	-14,9	245,37	270,81	249,00	3,63	-21,81	1,5
714,88	783,78	771,30	56,42	-12,48	-1,6	271,83	294,90	218,54	-53,29	-76,36	-19,6
740,05	803,00	685,49	-54,56	-117,51	-14,6	366,44	401,76	426,00	59,57	24,25	16,3
775,87	841,86	793,75	17,88	-48,11	-5,7	400,91	443,48	393,93	-6,99	-49,55	-1,7
776,56	857,18	823,00	46,44	-34,18	-4,0	441,89	488,62	434,00	-7,89	-54,62	-1,8
786,75	862,69	801,08	14,33	-61,61	-7,1	534,33	579,75	461,08	-73,25	-118,67	-13,7
968,69	1062,08	852,59	-116,10	-209,49	-19,7	688,28	746,77	634,24	-54,04	-112,53	-7,9
1099,16	1192,60	945,81	-153,35	-246,79	-20,7	Átlag			-9,34	-22,34	-8,1
1154,04	1265,27	1206,00	51,96	-59,27	-4,7						
1196,91	1319,12	1189,00	-7,91	-130,12	-9,9						
Átlag			-25,76	-67,55	-14,2						

169. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei 1. (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Kivágás						Papírfa					
Gépi kéreg nélkül	Gépi kéregben	Kézi	Különb-ség kéreg nélkül	Különb-ség kéregben	Eltérés ké. nélk.	Gépi kéreg nélkül	Gépi kéregben	Kézi	Különb-ség kéreg nélkül	Különb-ség kéregben	Eltérés k. ben
m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	%
0,13	0,14	0,10	-0,03	-0,04	-25,9	54,75	60,00	45,77	-8,98	-14,23	-23,7
13,24	14,37	11,14	-2,10	-3,23	-22,5	77,60	85,10	67,92	-9,68	-17,18	-20,2
16,68	18,10	11,40	-5,28	-6,70	-37,0	84,11	92,22	94,00	9,89	1,78	1,9
19,09	20,72	15,53	-3,56	-5,19	-25,0	89,90	97,54	162,80	72,90	65,26	66,9
28,06	30,45	20,35	-7,71	-10,10	-33,2	90,50	99,20	71,30	-19,20	-27,90	-28,1
29,64	32,15	34,69	5,05	2,54	7,9	100,64	109,19	92,40	-8,24	-16,79	-15,4
31,86	34,56	22,50	-9,36	-12,06	-34,9	119,24	131,64	121,00	1,77	10,64	-8,1
32,65	35,79	30,52	-2,13	-5,27	-14,7	123,96	134,51	111,10	-12,86	-23,41	-17,4
36,16	39,25	30,18	-5,98	-9,07	-23,1	144,34	156,61	122,22	-22,12	-34,39	-22,0
36,99	40,14	29,84	-7,15	-10,30	-25,7	144,89	157,20	132,00	-12,89	-25,20	-16,0
44,30	48,57	43,35	-0,95	-5,22	-10,7	144,58	158,50	128,05	-16,53	-30,45	-19,2
51,46	55,83	43,42	-8,04	-12,41	-22,2	164,90	180,77	178,00	13,10	-2,77	-1,5
51,65	56,04	31,50	-20,15	-24,54	-43,8	165,44	181,40	155,72	-9,72	-25,68	-14,2
72,22	78,36	30,60	-41,62	-47,76	-61,0	167,19	181,97	156,03	-11,16	-25,94	-14,3
79,75	86,52	66,38	-13,37	-20,14	-23,3	200,32	217,37	192,41	-7,91	-24,96	-11,5
86,31	94,62	81,21	-5,10	-13,41	-14,2	228,24	228,24	200,20	-28,04	-28,04	-12,3
98,61	108,10	78,95	-19,66	-29,15	-27,0	209,50	229,70	175,62	-33,88	-54,08	-23,5
110,96	110,95	94,71	-16,25	-16,24	-14,6	212,99	231,10	214,50	1,51	-16,60	-7,2
125,44	136,10	110,42	-15,02	-25,68	-18,9	251,80	273,20	232,66	-19,14	-40,54	-14,8
146,10	160,20	196,69	50,58	36,49	22,8	250,87	275,05	284,15	33,28	9,10	3,3
212,70	230,80	169,05	-43,65	-61,75	-26,8	260,54	282,67	231,00	-29,54	-51,67	-18,3
213,79	231,95	170,17	-43,62	-61,78	-26,6	267,11	289,83	293,83	26,73	4,00	1,4
228,92	250,96	216,00	-12,92	-34,96	-13,9	274,64	301,12	315,17	40,53	14,05	4,7
241,57	264,85	270,65	29,08	5,80	2,2	283,06	310,39	369,35	86,29	58,96	19,0
250,64	271,96	228,50	-22,14	-43,46	-16,0	286,89	314,58	323,55	36,66	8,97	2,9
250,71	274,89	278,77	28,06	3,88	1,4	298,87	324,25	272,18	-26,69	-52,07	-16,1
290,73	318,74	270,00	-20,73	-48,74	-15,3	314,03	340,74	285,69	-28,34	-55,05	-16,2
390,41	428,06	385,00	-5,41	-43,06	-10,1	330,44	358,52	306,67	-23,77	-51,85	-14,5
415,68	450,98	398,58	-17,10	-52,40	-11,6	329,28	361,00	282,80	-46,48	-78,20	-21,7
656,72	720,02	719,50	62,78	-0,52	-0,1	360,47	395,26	427,00	66,53	31,74	8,0
Átlag			-5,78	-18,48	-18,8	380,17	412,51	432,75	52,58	20,24	4,9
						431,53	468,23	397,54	-33,99	-70,69	-15,1
						477,07	517,66	447,48	-29,59	-70,18	-13,6
						501,95	544,61	451,11	-50,84	-93,50	-17,2
						504,06	546,93	369,66	-134,40	-177,27	-32,4
						526,44	577,20	468,41	-58,03	-108,79	-18,8
						535,05	580,56	533,77	-1,28	-46,79	-8,1
						551,70	598,60	514,33	-37,37	-84,27	-14,1
						634,83	696,00	501,50	-133,33	-194,50	-27,9
						652,40	707,86	574,86	-77,54	-133,00	-18,8
						700,44	768,07	719,87	19,43	-48,20	-6,3
						759,14	823,70	782,35	23,21	-41,35	-5,0
						776,29	842,26	706,22	-70,07	-136,04	-16,2
						827,33	897,70	727,27	-100,06	-170,43	-19,0
						913,27	990,90	791,30	-121,97	-199,60	-20,1
						925,12	1014,31	990,00	64,88	-24,31	-2,4
						1039,47	1127,91	938,08	-101,39	-189,83	-16,8
						1165,27	1264,31	978,95	-186,32	-285,36	-22,6
						Átlag		-20,04	-53,49	-10,8	

170. melléklet: Faanyag felvételezés különbségei 2. (Forrás: Saját adatok)



Bükk



Nemesnyár



Erdeifenyő



Lucfenyő



Gyertyán



Akác

171. melléklet: Rossz minőségű gallyazás (Forrás: Saját képek)



Bükk



Bükk



Gyertyán



Feketefenyő



Csertölgy



Akác



Bükk



Csertölgy



Gyertyán



Magas kőris



Nemesnyár



Erdeifenyő

173. melléklet: Ívkések hatása a görbeségre (Forrás: Saját képek)



Akác



Bükk



Nagylevelű hárs



Csertölgy



Nagylevelű hárs



Madárcseresznye

174. melléklet: Harveszterfej kégező hatása (Forrás: Saját képek)



Nemesnyár



Erdeifenyő



Feketefenyő



Akác



Bükk



Akác

175. melléklet: Mentesztő hengerek faanyagkárosító hatása (Forrás: Saját képek)



Bükk



Erdefenyő



Nemesnyár



Lucfenyő



Nemesnyár



Nemesnyár

176. melléklet: Meneztő hengerek nyoma a faanyagon (Forrás: Saját képek)



Csertölgy



Lucfenyő



Csertölgy



Bükk



Csertölgy



Gyertyán

177. melléklet: Felhasadó törész és negatív törési lécs (Forrás: Saját képek)



*Gép nyoma tavaszi időszakban
(CS-GY-B állományban)*



*Gép nyoma száraz talaj estében
(GY-B állományban)*



*Gép nyoma havas időben
(NNY állomány)*



*Gép nyoma nagyon merdek
domboldalon (Feketefenyves)*



*Idősebb gép kipufogógáza (nagyobb
igénybevétel esetén)*



*Fiatalabb gép kipufogógáza (nagyobb
igénybevétel esetén)*

178. melléklet: Kíméletes fakitermelés harveszterrel (Forrás: Saját képek)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Adatsor adatai		Függő változó	Független változók								Variansia analízis	Többszörös korreláció	Teng. metsz.	Szabadságfok		t	F						
			S	O		G		Á		V		N					Vf		Szám	Neve	5%-os szignifikancia szinten	F				
			száma			Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba				Reg.koef.	t próba					F próba	R	R2	Hr'%
1	A	FDAtc	392	6	tc (min/fa)	0,05198	1,00953	0,13681	2,65288	0,56074	6,16606	0,08672	0,48247	0,49102	3,15588	108,614	0,76455	0,58	48,87925	1,98248	5	386		2,23		
2	B	FDBtc	135	6	tc (min/fa)	-0,27479	-2,51137	0,24555	2,41060	0,39843	2,30079	0,88712	3,64049	0,06162	0,29479	30,610	0,73664	0,54	77,40091	0,31513	5	129		2,27		
3	CS	FDCStc	593	6	tc (min/fa)	0,01942	0,46279	0,26179	5,85467	0,39198	3,81022	1,33008	4,86120	-0,41586	-1,61609	110,199	0,69583	0,48	73,03035	0,10698	5	587		2,22		
4	GY	FDGYtc	275	6	tc (min/fa)	-0,04702	-0,72218	0,37003	5,90999	0,25221	2,07129	1,07693	8,30599	-0,33069	-2,48846	71,622	0,75568	0,57	53,18633	0,13567	5	269		2,23		
5	KL	FDKLTc	1426	6	tc (min/fa)	-0,04054	-1,47223	0,25313	8,95673	0,43631	7,83695	0,85489	16,00591	-0,12258	-3,24391	316,940	0,72623	0,53	67,25088	0,27270	5	1420		2,21		
6	NNY	FDNYtc	501	5	tc (min/fa)			0,90649	6,76413	0,44189	1,40741	0,91422	12,04015	0,09534	1,32765	196,174	0,78276	0,61	45,05691	0,06023	4	496	1,96	2,38		
7	L	FDLtc	1928	6	tc (min/fa)	0,16758	5,77957	0,19065	6,22125	0,91896	16,31240	0,18230	4,34579	0,20211	5,77651	207,455	0,59204	0,35	82,41825	0,78269	5	1922		2,21		
8	EF	FDEFtc	496	6	tc (min/fa)	0,12752	0,05914	0,52825	0,05275	0,38806	0,15744	0,77734	0,05032	0,23322	0,02304	150,526	0,77825	0,61	52,42992	0,30038	5	490		2,22		
9	FF	FDFtc	1026	6	tc (min/fa)	0,14358	3,09985	0,35233	13,89560	0,56181	9,63459	0,64328	28,01893	0,06997	3,54371	271,479	0,75562	0,57	33,09650	0,30050	5	1020		2,21		
10	LF	FDLFtc	153	3	tc (min/fa)									-0,27664	-1,67550	0,69363	4,54129	20,470	0,46304	0,21	34,87523	2,82379	2	150		3,06
11	F	FDFtc	1675	6	tc (min/fa)	0,17624	4,89798	0,40834	17,14321	0,49680	8,53644	0,67685	42,73953	0,16128	11,91087	522,700	0,78122	0,61	40,40352	0,32151	5	1669		2,21		
1	A	FDAtsp	392	6	tsp (min/m3)	0,05261	1,02154	0,13643	2,64486	0,55751	6,12924	0,09368	0,52105	-0,51091	-3,28305	25,645	0,49936	0,25	48,96246	1,96143	5	386		2,23		
2	B	FDBtsp	135	6	tsp (min/m3)	-0,27545	-2,51889	0,24570	2,41351	0,39860	2,30317	0,88621	3,63900	-0,93795	-4,49022	6,152	0,43880	0,19	76,75022	0,31574	5	129		2,27		
3	CS	FDCStsp	593	6	tsp (min/m3)	0,01946	0,46393	0,26156	5,85284	0,39214	3,81392	1,32956	4,86210	-1,41502	-5,50205	15,813	0,34453	0,12	72,26683	0,10716	5	587		2,22		
4	GY	FDGYtsp	275	6	tsp (min/m3)	-0,04746	-0,72862	0,36980	5,90440	0,25244	2,07256	1,07649	8,30004	-1,33044	-10,00852	24,361	0,55828	0,31	53,23083	0,13582	5	269		2,23		
5	KL	FDKLTsp	1426	6	tsp (min/m3)	-0,04034	-1,46551	0,25320	8,96283	0,43592	7,83333	0,85567	16,02731	-1,12207	-29,70579	317,548	0,72656	0,53	66,80228	0,27250	5	1420		2,21		
6	NNY	FDNYtsp	501	5	tsp (min/m3)			0,90650	6,76686	0,44102	1,40519	0,91381	12,03942	-0,90394	-12,59323	77,822	0,62097	0,39	44,95754	0,06029	4	496	1,96	2,38		
7	L	FDLtsp	1928	6	tsp (min/m3)	0,16799	5,79393	0,19063	6,22076	0,91918	16,31663	0,18203	4,33953	-0,79686	-22,77576	423,266	0,72392	0,52	81,71365	0,78350	5	1922		2,21		
8	EF	FDEFtsp	496	6	tsp (min/m3)	0,12769	2,15986	0,52831	10,01899	0,38829	2,46708	0,77602	15,42786	-0,76641	-33,28034	319,957	0,87494	0,77	52,44586	0,30128	5	490		2,22		
9	FF	FDFtsp	1026	6	tsp (min/m3)	0,14363	3,09922	0,35261	13,89946	0,56181	9,62986	0,64328	28,00441	-0,92830	-46,98875	789,152	0,89140	0,79	33,10554	0,30098	5	1020		2,21		
10	LF	FDLFtsp	153	3	tsp (min/m3)									-0,27582	-1,67112	-0,30711	-2,18853	20,206	0,46069	0,21	34,82977	2,81757	2	150		3,06
11	F	FDFtsp	1675	6	tsp (min/m3)	0,17632	4,90092	0,40842	17,14938	0,49706	8,54238	0,67696	42,75363	-0,38305	-61,90095	1294,678	0,89164	0,80	40,39832	0,32163	5	1669		2,21		
1	A	FDAT	392	6	T (m3/min)	-0,05186	-1,00888	-0,13719	-2,66495	-0,55165	-6,07681	-0,10635	-0,59275	0,52101	3,35457	25,660	0,49946	0,25	50,34214	0,52571	5	386		2,23		
2	B	FDBT	135	6	T (m3/min)	0,27502	2,51711	-0,24411	-2,39996	-0,39415	-2,27938	-0,88264	-3,62735	0,93425	4,47627	6,093	0,43709	0,19	58,91600	3,14037	5	129		2,27		
3	CS	FDCST	593	6	T (m3/min)	-0,01792	-0,42696	-0,26264	-5,87321	-0,39212	-3,81134	-1,33337	-4,87297	1,41813	5,51066	15,835	0,34475	0,12	58,92516	9,40617	5	587		2,22		
4	GY	FDGYT	275	6	T (m3/min)	0,04836	0,74384	-0,36522	-5,84202	-0,25426	-2,09132	-1,07150	-8,27668	1,32247	9,96680	24,065	0,55594	0,31	62,47946	7,23541	5	269		2,23		
5	KL	FDKLT	1426	6	T (m3/min)	0,04179	1,51941	-0,25248	-8,94407	-0,43511	-7,82455	-0,85772	-16,07772	1,12301	29,75287	317,977	0,72679	0,53	58,82489	3,68103	5	1420		2,21		
6	NNY	FDNYT	501	5	T (m3/min)			-0,90248	-6,72657	-0,43203	1,37444	-0,91668	-12,06139	0,90538	12,59410	77,676	0,62061	0,39	70,27345	16,56620	4	496	1,96	2,38		
7	L	FDLT	1928	6	T (m3/min)	-0,16676	-5,75167	-0,18979	-6,19328	-0,91888	-16,31186	-0,18338	-4,37190	0,79748	22,79395	422,684	0,72368	0,52	70,79360	1,27885	5	1922		2,21		
8	EF	FDEF	496	6	T (m3/min)	-0,12780	-2,14359	-0,53880	-10,13275	-0,38562	-2,42973	-0,78257	-15,42839	0,76988	33,15237	319,030	0,87465	0,77	47,62174	3,37379	5	490		2,22		
9	FF	FDF	1026	6	T (m3/min)	-0,14063	-3,02428	-0,35191	-13,82487	-0,56295	-9,61661	-0,64217	-27,86140	0,92826	46,82664	782,738	0,89065	0,79	36,03033	3,31795	5	1020		2,21		
10	LF	FDLF	153	3	T (m3/min)									-0,27590	1,66886	0,30790	2,19063	20,205	0,46068	0,21	40,76222	0,35484	2	150		3,06
11	F	FDF	1675	6	T (m3/min)	-0,17638	-4,87639	-0,41080	-17,15642	-0,49742	-8,50253	-0,67840	-42,64189	0,84000	61,71192	1287,774	0,89115	0,79	42,51449	3,12415	5	1669		2,21		

179. melléklet: FD GAV adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Függő változó	Független változók														
				Görbeség (G)			Ágasság (Á)			Villásodottság (V)			Választék szám (N, db/fa)			Fatérfogat (Vf, m ³ /fa)		
				Reg.k.	Átl. ért.	G'	Reg.k.	Átl. ért.	Á'	Reg.k.	Átl. ért.	V'	Reg.k.	Átl. ért.	N'	Reg.k.	Átl. ért.	Vf'
1	A	FDAtc	tc (min/fa)	0,05198	1	1,00000	0,13681	2	1,09947	0,56074	1	1,00000	0,08672	3	1,09996	0,49102	0,170	0,41892
2	B	FDBtc	tc (min/fa)	-0,27479	2	0,82657	0,24555	2	1,18554	0,39843	1	1,00000	0,88712	6	4,90133	0,06162	0,849	0,98996
3	CS	FDCStc	tc (min/fa)	0,01942	2	1,01355	0,26179	2	1,19897	0,39198	1	1,00000	1,33008	5	8,50523	-0,41586	0,544	1,28811
4	GY	FDGYtc	tc (min/fa)	-0,04702	2	0,96793	0,37003	2	1,29238	0,25221	1	1,00000	1,07693	6	6,88675	-0,33069	0,425	1,32705
5	KL	FDKLtc	tc (min/fa)	-0,04054	2	0,97229	0,25313	2	1,19179	0,43631	1	1,00000	0,85489	5	3,95861	-0,12258	0,449	1,10313
6	NNY	FDNYtc	tc (min/fa)				0,90649	2	1,87448	0,44189	1	1,00000	0,91422	11	8,95493	0,09534	0,793	0,97813
7	L	FDLtc	tc (min/fa)	0,16758	1	1,00000	0,19065	2	1,14128	0,91896	1	1,00000	0,18230	6	1,38630	0,20211	0,538	0,88224
8	EF	FDEFtc	tc (min/fa)	0,12752	1	1,00000	0,52825	1	1,00000	0,38806	1	1,00000	0,77734	7	4,53867	0,23322	0,348	0,78178
9	FF	FDFtc	tc (min/fa)	0,14358	1	1,00000	0,35233	1	1,00000	0,56181	1	1,00000	0,64328	3	2,02732	0,06997	0,303	0,91985
10	LF	FDFtc	tc (min/fa)										-0,27664	6	0,60916	0,69363	0,377	0,50832
11	F	FDFtc	tc (min/fa)	0,17624	1	1,00000	0,40834	1	1,00000	0,49680	1	1,00000	0,67685	4	2,55567	0,16128	0,323	0,83338
1	A	FDAtsp	tsp (min/m3)	0,05261	1	1,00000	0,13643	2	1,09918	0,55751	1	1,00000	0,09368	3	1,10840	-0,51091	0,170	2,47270
2	B	FDBtsp	tsp (min/m3)	-0,27545	2	0,82619	0,24570	2	1,18567	0,39860	1	1,00000	0,88621	6	4,89334	-0,93795	0,849	1,16595
3	CS	FDCStsp	tsp (min/m3)	0,01946	2	1,01358	0,26156	2	1,19877	0,39214	1	1,00000	1,32956	5	8,49811	-1,41502	0,544	2,36664
4	GY	FDGYtsp	tsp (min/m3)	-0,04746	2	0,96764	0,36980	2	1,29217	0,25244	1	1,00000	1,07649	6	6,88132	-1,33044	0,425	3,12181
5	KL	FDKLtsp	tsp (min/m3)	-0,04034	2	0,97243	0,25320	2	1,19185	0,43592	1	1,00000	0,85567	5	3,96358	-1,12207	0,449	2,45586
6	NNY	FDNYtsp	tsp (min/m3)				0,90650	2	1,87449	0,44102	1	1,00000	0,91381	11	8,94613	-0,90394	0,793	1,23325
7	L	FDLtsp	tsp (min/m3)	0,16799	1	1,00000	0,19063	2	1,14126	0,91918	1	1,00000	0,18203	6	1,38563	-0,79686	0,538	1,63881
8	EF	FDEFtsp	tsp (min/m3)	0,12769	1	1,00000	0,52831	1	1,00000	0,38829	1	1,00000	0,77602	7	4,52703	-0,76641	0,348	2,24563
9	FF	FDFtsp	tsp (min/m3)	0,14363	1	1,00000	0,35261	1	1,00000	0,56181	1	1,00000	0,64328	3	2,02732	-0,92830	0,303	3,02954
10	LF	FDFtsp	tsp (min/m3)										-0,27582	6	0,61006	-0,30711	0,377	1,34930
11	F	FDFtsp	tsp (min/m3)	0,17632	1	1,00000	0,40842	1	1,00000	0,49706	1	1,00000	0,67696	4	2,55606	-0,38305	0,323	1,54170
1	A	FDAT	T (m3/min)	-0,05186	1	1,00000	-0,13719	2	0,90929	-0,55165	1	1,00000	-0,10635	3	0,88973	0,52101	0,170	0,39724
2	B	FDBT	T (m3/min)	0,27502	2	1,21001	-0,24411	2	0,84434	-0,39415	1	1,00000	-0,88264	6	0,20567	0,93425	0,849	0,85819
3	CS	FDCST	T (m3/min)	-0,01792	2	0,98766	-0,26264	2	0,83356	-0,39212	1	1,00000	-1,33337	5	0,11695	1,41813	0,544	0,42174
4	GY	FDGYT	T (m3/min)	0,04836	2	1,03409	-0,36522	2	0,77635	-0,25426	1	1,00000	-1,07150	6	0,14663	1,32247	0,425	0,32252
5	KL	FDKLT	T (m3/min)	0,04179	2	1,02939	-0,25248	2	0,83945	-0,43511	1	1,00000	-0,85772	5	0,25147	1,12301	0,449	0,40688
6	NNY	FDNYT	T (m3/min)				-0,90248	2	0,53497	-0,43203	1	1,00000	-0,91668	11	0,11101	0,90538	0,793	0,81060
7	L	FDLT	T (m3/min)	-0,16676	1	1,00000	-0,18979	2	0,87673	-0,91888	1	1,00000	-0,18338	6	0,71995	0,79748	0,538	0,60996
8	EF	FDEF	T (m3/min)	-0,12780	1	1,00000	-0,53880	1	1,00000	-0,38562	1	1,00000	-0,78257	7	0,21810	0,76988	0,348	0,44368
9	FF	FDFFT	T (m3/min)	-0,14063	1	1,00000	-0,35191	1	1,00000	-0,56295	1	1,00000	-0,64217	3	0,49386	0,92826	0,303	0,33010
10	LF	FDLFT	T (m3/min)										0,27590	6	1,63943	0,30790	0,377	0,74055
11	F	FDFFT	T (m3/min)	-0,17638	1	1,00000	-0,41080	1	1,00000	-0,49742	1	1,00000	-67,88400	4	0,00000	0,84000	0,323	0,38702

180. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 1., FD GAV adatsor (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemeletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Függő változó	Független változók																				
				Görbesség (G)		Ágasság (A)		Villásod. (V)		Vál. szám (N)		Fatérf. (VF)		Görbesség (G)		Ágasság (A)		Villásod. (V)		Vál. szám (N)		Fatérf. (VF)		
				Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	G'	S.r	Á'	S.r	V'	S.r	N'	S.r	VF'	S.r	
1	A	FDAte	tc (min/fa)	0,05198	5	0,13681	3	0,56074	1	0,08672	4	0,49102	2	1,00000	3	1,09947	2	1,00000	3	1,09996	1	0,41892	5	
2	B	FDBte	tc (min/fa)	0,27479	3	0,24555	4	0,39843	2	0,88712	1	0,06162	5	0,82657	5	1,18554	2	1,00000	3	4,90133	1	0,98996	4	
3	CS	FDCStc	tc (min/fa)	0,01942	5	0,26179	4	0,39198	3	1,33008	1	0,41586	2	1,01355	4	1,19897	3	1,00000	5	8,50523	1	1,28811	2	
4	GY	FDGYtc	tc (min/fa)	0,04702	5	0,37003	2	0,25221	4	1,07693	1	0,33069	3	0,96793	5	1,29238	3	1,00000	4	6,88675	1	1,32705	2	
5	KL	FDKltc	tc (min/fa)	0,04054	5	0,25313	3	0,43631	2	0,85489	1	0,12258	4	0,97229	5	1,19179	2	1,00000	4	3,95861	1	1,10313	3	
6	NNY	FDNYtc	tc (min/fa)			0,90649	2	0,44189	3	0,91422	1	0,09534	4			1,87448	2	1,00000	3	8,95493	1	0,97813	4	
7	L	FDLtc	tc (min/fa)	0,16758	5	0,19065	3	0,91896	1	0,18230	4	0,20211	2	1,00000	3	1,14128	2	1,00000	3	1,38630	1	0,88224	5	
Átlag lomb				4,7	3,0	3,0	2,3	1,9	3,1	4,2	2,3	3,6	1,0	3,6	1,0	3,6	1,0	3,6	1,0	3,6	1,0	3,6	3,6	
8	EF	FDEFtc	tc (min/fa)	0,12752	5	0,52825	2	0,38806	3	0,77734	1	0,23322	4	1,00000	2	1,00000	2	1,00000	2	4,53867	1	0,78178	5	
9	FF	FDFtc	tc (min/fa)	0,14358	4	0,35233	3	0,56181	2	0,64328	1	0,06997	5	1,00000	2	1,00000	2	1,00000	2	2,02732	1	0,91985	5	
10	LF	FDLtc	tc (min/fa)							0,27664	2	0,69363	1							0,60916	1	0,50832	2	
11	F	FDFtc	tc (min/fa)	0,17624	2	0,40834	3	0,49680	2	0,67685	1	0,16128	1	1,00000	2	1,00000	2	1,00000	2	2,55567	1	0,83338	5	
Átlag fenyő				3,7	2,7	2,3	1,3	2,8	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	4,3	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,0	4,3	1,0	4,3	4,3
Átlag összes				4,3	2,9	2,3	1,6	3,0	3,4	2,2	3,1	1,0	3,8	4,3	2,9	2,3	1,6	3,0	3,4	2,2	3,1	1,0	3,8	4,3
1	A	FDATsp	tsp (min/m3)	0,05261	5	0,13643	3	0,55751	1	0,09368	4	0,51091	4	1,00000	4	1,09918	3	1,00000	4	1,10840	2	2,47270	1	
2	B	FDBtsp	tsp (min/m3)	0,27545	4	0,24570	5	0,39860	3	0,88621	2	0,93795	2	0,82619	5	1,18567	2	1,00000	4	4,89334	1	1,16595	3	
3	CS	FDCStsp	tsp (min/m3)	0,01946	5	0,26156	4	0,39214	3	1,32956	2	1,41502	2	1,01358	4	1,19877	3	1,00000	5	8,49811	1	2,36664	2	
4	GY	FDGYtsp	tsp (min/m3)	0,04746	5	0,36980	3	0,25244	4	1,07649	2	1,33044	2	0,96764	5	1,29217	3	1,00000	4	6,88132	1	1,31281	2	
5	KL	FDKltsp	tsp (min/m3)	0,04034	5	0,25320	4	0,43592	3	0,85567	2	1,12207	1	0,97243	5	1,19185	3	1,00000	4	3,96358	1	2,45586	2	
6	NNY	FDNYtsp	tsp (min/m3)			0,90650	2	0,44102	4	0,91381	1	0,90394	3			1,87449	2	1,00000	4	8,94613	1	1,23325	3	
7	L	FDLtsp	tsp (min/m3)	0,16799	5	0,19063	3	0,91918	1	0,18203	4	0,79686	2	1,00000	4	1,14126	3	1,00000	4	1,38563	2	1,63881	1	
Átlag lomb				4,8	3,4	2,7	2,4	2,3	4,5	2,7	4,1	1,3	2,0	4,8	3,4	2,7	4,1	1,3	2,0	4,8	3,4	2,7	4,1	2,0
8	EF	FDEFtsp	tsp (min/m3)	0,12769	5	0,52831	3	0,38829	4	0,77602	1	0,76641	2	1,00000	3	1,00000	3	1,00000	3	4,52703	1	2,24563	2	
9	FF	FDFtsp	tsp (min/m3)	0,14363	5	0,35261	4	0,56181	3	0,64328	2	0,92830	1	1,00000	3	1,00000	3	1,00000	3	2,02732	2	3,02954	1	
10	LF	FDLtsp	tsp (min/m3)							0,27582	2	0,30711	1							0,61006	2	1,34930	1	
11	F	FDFtsp	tsp (min/m3)	0,17632	5	0,40842	3	0,49706	2	0,67696	1	0,38305	4	1,00000	3	1,00000	3	1,00000	3	2,55606	1	1,54170	2	
Átlag fenyő				5,0	3,3	3,0	1,5	2,0	3,0	3,0	3,0	1,5	1,5	1,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5
Átlag összes				4,9	3,4	2,8	2,1	2,2	4,0	2,8	3,8	1,4	1,8	4,9	3,4	2,8	2,1	2,2	4,0	2,8	3,8	1,4	1,8	1,8
1	A	FDAT	T (m3/min)	0,01792	5	0,26264	3	0,39212	1	1,33337	4	1,41813	4	0,98766	4	0,83356	3	1,00000	4	0,11695	2	0,42174	1	
2	B	FDBT	T (m3/min)	0,27502	4	0,24411	5	0,39415	3	0,88264	2	0,93425	2	1,21001	1	0,84434	4	1,00000	2	0,20567	5	0,85819	3	
3	CS	FDCST	T (m3/min)	0,01792	5	0,26264	4	0,39212	3	1,33337	2	1,41813	2	0,98766	2	0,83356	3	1,00000	1	0,11695	5	0,42174	4	
4	GY	FDGYT	T (m3/min)	0,04836	5	0,36522	3	0,25426	4	1,07150	2	1,32247	2	1,03409	1	0,77635	3	1,00000	2	0,14663	5	0,32252	4	
5	KL	FDKLT	T (m3/min)	0,04179	5	0,25248	4	0,43511	3	0,85772	2	1,12301	1	1,02939	1	0,83945	3	1,00000	2	0,25147	5	0,40688	4	
6	NNY	FDNYT	T (m3/min)			0,90248	3	0,43203	4	0,91668	1	0,90538	2			0,53497	3	1,00000	1	0,11101	4	0,81060	2	
7	L	FDLT	T (m3/min)	0,16676	5	0,18979	3	0,91888	1	0,18338	4	0,79748	2	1,00000	1	0,87673	2	1,00000	1	0,71995	3	0,60996	4	
Átlag lomb				4,8	3,6	2,7	2,4	2,1	2,1	1,7	3,0	1,9	4,1	4,8	3,6	2,7	2,4	2,1	1,7	3,0	1,9	4,1	3,1	3,1
8	EF	FDEFtsp	T (m3/min)	0,12780	5	0,53880	3	0,38562	4	0,78257	1	0,76988	2	1,00000	1	1,00000	1	1,00000	1	0,21810	3	0,44368	2	
9	FF	FDFtsp	T (m3/min)	0,14063	5	0,35191	4	0,56295	3	0,64217	2	0,92826	1	1,00000	1	1,00000	1	1,00000	1	0,49386	2	0,33010	3	
10	LF	FDLT	T (m3/min)							0,27590	2	0,30790	1							1,63943	1	0,74055	2	
11	F	FDFtsp	T (m3/min)	0,17638	5	0,41080	4	0,49742	3	0,6788400	1	0,84000	2	1,00000	1	1,00000	1	1,00000	1	0,00000	3	0,38702	2	
Átlag fenyő				5,0	3,7	3,3	1,5	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,3	2,3	2,3
Átlag összes				4,9	3,6	2,9	2,1	1,9	1,4	2,4	1,6	3,5	2,8	4,9	3,6	2,9	2,1	1,9	1,4	2,4	1,6	3,5	2,8	2,8

181. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 2., FD GAV adatsor (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Adatsor adatai		Függő változó	Független változók						Varianscia analízis	Többszörös korreláció	Teng. metsz.	Szabadságfok		t	F						
			S	O		P		N		Vf					F próba	R			R2	Hr'%	Szám-láló	Neve-ző	próba értéke	5%-os szignifikancia szinten
						Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba													
száma	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	F próba	R	R2	Hr'%	Szám-láló	Neve-ző	t	F										
1	A	FDAtcP	392	4	tc (min/fa)	0,34361	3,92608	0,24642	1,38346	0,43704	2,84691	159,863	0,74349	0,55	49,95734	1,08264	388	2,62						
2	B	FDBtcP	135	4	tc (min/fa)	0,19811	1,11469	0,74840	2,94107	0,34311	1,64538	40,730	0,69470	0,48	70,20404	0,35766	131	2,67						
3	CS	FDCStcP	593	4	tc (min/fa)	0,42650	5,62612	1,17765	4,30633	-0,23021	-0,89807	172,948	0,68435	0,47	68,29842	0,09388	589	2,61						
4	GY	FDGYtcP	275	4	tc (min/fa)	-0,16254	-2,58036	0,73663	4,93386	0,13345	0,86040	97,983	0,72133	0,52	57,10319	0,53024	271	2,62						
5	KL	FDKLtcP	1426	4	tc (min/fa)	0,37035	7,49163	0,95987	18,03080	-0,15894	-4,14021	466,503	0,70428	0,50	64,61017	0,15170	1422	2,60						
6	NNY	FDNYtcP	501	4	tc (min/fa)	-0,17334	-10,18884	-0,83834	-40,78858	0,17076	6,86278	830,117	0,91303	0,83	52,35660	5,45098	497	2,61						
7	L	FDLtcP	1928	4	tc (min/fa)	0,70518	13,37175	0,21371	5,11250	0,18979	5,25238	272,115	0,54580	0,30	73,09298	0,32553	1924	2,60						
8	EF	FDEFtcP	496	4	tc (min/fa)	0,86802	9,71685	0,76797	15,00451	0,21196	9,21246	234,139	0,76687	0,59	53,10899	0,11435	492	2,61						
9	FF	FDFftcP	1026	4	tc (min/fa)	0,76860	16,28720	0,66260	28,65711	0,07859	3,99439	425,589	0,74526	0,56	33,62619	0,12862	1022	2,60						
10	F	FDFtcP	1675	4	tc (min/fa)	0,83170	19,80368	0,67166	42,13088	0,15638	11,59969	841,516	0,77571	0,60	40,69206	0,12937	1671	2,60						
1	A	FDAtspP	392	4	tsp (min/m3)	0,34313	3,92168	0,25265	1,41886	-0,56490	-3,68083	30,892	0,43909	0,19	49,99854	1,07216	388	2,62						
2	B	FDBtspP	135	4	tsp (min/m3)	0,19774	1,11301	0,74729	2,93781	-0,65607	-3,14732	4,116	0,29349	0,09	69,75988	0,35869	131	2,67						
3	CS	FDCStspP	593	4	tsp (min/m3)	0,42624	5,62586	1,17736	4,30769	-1,22959	-4,79945	19,802	0,30268	0,09	67,67278	0,09402	589	2,61						
4	GY	FDGYtspP	275	4	tsp (min/m3)	-0,16258	-2,58043	0,73615	4,92955	-0,86612	-5,58279	27,043	0,48000	0,23	57,13389	0,53083	271	2,62						
5	KL	FDKLtspP	1426	4	tsp (min/m3)	0,37057	7,49945	0,96052	18,05123	-1,15837	-30,18818	467,513	0,70467	0,50	64,27405	0,15158	1422	2,60						
6	NNY	FDNYtspP	501	4	tsp (min/m3)	-0,33875	-19,49659	-0,76768	-34,12530	-0,00833	-0,30874	594,699	0,88438	0,78	50,03371	8,74780	497	2,61						
7	L	FDLtspP	1928	4	tsp (min/m3)	0,70569	13,38183	0,21332	5,10329	-0,80915	-22,39395	605,178	0,69678	0,49	72,73443	0,32574	1924	2,60						
8	EF	FDEFtspP	496	4	tsp (min/m3)	0,86832	9,72346	0,76664	14,98356	-0,78766	-34,24608	505,569	0,86895	0,76	53,12158	0,11466	492	2,61						
9	FF	FDFftspP	1026	4	tsp (min/m3)	0,76913	16,29081	0,66258	28,64309	-0,91970	-46,72046	1259,968	0,88722	0,79	33,63628	0,12875	1022	2,60						
10	F	FDFtspP	1675	4	tsp (min/m3)	0,83199	19,81386	0,67177	42,14492	-0,84294	-62,53445	2101,806	0,88910	0,79	40,68681	0,12938	1671	2,60						
1	A	FDATP	392	4	T (m3/min)	-0,34225	-3,92194	-0,26234	-1,47715	0,57309	3,74395	31,121	0,44040	0,19	51,58299	0,95483	388	2,62						
2	B	FDBTP	135	4	T (m3/min)	-0,19440	-1,09576	-0,74433	-2,93028	0,65388	3,14123	4,081	0,29263	0,09	69,89955	2,75846	131	2,67						
3	CS	FDCSTP	593	4	T (m3/min)	-0,42607	-5,61885	-1,17956	-4,31214	1,23091	4,80056	19,747	0,30230	0,09	60,89357	10,68185	589	2,61						
4	GY	FDGYTP	275	4	T (m3/min)	0,16615	0,06279	-0,72904	0,14881	0,85512	0,15460	26,987	0,47962	0,23	70,27345	1,83660	271	2,62						
5	KL	FDKLTP	1426	4	T (m3/min)	-0,36809	-7,45389	-0,96263	-18,10205	1,15932	30,23156	467,934	0,70483	0,50	61,92018	6,60019	1422	2,60						
6	NNY	FDNYTP	501	4	T (m3/min)	-0,27111	-8,96189	-0,74515	-35,88568	-0,12658	-3,12680	542,604	0,87527	0,77	75,19933	7,51099	497	2,61						
7	L	FDLTP	1928	4	T (m3/min)	-0,70342	-13,33858	-0,21484	-5,13953	0,80984	22,41270	604,173	0,69648	0,49	73,62590	3,06943	1924	2,60						
8	EF	FDEFTP	496	4	T (m3/min)	-0,88178	-9,78518	-0,77313	-14,97414	0,79173	34,11281	503,171	0,86844	0,75	49,93590	9,00325	492	2,61						
9	FF	FDFFTP	1026	4	T (m3/min)	-0,76684	-16,18472	-0,66164	-28,50073	0,91958	46,54820	1249,155	0,88641	0,79	36,81386	7,73747	1022	2,60						
10	F	FDFTP	1675	4	T (m3/min)	-0,83561	-19,79319	-0,67360	-42,03258	0,84501	62,35121	2090,538	0,88860	0,79	43,26413	7,79790	1671	2,60						

182. melléklet: FD P adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Függő változó	Független változók								
				Nehézségi pontszám (P)			Választék szám (N, db/fa)			Fatérfogat (Vf, m ³ /fa)		
				Reg.k.	Átl. ért.	P'	Reg.k.	Átl. ért.	N'	Reg.k.	Átl. ért.	Vf'
1	A	FDAtcP	tc (min/fa)	0,34361	4	1,61018	0,24642	3	1,31091	0,43704	0,170	0,46097
2	B	FDBtcP	tc (min/fa)	0,19811	5	1,37554	0,74840	6	3,82268	0,34311	0,849	0,94538
3	CS	FDCStcP	tc (min/fa)	0,42650	5	1,98660	1,17765	5	6,65491	-0,23021	0,544	1,15045
4	GY	FDGYtcP	tc (min/fa)	-0,16254	5	0,76982	0,73663	6	3,74291	0,13345	0,425	0,89209
5	KL	FDKLtcP	tc (min/fa)	0,37035	5	1,81495	0,95987	5	4,68727	-0,15894	0,449	1,13572
6	NNY	FDNYtcP	tc (min/fa)	-0,17334	4	0,78639	-0,83834	11	0,13395	0,17076	0,793	0,96117
7	L	FDLtcP	tc (min/fa)	0,70518	4	2,65803	0,21371	6	1,46656	0,18979	0,538	0,88901
8	EF	FDEFtcP	tc (min/fa)	0,86802	4	3,33120	0,76797	7	4,45666	0,21196	0,348	0,79953
9	FF	FDFftcP	tc (min/fa)	0,76860	4	2,90231	0,66260	3	2,07081	0,07859	0,303	0,91043
10	F	FDFtcP	tc (min/fa)	0,83170	3	2,49357	0,67166	4	2,53735	0,15638	0,323	0,83801

1	A	FDAtspP	tsp (min/m ³)	0,34313	4	1,60911	0,25265	3	1,31991	-0,56490	0,170	2,72094
2	B	FDBtspP	tsp (min/m ³)	0,19774	5	1,37472	0,74729	6	3,81509	-0,65607	0,849	1,11338
3	CS	FDCStspP	tsp (min/m ³)	0,42624	5	1,98577	1,17736	5	6,65180	-1,22959	0,544	2,11400
4	GY	FDGYtspP	tsp (min/m ³)	-0,16258	5	0,76977	0,73615	6	3,73969	-0,86612	0,425	2,09826
5	KL	FDKLtspP	tsp (min/m ³)	0,37057	5	1,81559	0,96052	5	4,69218	-1,15837	0,449	2,52829
6	NNY	FDNYtspP	tsp (min/m ³)	-0,33875	4	0,62525	-0,76768	11	0,15869	-0,00833	0,793	1,00193
7	L	FDLtspP	tsp (min/m ³)	0,70569	4	2,65991	0,21332	6	1,46553	-0,80915	0,538	1,65134
8	EF	FDEFtspP	tsp (min/m ³)	0,86832	4	3,33258	0,76664	7	4,44515	-0,78766	0,348	2,29657
9	FF	FDFftspP	tsp (min/m ³)	0,76913	4	2,90444	0,66258	3	2,07077	-0,91970	0,303	2,99859
10	F	FDFtspP	tsp (min/m ³)	0,83199	3	2,49437	0,67177	4	2,53773	-0,84294	0,323	2,59246

1	A	FDATP	T (m ³ /min)	-0,34225	4	0,62222	-0,26234	3	0,74960	0,57309	0,170	0,36222
2	B	FDBTP	T (m ³ /min)	-0,19440	5	0,73134	-0,74433	6	0,26351	0,65388	0,849	0,89849
3	CS	FDCSTP	T (m ³ /min)	-0,42607	5	0,50372	-1,17956	5	0,14980	1,23091	0,544	0,47266
4	GY	FDGYTP	T (m ³ /min)	0,16615	5	1,30657	-0,72904	6	0,27083	0,85512	0,425	0,48109
5	KL	FDKLTP	T (m ³ /min)	-0,36809	5	0,55299	-0,96263	5	0,21240	1,15932	0,449	0,39522
6	NNY	FDNYTP	T (m ³ /min)	-0,27111	4	0,68671	-0,74515	11	0,16750	-0,12658	0,793	1,02979
7	L	FDLTP	T (m ³ /min)	-0,70342	4	0,37714	-0,21484	6	0,68049	0,80984	0,538	0,60531
8	EF	FDEFTP	T (m ³ /min)	-0,88178	4	0,29452	-0,77313	7	0,22214	0,79173	0,348	0,43357
9	FF	FDFFTP	T (m ³ /min)	-0,76684	4	0,34540	-0,66164	3	0,48341	0,91958	0,303	0,33354
10	F	FDFTP	T (m ³ /min)	-0,83561	3	0,39931	-0,67360	4	0,39305	0,84501	0,323	0,38483

183. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 1., FD P adatsor (Forrás: Saját adatok)

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Függő változó	Független változók											
				Nehéz. p. (P)		Vál. szám (N)		Fatérf. (Vf)		Nehéz. p. (P)		Vál. szám (N)		Fatérf. (Vf)	
				Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	P'	S.r	N'	S.r	Vf'	S.r
1	A	FDAtcP	tc (min/fa)	0,34361	2	0,24642	3	0,43704	1	1,61018	1	1,31091	2	0,46097	3
2	B	FDBtcP	tc (min/fa)	0,19811	3	0,74840	1	0,34311	2	1,37554	2	3,82268	1	0,94538	3
3	CS	FDCStcP	tc (min/fa)	0,42650	2	1,17765	1	0,23021	3	1,98660	2	6,65491	1	1,15045	3
4	GY	FDGYtcP	tc (min/fa)	0,16254	2	0,73663	1	0,13345	3	0,76982	3	3,74291	1	0,89209	2
5	KL	FDKLtcP	tc (min/fa)	0,37035	2	0,95987	1	0,15894	3	1,81495	2	4,68727	1	1,13572	3
6	NNY	FDNYtcP	tc (min/fa)	0,17334	2	0,83834	1	0,17076	3	0,78639	2	0,13395	3	0,96117	1
7	L	FDLtcP	tc (min/fa)	0,70518	1	0,21371	2	0,18979	3	2,65803	1	1,46656	2	0,88901	3

Átlag lomb 2,0 1,4 2,6 1,9 1,6 2,6

Átlag fenyő 1,0 2,0 3,0 1,7 1,3 3,0

Átlag összes 1,7 1,6 2,7 1,8 1,5 2,7

1	A	FDAtspP	tsp (min/m ³)	0,34313	2	0,25265	3	0,56490	1	1,60911	2	1,31991	3	2,72094	1
2	B	FDBtspP	tsp (min/m ³)	0,19774	3	0,74729	1	0,65607	2	1,37472	2	3,81509	1	1,11338	3
3	CS	FDCStspP	tsp (min/m ³)	0,42624	3	1,17736	2	1,22959	1	1,98577	3	6,65180	1	2,11400	2
4	GY	FDGYtspP	tsp (min/m ³)	0,16258	3	0,73615	2	0,86612	1	0,76977	3	3,73969	1	2,09826	2
5	KL	FDKLtspP	tsp (min/m ³)	0,37057	3	0,96052	2	1,15837	1	1,81559	3	4,69218	1	2,52829	2
6	NNY	FDNYtspP	tsp (min/m ³)	0,33875	2	0,76768	1	0,00833	3	0,62525	2	0,15869	3	1,00193	1
7	L	FDLtspP	tsp (min/m ³)	0,70569	2	0,21332	3	0,80915	1	2,65991	1	1,46553	3	1,65134	2

Átlag lomb 2,6 2,0 1,4 2,3 1,9 1,9

Átlag fenyő 1,7 3,0 1,3 2,3 2,0 1,7

Átlag összes 2,3 2,3 1,4 2,3 1,9 1,8

1	A	FDATP	T (m ³ /min)	0,34225	2	0,26234	3	0,57309	1	0,62222	2	0,74960	1	0,36222	3
2	B	FDBTP	T (m ³ /min)	0,19440	3	0,74433	1	0,65388	2	0,73134	2	0,26351	3	0,89849	1
3	CS	FDCSTP	T (m ³ /min)	0,42607	3	1,17956	2	1,23091	1	0,50372	1	0,14980	3	0,47266	2
4	GY	FDGYTP	T (m ³ /min)	0,16615	3	0,72904	2	0,85512	1	1,30657	1	0,27083	3	0,48109	2
5	KL	FDKLTP	T (m ³ /min)	0,36809	3	0,96263	2	1,15932	1	0,55299	1	0,21240	3	0,39522	2
6	NNY	FDNYTP	T (m ³ /min)	0,27111	2	0,74515	1	0,12658	3	0,68671	2	0,16750	3	1,02979	1
7	L	FDLTP	T (m ³ /min)	0,70342	2	0,21484	3	0,80984	1	0,37714	3	0,68049	1	0,60531	2

Átlag lomb 2,6 2,0 1,4 1,7 2,4 1,9

Átlag fenyő 1,7 3,0 1,3 1,7 2,0 2,3

Átlag összes 2,3 2,3 1,4 1,7 2,3 2,0

184. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 2., FD P adatsor (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Adatsor adatai		Függő változó	Független változók												Varianscia-analízis	Többszörös korreláció	Teng. metsz.	Szabadságfok		t	F				
			S	O		Gá				Áá				Vá							Nő				Q		Szám-láló	Neve-ző
			száma	Reg.koef.		t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.				t próba	Reg.koef.			t próba	F próba		
1	A	FDAAtc	154	7	tc (min/cikl)	0,19156	2,87211	0,06276	0,85212	-0,03880	-0,53504	0,10799	1,04074	0,66831	2,75156	0,19874	0,86355	90,820	0,88744	0,79	37,75666	0,72901	6	147	1,96	2,16		
2	B	FDABtc	87	7	tc (min/cikl)	0,23803	5,31225	-0,18641	-1,78840	0,10968	1,23427	0,17276	1,07086	0,72352	3,53308	0,14855	0,75508	38,010	0,86041	0,74	36,29472	0,34348	6	80	2,00	2,21		
3	CS	FDACStc	404	7	tc (min/cikl)	0,17881	6,87187	0,01546	0,33167	0,21339	4,26680	0,31643	3,07387	0,11233	0,60345	0,56586	3,04811	89,916	0,75900	0,58	69,53423	1,24475	6	397	1,96	2,12		
4	GY	FDAGYtc	147	7	tc (min/cikl)	0,17131	4,41371	-0,05436	-0,75710	0,33171	4,92637	0,27275	2,30575	1,29556	8,61235	-0,63996	-4,02343	78,561	0,87807	0,77	39,36329	0,07293	6	140	1,96	2,16		
5	KL	FDAKLtc	846	7	tc (min/cikl)	0,18095	10,03682	-0,03670	-1,14374	0,19152	5,74950	0,22787	3,86002	0,98641	20,21168	-0,25001	-5,66259	270,581	0,81197	0,66	73,80790	0,20496	6	839	1,96	2,10		
6	NNY	FDANYtc	243	6	tc (min/cikl)	0,16784	7,60873			0,71098	5,46154	0,58680	2,83479	0,74450	7,15685	0,22013	2,22293	254,126	0,91804	0,84	23,28650	0,09752	5	237	1,96	2,26		
7	L	FDALtc	1089	7	tc (min/cikl)	0,27057	15,38164	0,18495	5,39025	0,11141	3,01381	0,52316	8,21076	0,57222	12,13822	-0,03915	-0,83862	205,292	0,72963	0,53	65,90270	0,33557	6	1082	1,96	2,09		
8	EF	FDAEFtc	185	7	tc (min/cikl)	0,06324	1,75613	-0,02057	-0,28902	0,41457	6,22062	-0,08178	-0,37489	0,53447	10,46680	0,23730	7,08330	83,990	0,85964	0,74	32,40940	0,64476	6	178	1,96	2,14		
9	FF	FDAFFtc	592	7	tc (min/cikl)	0,27568	21,25246	0,00792	0,15275	0,21026	7,18411	0,19723	3,23736	0,54487	26,91034	0,20229	9,18348	352,713	0,88512	0,78	27,91455	0,45574	6	585	1,96	2,10		
10	LF	FDALFtc	37	4	tc (min/cikl)	0,21220	3,58968							-0,04828	-0,10705	0,65169	1,50163	49,764	0,90497	0,82	28,11350	2,64049	3	33	2,04	2,88		
11	F	FDAFtc	814	7	tc (min/cikl)	0,23908	19,54307	0,02630	0,64132	0,25791	9,45340	0,17178	2,81392	0,54140	38,09304	0,19603	12,21281	582,813	0,90138	0,81	30,43936	0,47207	6	807	1,96	2,10		
1	A	FDAAtsp	154	7	tsp (min/m3)	0,19204	2,88078	0,06283	0,85354	-0,03932	-0,54248	0,10816	1,04288	0,66905	2,75611	-0,80160	-3,48507	7,542	0,48515	0,24	37,71726	0,72759	6	147	1,96	2,16		
2	B	FDABtsp	87	7	tsp (min/m3)	0,23825	5,31693	-0,18660	-1,79015	0,10976	1,23509	0,17261	1,06991	0,72332	3,53204	-0,85112	-4,32627	8,772	0,62995	0,40	36,31186	0,34351	6	80	2,00	2,21		
3	CS	FDACStsp	404	7	tsp (min/m3)	0,17881	6,87204	0,01549	0,33215	0,21325	4,26406	0,31588	3,06860	0,11078	0,59515	-0,43241	-2,32932	20,345	0,48494	0,24	69,62795	1,24928	6	397	1,96	2,12		
4	GY	FDAGYtsp	147	7	tsp (min/m3)	0,17123	4,41143	-0,05447	-0,75855	0,33154	4,92366	0,27268	2,30507	1,29598	8,61495	-1,64051	-10,31364	28,072	0,73898	0,55	39,37486	0,07286	6	140	1,96	2,16		
5	KL	FDAKLtsp	846	7	tsp (min/m3)	0,18094	10,03619	-0,03672	-1,14432	0,19139	5,74542	0,22769	3,85675	0,98648	20,21225	-1,24996	-28,31008	157,428	0,72773	0,53	73,97785	0,20499	6	839	1,96	2,10		
6	NNY	FDANYtsp	243	6	tsp (min/m3)	0,17787	7,61044			0,17016	5,45541	0,58857	2,84342	0,74376	7,15005	-0,77885	-7,86515	47,827	0,70869	0,50	23,30365	0,09777	5	237	1,96	2,26		
7	L	FDALtsp	1089	7	tsp (min/m3)	0,27056	15,38025	0,18494	5,38972	0,11125	3,00931	0,52302	8,20815	0,57221	12,13730	-1,03901	-22,25246	204,898	0,72930	0,53	65,99267	0,33568	6	1082	1,96	2,09		
8	EF	FDAEFtsp	185	7	tsp (min/m3)	0,06303	1,74996	-0,02046	-0,28728	0,41473	6,22101	-0,08159	-0,37388	0,53406	10,45530	-0,76253	-22,75346	127,535	0,90071	0,81	32,43255	0,64586	6	178	1,96	2,14		
9	FF	FDAFFtsp	592	7	tsp (min/m3)	0,27570	21,24760	0,00788	0,15193	0,21030	7,18347	0,19757	3,24202	0,54460	26,88931	-0,79676	-36,16034	349,106	0,88413	0,78	27,92079	0,45618	6	585	1,96	2,10		
10	LF	FDALFtsp	37	4	tsp (min/m3)	0,21272	3,59498							-0,04454	-0,09866	-0,35222	-0,81078	26,671	0,84143	0,71	28,16586	2,60947	3	33	2,04	2,88		
11	F	FDAFtsp	814	7	tsp (min/m3)	0,23910	19,53721	0,02663	0,64918	0,25792	9,44933	0,17220	2,81966	0,54138	38,07749	-0,80365	-50,04979	586,346	0,90189	0,81	30,45395	0,47213	6	807	1,96	2,10		
1	A	FDAAT	154	7	T (m3/min)	-0,19990	-2,99357	-0,06830	-0,92619	0,04465	0,61486	-0,08965	-0,86296	-0,66898	-2,75114	0,79711	3,45960	7,449	0,48287	0,23	35,56068	1,37741	6	147	1,96	2,16		
2	B	FDABT	87	7	T (m3/min)	-0,24076	-5,37594	0,18824	1,80687	-0,11136	-1,25378	-0,17380	-1,07786	-0,72744	-3,55407	0,85810	4,36409	8,962	0,63400	0,40	39,09695	2,95722	6	80	2,00	2,21		
3	CS	FDACST	404	7	T (m3/min)	-0,17790	-6,84581	-0,01474	-0,31645	-0,21399	-4,28424	-0,31500	-3,06394	-0,11383	-0,61234	0,43423	2,34210	20,269	0,48425	0,23	46,06509	0,80436	6	397	1,96	2,12		
4	GY	FDAGYT	147	7	T (m3/min)	-0,16872	-4,35050	0,05700	0,79447	-0,32549	-4,83812	-0,28246	-2,38977	-1,27946	-8,51253	1,62168	10,20413	27,469	0,73533	0,54	46,35299	13,06272	6	140	1,96	2,16		
5	KL	FDAKLT	846	7	T (m3/min)	-0,18031	-9,99963	0,03728	1,16166	-0,19030	-5,71185	-0,22534	-3,81640	-0,98752	-20,23032	1,24857	28,27409	156,653	0,72689	0,53	46,70795	4,87487	6	839	1,96	2,10		
6	NNY	FDANYT	243	6	T (m3/min)	-0,16570	-7,54536			-0,71117	-5,48747	-0,58351	-2,83151	-0,74579	-7,20137	0,78106	7,92243	48,000	0,70933	0,50	28,08840	10,26253	5	237	1,96	2,26		
7	L	FDALT	1089	7	T (m3/min)	-0,26976	-15,32061	-0,18452	-5,37354	-0,10951	-2,95994	-0,52154	-8,17842	-0,57089	-12,10352	1,03629	22,18355	203,549	0,72817	0,53	59,45578	2,96095	6	1082	1,96	2,09		
8	EF	FDAEFT	185	7	T (m3/min)	-0,06143	-1,66778	0,02622	0,36014	-0,42395	-6,21919	0,08459	0,37911	-0,54032	-10,34483	0,77027	22,47808	124,819	0,89887	0,81	38,98390	1,57538	6	178	1,96	2,14		
9	FF	FDAFFT	592	7	T (m3/min)	-0,27412	-21,22949	-0,00746	-0,14456	-0,21313	-7,31592	-0,19607	-3,23322	-0,54583	-27,08224	0,79836	36,41035	353,288	0,88528	0,78	34,52063	2,19541	6	585	1,96	2,10		
10	LF	FDALFT	37	4	T (m3/min)	-0,21368	-3,61221							0,02997	0,06641	0,36735	0,84586	26,837	0,84219	0,71	24,31445	0,39862	3	33	2,04	2,88		
11	F	FDAFT	814	7	T (m3/min)	-0,23753	-19,34687	-0,02486	-0,60423	-0,26156	-9,55271	-0,17089	-2,78925	-0,54477	-38,19344	0,80793	50,15595	588,148	0,90215	0,81	36,35936	2,13216	6	807	1,96	2,10		

185. melléklet: FDA GAV adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok felhasználásában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Függő változó	Független változók																	
				Átállási távolság (s)			Átl. Görbeség (Gá)			Átl. Ágasság (Áá)			Átl. Villásodottság (Vá)			Választék szám (Nö, db/cikl.)			Fáterfogat (Q, m ³ /ciklus)		
				Reg.k.	Átl. ért.	s'	Reg.k.	Átl. ért.	Gá'	Reg.k.	Átl. ért.	Áá'	Reg.k.	Átl. ért.	Vá'	Reg.k.	Átl. ért.	Nö'	Reg.k.	Átl. ért.	Q'
1	A	FDAATc	tc (min/cikl)	0,19156	5	1,36111	0,06276	1	1,00000	-0,03880	2	0,97346	0,10799	1	1,00000	0,66831	7	3,67103	0,19874	0,427	0,84441
2	B	FDABtc	tc (min/cikl)	0,23803	16	1,93471	-0,18641	1	1,00000	0,10968	2	1,07899	0,17276	1	1,00000	0,72352	8	4,50198	0,14855	1,041	1,00599
3	CS	FDACStc	tc (min/cikl)	0,17881	12	1,55944	0,01546	2	1,01077	0,21339	2	1,15941	0,31643	1	1,00000	0,11233	6	1,22295	0,56586	0,747	0,84785
4	GY	FDAGYtc	tc (min/cikl)	0,17131	13	1,55178	-0,05436	2	0,96302	0,33171	2	1,25850	0,27275	1	1,00000	1,29556	9	17,22973	-0,63996	0,686	1,27276
5	KL	FDAKLtc	tc (min/cikl)	0,18095	12	1,56775	-0,03670	2	0,97488	0,19152	2	1,14197	0,22787	1	1,00000	0,98641	7	6,81731	-0,25001	0,739	1,07855
6	NNY	FDANYtc	tc (min/cikl)	0,16784	7	1,38625				0,71098	2	1,63692	0,58680	1	1,00000	0,74450	23	10,32301	0,22013	1,639	1,11490
7	L	FDALtc	tc (min/cikl)	0,27057	12	1,95882	0,18495	2	1,13678	0,11141	2	1,08028	0,52316	1	1,00000	0,57222	11	3,94372	-0,03915	0,940	1,00243
8	EF	FDAEFtc	tc (min/cikl)	0,06324	7	1,13095	-0,02057	1	1,00000	0,41457	1	1,00000	-0,08178	1	1,00000	0,53447	15	4,25192	0,23730	0,705	0,92040
9	FF	FDAFFtc	tc (min/cikl)	0,27568	7	1,70992	0,00792	1	1,00000	0,21026	1	1,00000	0,19723	1	1,00000	0,54487	5	2,40352	0,20229	0,504	0,87057
10	LF	FDALFtc	tc (min/cikl)	0,21220	10	1,63005										-0,04828	27	0,85289	0,65169	1,597	1,35672
11	F	FDAFtc	tc (min/cikl)	0,23908	7	1,59238	0,02630	1	1,00000	0,25791	1	1,00000	0,17178	1	1,00000	0,54140	9	3,28569	0,19603	0,599	0,90442
1	A	FDAATsp	tsp (min/m3)	0,19204	5	1,36217	0,06283	1	1,00000	-0,03932	2	0,97311	0,10816	1	1,00000	0,66905	7	3,67632	-0,80160	0,427	1,97810
2	B	FDABtsp	tsp (min/m3)	0,23825	16	1,93589	-0,18660	1	1,00000	0,10976	2	1,07905	0,17261	1	1,00000	0,72332	8	4,50011	-0,85112	1,041	0,96638
3	CS	FDACStsp	tsp (min/m3)	0,17881	12	1,55944	0,01549	2	1,01079	0,21325	2	1,15930	0,31588	1	1,00000	0,11078	6	1,21956	-0,43241	0,747	1,13443
4	GY	FDAGYtsp	tsp (min/m3)	0,17123	13	1,55146	-0,05447	2	0,96295	0,33154	2	1,25836	0,27268	1	1,00000	1,29598	9	17,24564	-1,64051	0,686	1,85572
5	KL	FDAKLtsp	tsp (min/m3)	0,18094	12	1,56771	-0,03672	2	0,97487	0,19139	2	1,14186	0,22769	1	1,00000	0,98648	7	6,81824	-1,24996	0,739	1,45945
6	NNY	FDANYtsp	tsp (min/m3)	0,17787	7	1,41357				0,71016	2	1,12518	0,58857	1	1,00000	0,74376	23	10,29909	-0,77885	1,639	0,68057
7	L	FDALtsp	tsp (min/m3)	0,27056	12	1,95877	0,18494	2	1,13677	0,11125	2	1,08016	0,52302	1	1,00000	0,57221	11	3,94362	-1,03901	0,940	1,06640
8	EF	FDAEFtsp	tsp (min/m3)	0,06303	7	1,13049	-0,02046	1	1,00000	0,41473	1	1,00000	-0,08159	1	1,00000	0,53406	15	4,24721	-0,76253	0,705	1,30545
9	FF	FDAFFtsp	tsp (min/m3)	0,27570	7	1,70999	0,00788	1	1,00000	0,21030	1	1,00000	0,19757	1	1,00000	0,54460	5	2,40248	-0,79676	0,504	1,72620
10	LF	FDALFtsp	tsp (min/m3)	0,21272	10	1,63200										-0,04454	27	0,86347	-0,35222	1,597	0,84799
11	F	FDAFtsp	tsp (min/m3)	0,23910	7	1,59244	0,02663	1	1,00000	0,25792	1	1,00000	0,17220	1	1,00000	0,54138	9	3,28555	-0,80365	0,599	1,50963
1	A	FDAAT	T (m3/min)	-0,19990	5	0,72490	-0,06830	1	1,00000	0,04465	2	1,03143	-0,08965	1	1,00000	-0,66898	7	0,27205	0,79711	0,427	0,50747
2	B	FDABT	T (m3/min)	-0,24076	16	0,51297	0,18824	1	1,00000	-0,11136	2	0,92571	-0,17380	1	1,00000	-0,72744	8	0,22032	0,85810	1,041	1,03508
3	CS	FDACST	T (m3/min)	-0,17790	12	0,64271	-0,01474	2	0,98984	-0,21399	2	0,86215	-0,31500	1	1,00000	-0,11383	6	0,81550	0,43423	0,747	0,88103
4	GY	FDAGYT	T (m3/min)	-0,16872	13	0,64872	0,05700	2	1,04030	-0,32549	2	0,79803	-0,28246	1	1,00000	-1,27946	9	0,06013	1,62168	0,686	0,54271
5	KL	FDAKLT	T (m3/min)	-0,18031	12	0,63887	0,03728	2	1,02618	-0,19030	2	0,87642	-0,22534	1	1,00000	-0,98752	7	0,14637	1,24857	0,739	0,68548
6	NNY	FDANYT	T (m3/min)	-0,16570	7	0,72438				-0,71117	2	0,61082	-0,58351	1	1,00000	-0,74579	23	0,09648	0,78106	1,639	1,47095
7	L	FDALT	T (m3/min)	-0,26976	12	0,51154	-0,18452	2	0,87994	-0,10951	2	0,92690	-0,52154	1	1,00000	-0,57089	11	0,25438	1,03629	0,940	0,93789
8	EF	FDAEFT	T (m3/min)	-0,06143	7	0,88733	0,02622	1	1,00000	-0,42395	1	1,00000	0,08459	1	1,00000	-0,54032	15	0,23149	0,77027	0,705	0,76395
9	FF	FDAFFT	T (m3/min)	-0,27412	7	0,58660	-0,00746	1	1,00000	-0,21313	1	1,00000	-0,19607	1	1,00000	-0,54583	5	0,41541	0,79836	0,504	0,57867
10	LF	FDALFT	T (m3/min)	-0,21368	10	0,61139										0,02997	27	1,10382	0,36735	1,597	1,18764
11	F	FDAFT	T (m3/min)	-0,23753	7	0,62989	-0,02486	1	1,00000	-0,26156	1	1,00000	-0,17089	1	1,00000	-0,54477	9	0,30210	0,80793	0,599	0,66096

186. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 1., FDA GAV adatsor (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Függő változó	Független változók																											
				Átáll. táv. (s)		Görbes. (Gá)		Ágasság (Aá)		Villásod. (Vá)		Vál. szám (Nö)		Fatérf. (Q)		Átáll. táv. (s)		Görbes. (Gá)		Ágasság (Aá)		Villásod. (Vá)		Vál. szám (Nö)		Fatérf. (Q)					
				Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	s'	S.r	Gá'	S.r	Áá'	S.r	Vá'	S.r	Nö'	S.r	Q'	S.r				
1	A	FDAtc	tc (min/fa)	0,19156	3	0,06276	5	0,03880	6	0,10799	4	0,66831	1	0,19874	2	1,36111	2	1,00000	3	0,97346	5	1,00000	3	3,67103	1	0,84441	6				
2	B	FDBtc	tc (min/fa)	0,23803	2	0,18641	3	0,10968	6	0,17276	4	0,72352	1	0,14855	5	1,93471	2	1,00000	5	1,07899	3	1,00000	5	4,50198	1	1,00599	4				
3	CS	FDCStc	tc (min/fa)	0,17881	4	0,01546	6	0,21339	3	0,31643	2	0,11233	5	0,56586	1	1,55944	1	1,01077	4	1,15941	3	1,00000	5	1,22295	2	0,84785	6				
4	GY	FDGYtc	tc (min/fa)	0,17131	5	0,05436	6	0,33171	3	0,27275	4	1,29556	1	0,63996	2	1,55178	2	0,96302	6	1,25850	4	1,00000	5	17,22973	1	1,27276	3				
5	KL	FDKltc	tc (min/fa)	0,18095	5	0,03670	6	0,19152	4	0,22787	3	0,98641	1	0,25001	2	1,56775	2	0,97488	6	1,14197	3	1,00000	5	6,81731	1	1,07855	4				
6	NNY	FDNYtc	tc (min/fa)	0,16784	5			0,71098	2	0,58680	3	0,74450	1	0,22013	4	1,38625	3			1,63692	2	1,00000	5	10,32301	1	1,11490	4				
7	L	FDLtc	tc (min/fa)	0,27057	3	0,18495	4	0,11141	5	0,52316	2	0,57222	1	0,03915	6	1,95882	2	1,13678	3	1,08028	4	1,00000	6	3,94372	1	1,00243	5				
Átlag lomb					3,9		5,0		4,1		3,1		1,6		3,1		2,0		4,5		3,4		4,9		1,1		4,6				
8	EF	FDEFtc	tc (min/fa)	0,06324	5	0,02057	6	0,41457	2	0,08178	4	0,53447	1	0,23730	3	1,13095	2	1,00000	3	1,00000	3	1,00000	3	4,25192	1	0,92040	6				
9	FF	FDFtc	tc (min/fa)	0,27568	2	0,00792	6	0,21026	3	0,19723	5	0,54487	1	0,20229	4	1,70992	2	1,00000	3	1,00000	3	1,00000	3	2,40352	1	0,87057	6				
10	LF	FDLtc	tc (min/fa)	0,21220	2							0,04828	3	0,65169	1	1,63005								0,85289	2	1,35672	1				
11	F	FDFtc	tc (min/fa)	0,23908	3	0,02630	6	0,25791	2	0,17178	5	0,54140	1	0,19603	4	1,59238	2	1,00000	3	1,00000	3	1,00000	3	3,28569	1	0,90442	6				
Átlag fenyő					3,4		5,4		3,0		3,7		1,4		3,6		2,2		3,3		3,1		4,1		1,2		4,7				
Átlag összes					3,5		5,3		3,6		3,6		1,5		3,1		2,0		4,0		3,3		4,3		1,2		4,6				
1	A	FDAtsp	tsp (min/m3)	0,19204	3	0,06283	5	0,03932	6	0,10816	4	0,66905	2	0,80160	1	1,36217	3	1,00000	4	0,97311	6	1,00000	4	3,67632	1	1,97810	2				
2	B	FDBtsp	tsp (min/m3)	0,23825	3	0,18660	4	0,10976	6	0,17261	5	0,72332	2	0,85112	1	1,93589	2	1,00000	4	1,07905	3	1,00000	4	4,50011	1	0,96638	6				
3	CS	FDCStsp	tsp (min/m3)	0,17881	4	0,01549	6	0,21325	3	0,31588	2	0,11078	5	0,43241	1	1,55944	3	1,01079	5	1,15930	2	1,00000	6	1,21956	1	1,13443	4				
4	GY	FDGYtsp	tsp (min/m3)	0,17123	5	0,05447	6	0,33154	3	0,27268	4	1,29598	2	1,64051	1	1,55146	3	0,96295	6	1,25836	4	1,00000	5	17,24564	1	1,85572	2				
5	KL	FDKltsp	tsp (min/m3)	0,18094	5	0,03672	6	0,19139	4	0,22769	3	0,98648	2	1,24996	1	1,56771	2	0,97487	6	1,14186	4	1,00000	5	6,81824	1	1,45945	3				
6	NNY	FDNYtsp	tsp (min/m3)	0,17787	4			0,17016	5	0,58857	3	0,74376	2	0,77885	1	1,41357	2			1,12518	3	1,00000	4	10,29909	1	0,68057	5				
7	L	FDLtsp	tsp (min/m3)	0,27056	4	0,18494	5	0,11125	6	0,52302	3	0,57221	2	1,03901	1	1,95877	2	1,13677	3	1,08016	4	1,00000	6	3,94362	1	1,06640	5				
Átlag lomb					4,0		5,3		4,7		3,4		2,4		1,0		2,4		4,7		3,7		4,9		1,0		3,9				
8	EF	FDEFtsp	tsp (min/m3)	0,06303	5	0,02046	6	0,41473	3	0,08159	4	0,53406	2	0,76253	1	1,13049	3	1,00000	4	1,00000	4	1,00000	4	4,24721	1	1,30545	2				
9	FF	FDFtsp	tsp (min/m3)	0,27570	3	0,00788	6	0,21030	4	0,19757	5	0,54460	2	0,79676	1	1,70999	3	1,00000	4	1,00000	4	1,00000	4	2,40248	1	1,72620	2				
10	LF	FDLtsp	tsp (min/m3)	0,21272	2							0,04454	3	0,35222	1	1,63200	1							0,86347	2	0,84799	3				
11	F	FDFtsp	tsp (min/m3)	0,23910	4	0,02663	6	0,25792	3	0,17220	5	0,54138	2	0,80365	1	1,59244	2	1,00000	4	1,00000	4	1,00000	4	3,28555	1	1,50963	3				
Átlag fenyő					3,7		5,7		4,3		3,9		2,2		1,0		2,2		3,9		3,8		4,5		1,1		3,4				
Átlag összes					3,8		5,6		4,3		3,8		2,4		1,0		2,4		4,4		3,8		4,6		1,1		3,4				
1	A	FDA T	T (m3/min)	0,19990	3	0,06830	5	0,04465	6	0,08965	4	0,66898	2	0,79711	1	0,72490	4	1,00000	2	1,03143	1	1,00000	2	0,27205	6	0,50747	5				
2	B	FDB T	T (m3/min)	0,24076	3	0,18824	4	0,11136	6	0,17380	5	0,72744	2	0,85810	1	0,51297	5	1,00000	2	0,92571	4	1,00000	2	0,22032	6	1,03508	1				
3	CS	FDCST	T (m3/min)	0,17790	4	0,01474	6	0,21399	3	0,31500	2	0,11383	5	0,43423	1	0,64271	6	0,98984	2	0,86215	4	1,00000	1	0,81550	5	0,88103	3				
4	GY	FDGYT	T (m3/min)	0,16872	5	0,05700	6	0,32549	3	0,28246	4	1,27946	2	1,62168	1	0,64872	4	1,04030	1	0,79803	3	1,00000	2	0,06013	5	0,54271	6				
5	KL	FDKLT	T (m3/min)	0,18031	5	0,03728	6	0,19030	4	0,22534	3	0,98752	2	1,24857	1	0,63887	5	1,02618	1	0,87642	3	1,00000	2	0,14637	6	0,68548	4				
6	NNY	FDNYT	T (m3/min)	0,16570	5			0,71117	3	0,58351	4	0,74579	2	0,78106	1	0,72438	3			0,61082	4	1,00000	2	0,09648	5	1,47095	1				
7	L	FDLT	T (m3/min)	0,26976	4	0,18452	5	0,10951	6	0,52154	3	0,57089	2	1,03629	1	0,51154	5	0,87994	4	0,92690	3	1,00000	1	0,25438	6	0,93789	2				
Átlag lomb					4,1		5,3		4,4		3,6		2,4		1,0		4,6		2,0		3,1		1,7		5,6		3,1				
8	EF	FDEF T	T (m3/min)	0,06143	5	0,02622	6	0,42395	3	0,08459	4	0,54032	2	0,77027	1	0,88733	4	1,00000	1	1,00000	1	1,00000	1	0,23149	6	0,76395	5				
9	FF	FDF T	T (m3/min)	0,27412	3	0,00746	6	0,21313	4	0,19607	5	0,54583	2	0,79836	1	0,58660	4	1,00000	1	1,00000	1	1,00000	1	0,41541	6	0,57867	5				
10	LF	FDL T	T (m3/min)	0,21368	2							0,02997	3	0,36735	1	0,61139	3							1,10382	2	1,18764	1				
11	F	FDF T	T (m3/min)	0,23753	4	0,02486	6	0,26156	3	0,17089	5	0,54477	2	0,80793	1	0,62989	5	1,00000	1	1,00000	1	1,00000	1	0,30210	6	0,66096	4				
Átlag fenyő					3,9		5,7		3,9		4,1		2,2		1,0		4,1		1,8		2,2		1,3		5,2		3,0				
Átlag összes					3,9		5,6		4,1		3,9		2,4		1,0		4,4		1,7		2,5		1,5		5,4		3,4				

187. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 2., FDA GAV adatsor (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszörletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Adatsor adatai		Függő változó	Független változók								Varianscia analízis	Többszörös korreláció	Teng. metsz.	Szabadságfok		t	F		
						s		Pá		Nő		Q										
						S	O	Reg.koef.		Reg.koef.		Reg.koef.									Reg.koef.	
						száma		t próba	t próba	t próba	t próba	t próba	t próba								F próba	R
1	A	FDAAtcP	154	5	tc (min/cikl)	0,19286	2,91351	0,16329	1,34233	0,74145	3,22565	0,12275	0,56675	137,781	0,88723	0,79	37,96095	0,46871	149	1,96	2,43	
2	B	FDABtcP	87	5	tc (min/cikl)	0,26598	5,98998	0,08270	0,49188	0,57395	2,85138	0,33174	1,77645	53,105	0,84940	0,72	37,08225	0,39472	82	2,00	2,48	
3	CS	FDACStcP	404	5	tc (min/cikl)	0,19209	7,38673	0,40823	4,78578	0,00603	0,03246	0,71160	3,86607	131,743	0,75439	0,57	65,18916	0,95957	399	1,96	2,39	
4	GY	FDAGYtcP	147	5	tc (min/cikl)	0,21098	5,40976	0,49238	3,90334	1,14627	7,57285	-0,43630	-2,76325	104,883	0,86436	0,75	40,91823	119,48550	142	1,96	2,43	
5	KL	FDAKLtcP	846	5	tc (min/cikl)	0,19402	10,68512	0,29935	5,17594	1,01640	20,72448	0,25363	5,67765	389,667	0,80594	0,65	77,96900	0,13407	841	1,96	2,38	
6	NNY	FDANYtcP	243	5	tc (min/cikl)	0,16684	7,57144	1,38780	6,51564	0,74299	7,14589	0,22058	2,22824	317,455	0,91769	0,84	23,30014	0,02343	238	1,96	2,39	
7	L	FDALtcP	1089	5	tc (min/cikl)	0,28486	16,06584	0,55535	8,57026	0,56518	12,07839	-0,03078	-0,65165	291,083	0,71963	0,52	63,14333	0,17227	1084	1,96	2,37	
8	EF	FDAEFtcP	185	5	tc (min/cikl)	0,07438	2,00540	0,58245	4,86017	0,56082	10,70029	0,21558	6,30667	114,111	0,84686	0,72	34,08508	0,30541	180	1,96	2,41	
9	FF	FDAFFtcP	592	5	tc (min/cikl)	0,27511	21,26392	0,43654	7,81336	0,55227	27,42835	0,19854	9,15001	525,606	0,88416	0,78	27,98457	0,27772	587	2,04	2,38	
10	F	FDAFtcP	814	5	tc (min/cikl)	0,24027	19,57461	0,49264	9,59764	0,54089	38,01183	0,19439	12,16243	859,783	0,89976	0,81	30,77718	0,27338	809	1,96	2,38	
1	A	FDAAtspP	154	5	tsp (min/m3)	0,19334	2,92227	0,16265	1,33774	0,74251	3,23179	-0,87791	-4,05539	11,375	0,48367	0,23	37,92239	0,46769	149	1,96	2,43	
2	B	FDABtspP	87	5	tsp (min/m3)	0,26621	5,99469	0,08255	0,49093	0,57370	2,84994	-0,66785	-3,57616	11,188	0,59420	0,35	37,10000	0,39487	82	2,00	2,48	
3	CS	FDACStspP	404	5	tsp (min/m3)	0,19208	7,38668	0,40803	4,78371	0,00457	0,02462	-0,28682	-1,55836	28,570	0,47186	0,22	65,27693	0,96309	399	1,96	2,39	
4	GY	FDAGYtspP	147	5	tsp (min/m3)	0,21090	5,40760	0,49209	3,90103	1,14672	7,57584	-1,43688	-9,10043	35,327	0,70624	0,50	40,93530	0,05863	142	1,96	2,43	
5	KL	FDAKLtspP	846	5	tsp (min/m3)	0,19401	10,68436	0,29916	5,17257	1,01644	20,72507	-1,25358	-28,06165	224,286	0,71844	0,52	78,15673	0,13411	841	1,96	2,38	
6	NNY	FDANYtspP	243	5	tsp (min/m3)	0,16686	7,57246	1,38733	6,51342	0,74223	7,13858	-0,77839	-7,86297	59,541	0,70723	0,50	23,31854	0,02349	238	1,96	2,39	
7	L	FDALtspP	1089	5	tsp (min/m3)	0,28485	16,06424	0,55508	8,56576	0,56514	12,07683	-1,03063	-21,82079	290,510	0,71929	0,52	63,21773	0,17239	1084	1,96	2,37	
8	EF	FDAEFtspP	185	5	tsp (min/m3)	0,07418	1,99932	0,58278	4,86140	0,56042	10,68909	-0,78426	-22,93532	175,074	0,89192	0,80	34,10860	0,30581	180	1,96	2,41	
9	FF	FDAFFtspP	592	5	tsp (min/m3)	0,27512	21,25871	0,43678	7,81557	0,55199	27,40734	-0,80050	-36,88224	520,234	0,88316	0,78	27,99058	0,27792	587	2,04	2,38	
10	F	FDAFtspP	814	5	tsp (min/m3)	0,24028	19,56896	0,49302	9,60172	0,54087	37,99773	-0,80527	-50,36685	865,105	0,90028	0,81	30,79029	0,27331	809	1,96	2,38	
1	A	FDAATP	154	5	T (m3/min)	-0,20100	-3,03272	-0,15413	-1,26543	-0,74830	-3,25138	0,87949	4,05568	11,233	0,48135	0,23	35,52823	2,15822	149	1,96	2,43	
2	B	FDABTP	87	5	T (m3/min)	-0,26897	-6,05586	-0,08362	-0,49724	-0,57646	-2,86318	0,67312	3,60374	11,415	0,59805	0,36	41,07589	2,56967	82	2,00	2,48	
3	CS	FDACSTP	404	5	T (m3/min)	-0,19121	-7,36220	-0,40811	-4,79044	-0,00714	-0,03845	0,28806	1,56700	28,437	0,47100	0,22	46,34288	1,04253	399	1,96	2,39	
4	GY	FDAGYTP	147	5	T (m3/min)	-0,20826	-5,34209	-0,48386	-3,83736	-1,13077	-7,47337	1,41759	8,98178	34,429	0,70167	0,49	54,67037	16,08666	142	1,96	2,43	
5	KL	FDAKLTP	846	5	T (m3/min)	-0,19333	-10,64717	-0,29701	-5,13536	-1,01727	-20,74206	1,25217	28,03044	223,303	0,71767	0,52	47,58829	7,43101	841	1,96	2,38	
6	NNY	FDANYTP	243	5	T (m3/min)	-0,16471	-7,50868	-1,38653	-6,53894	-0,74434	-7,19106	0,78064	7,92123	59,772	0,70791	0,50	28,20016	42,64744	238	1,96	2,39	
7	L	FDALTP	1089	5	T (m3/min)	-0,28423	-16,01677	-0,55195	-8,49741	-0,56523	-12,06696	1,02903	21,76864	288,527	0,71810	0,52	58,92512	5,76914	1084	1,96	2,37	
8	EF	FDAEFTP	185	5	T (m3/min)	-0,07303	-1,92360	-0,59062	-4,81446	-0,56741	-10,57587	0,79262	22,65153	170,935	0,88972	0,79	41,55320	3,36704	180	1,96	2,41	
9	FF	FDAFFTP	592	5	T (m3/min)	-0,27360	-21,24421	-0,44123	-7,93350	-0,55335	-27,60808	0,80234	37,14648	526,413	0,88431	0,78	34,73652	3,62326	587	2,04	2,38	
10	F	FDAFTP	814	5	T (m3/min)	-0,23879	-19,37897	-0,49765	-9,65810	-0,54428	-38,10343	0,80970	50,46673	867,104	0,90048	0,81	36,72851	3,70319	809	1,96	2,38	

188. melléklet: FDA P adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Függő változó	Függeten változók											
				Átállási távolság (s)			Nehézségi pontszám (Pá)			Választék szám (Nö, db/ciklus)			Fatérfogat (Q, m ³ /ciklus)		
				Reg.k.	Átl. ért.	s'	Reg.k.	Átl. ért.	Pá'	Reg.k.	Átl. ért.	Nö'	Reg.k.	Átl. ért.	Q'
1	A	FDAAtcP	tc (min/cikl)	0,19286	5	1,36397	0,16329	4	1,25404	0,74145	7	4,23251	0,12275	0,427	0,900813781
2	B	FDABtcP	tc (min/cikl)	0,26598	16	2,09060	0,08270	5	1,14236	0,57395	8	3,29859	0,33174	1,041	1,013419146
3	CS	FDACStcP	tc (min/cikl)	0,19209	12	1,61176	0,40823	5	1,92904	0,00603	6	1,01086	0,71160	0,747	0,812559066
4	GY	FDAGYtcP	tc (min/cikl)	0,21098	13	1,71799	0,49238	5	2,20881	1,14627	9	12,41137	-0,43630	0,686	1,178723083
5	KL	FDAKLtcP	tc (min/cikl)	0,19402	12	1,61951	0,29935	5	1,61896	1,01640	7	7,22699	0,25363	0,739	0,926156308
6	NNY	FDANYtcP	tc (min/cikl)	0,16684	7	1,38355	1,38780	4	6,84761	0,74299	23	10,27425	0,22058	1,639	1,115146243
7	L	FDALtcP	tc (min/cikl)	0,28486	12	2,02962	0,55535	5	2,44440	0,56518	11	3,87770	-0,03078	0,940	1,00190634
8	EF	FDAEFtcP	tc (min/cikl)	0,07438	7	1,15574	0,58245	4	2,24218	0,56082	15	4,56642	0,21558	0,705	0,927411784
9	FF	FDAFFtcP	tc (min/cikl)	0,27511	7	1,70803	0,43654	4	1,83157	0,55227	5	2,43232	0,19854	0,504	0,872811699
10	F	FDAFtcP	tc (min/cikl)	0,24027	7	1,59607	0,49264	4	1,97970	0,54089	9	3,28201	0,19439	0,599	0,905178021
1	A	FDAAtspP	tsp (min/m3)	0,19334	5	1,36502	0,16265	4	1,25292	0,74251	7	4,24125	-0,87791	0,427	2,110819338
2	B	FDABtspP	tsp (min/m3)	0,26621	16	2,09194	0,08255	5	1,14209	0,57370	8	3,29688	-0,66785	1,041	0,973521462
3	CS	FDACStspP	tsp (min/m3)	0,19208	12	1,61172	0,40803	5	1,92842	0,00457	6	1,00822	-0,28682	0,747	1,087261938
4	GY	FDAGYtspP	tsp (min/m3)	0,21090	13	1,71763	0,49209	5	2,20778	1,14672	9	12,42364	-1,43688	0,686	1,718630855
5	KL	FDAKLtspP	tsp (min/m3)	0,19401	12	1,61947	0,29916	5	1,61847	1,01644	7	7,22756	-1,25358	0,739	1,461048743
6	NNY	FDANYtspP	tsp (min/m3)	0,16686	7	1,38361	1,38733	4	6,84315	0,74223	23	10,24980	-0,77839	1,639	0,680728429
7	L	FDALtspP	tsp (min/m3)	0,28485	12	2,02957	0,55508	5	2,44334	0,56514	11	3,87733	-1,03063	0,940	1,065847916
8	EF	FDAEFtspP	tsp (min/m3)	0,07418	7	1,15529	0,58278	4	2,24320	0,56042	15	4,56147	-0,78426	0,705	1,315404136
9	FF	FDAFFtspP	tsp (min/m3)	0,27512	7	1,70806	0,43678	4	1,83218	0,55199	5	2,43122	-0,80050	0,504	1,730630509
10	F	FDAFtspP	tsp (min/m3)	0,24028	7	1,59610	0,49302	4	1,98074	0,54087	9	3,28187	-0,80527	0,599	1,510885324
1	A	FDAATP	T (m3/min)	-0,20100	5	0,72361	-0,15413	4	0,80762	-0,74830	7	0,23314	0,87949	0,427	0,473113142
2	B	FDABTP	T (m3/min)	-0,26897	16	0,47438	-0,08362	5	0,87408	-0,57646	8	0,30158	0,67312	1,041	1,027416261
3	CS	FDACSTP	T (m3/min)	-0,19121	12	0,62180	-0,40811	5	0,51849	-0,00714	6	0,98729	0,28806	0,747	0,919408962
4	GY	FDAGYTP	T (m3/min)	-0,20826	13	0,58615	-0,48386	5	0,45898	-1,13077	9	0,08336	1,41759	0,686	0,586104024
5	KL	FDAKLTP	T (m3/min)	-0,19333	12	0,61853	-0,29701	5	0,62001	-1,01727	7	0,13814	1,25217	0,739	0,684731814
6	NNY	FDANYTP	T (m3/min)	-0,16471	7	0,72578	-1,38653	4	0,14629	-0,74434	23	0,09692	0,78064	1,639	1,470648602
7	L	FDALTP	T (m3/min)	-0,28423	12	0,49347	-0,55195	5	0,41134	-0,56523	11	0,25785	1,02903	0,940	0,938313047
8	EF	FDAEFTP	T (m3/min)	-0,07303	7	0,86753	-0,59062	4	0,44097	-0,56741	15	0,21512	0,79262	0,705	0,75800428
9	FF	FDAFFTP	T (m3/min)	-0,27360	7	0,58719	-0,44123	4	0,54244	-0,55335	5	0,41042	0,80234	0,504	0,57709607
10	F	FDAFTP	T (m3/min)	-0,23879	7	0,62835	-0,49765	4	0,50163	-0,54428	9	0,30243	0,80970	0,599	0,660362645

189. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 1., FDA P adatsor (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Függő változó	Független változók															
				Átáll. táv (s)		Nehéz. p. (Pá)		Vál. szám (Nö)		Fatérf. (Q)		Átáll. táv (s)		Nehéz. p. (Pá)		Vál. szám (Nö)		Fatérf. (Q)	
				Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	Reg.k.	S.r	s'	S.r	Pá'	S.r	Nö'	S.r	Q'	S.r
1	A	FDAtp	tc (min/fa)	0,19286	2	0,16329	3	0,74145	1	0,12275	4	1,36397	2	1,25404	3	4,23251	1	0,90081	4
2	B	FDBtp	tc (min/fa)	0,26598	3	0,08270	4	0,57395	1	0,33174	2	2,090604269	2	1,14236	3	3,29859	1	1,01342	4
3	CS	FDCStp	tc (min/fa)	0,19209	3	0,40823	2	0,00603	4	0,71160	1	1,611758338	2	1,92904	1	1,01086	3	0,81256	4
4	GY	FDGYtp	tc (min/fa)	0,21098	4	0,49238	2	1,14627	1	0,43630	3	1,717986586	4	2,20881	2	12,41137	1	1,17872	3
5	KL	FDKLtp	tc (min/fa)	0,19402	4	0,29935	2	1,01640	1	0,25363	3	1,619506686	2	1,61896	3	7,22699	1	0,92616	4
6	NNY	FDNYtp	tc (min/fa)	0,16684	4	1,38780	1	0,74299	2	0,22058	3	1,383554136	3	6,84761	2	10,27425	1	1,11515	4
7	L	FDLtp	tc (min/fa)	0,28486	3	0,55535	2	0,56518	1	0,03078	4	2,029623907	3	2,44440	2	3,87770	1	1,00191	4
<i>Átlag lomb</i>				3,3		2,3		1,6		2,9		2,6		2,3		1,3		3,9	
8	EF	FDEFtp	tc (min/fa)	0,07438	4	0,58245	1	0,56082	2	0,21558	3	1,155735337	3	2,24218	2	4,56642	1	0,92741	4
9	FF	FDFtp	tc (min/fa)	0,27511	3	0,43654	2	0,55227	1	0,19854	4	1,708027748	3	1,83157	2	2,43232	1	0,87281	4
10	F	FDtp	tc (min/fa)	0,24027	3	0,49264	2	0,54089	1	0,19439	4	1,59606916	3	1,97970	2	3,28201	1	0,90518	4
<i>Átlag fenyő</i>				3,3		1,7		1,3		3,7		3,0		2,0		1,0		4,0	
<i>Átlag összes</i>				3,3		2,1		1,5		3,1		2,7		2,2		1,2		3,9	
1	A	FDAtp	tsp (min/m3)	0,19334	3	0,16265	4	0,74251	2	0,87791	1	1,36502	3	1,25292	4	4,24125	1	2,11082	2
2	B	FDBtp	tsp (min/m3)	0,26621	3	0,08255	4	0,57370	2	0,66785	1	2,09194	2	1,14209	3	3,29688	1	0,97352	4
3	CS	FDCStp	tsp (min/m3)	0,19208	3	0,40803	1	0,00457	4	0,28682	2	1,61172	2	1,92842	1	1,00822	4	1,08726	3
4	GY	FDGYtp	tsp (min/m3)	0,21090	4	0,49209	3	1,14672	2	1,43688	1	1,71763	4	2,20778	2	12,42364	1	1,71863	3
5	KL	FDKLtp	tsp (min/m3)	0,19401	4	0,29916	3	1,01644	2	1,25358	1	1,61947	2	1,61847	3	7,22756	1	1,46105	4
6	NNY	FDNYtp	tsp (min/m3)	0,16686	4	1,38733	1	0,74223	3	0,77839	2	1,38361	3	6,84315	2	10,24980	1	0,68073	4
7	L	FDLtp	tsp (min/m3)	0,28485	4	0,55508	3	0,56514	2	1,03063	1	2,02957	3	2,44334	2	3,87733	1	1,06585	4
<i>Átlag lomb</i>				3,6		2,7		2,4		1,3		2,7		2,4		1,4		3,4	
8	EF	FDEFtp	tsp (min/m3)	0,07418	4	0,58278	2	0,56042	3	0,78426	1	1,15529	4	2,24320	2	4,56147	1	1,31540	2
9	FF	FDFtp	tsp (min/m3)	0,27512	4	0,43678	3	0,55199	2	0,80050	1	1,70806	4	1,83218	2	2,43122	1	1,73063	3
10	F	FDtp	tsp (min/m3)	0,24028	4	0,49302	3	0,54087	2	0,80527	1	1,59610	3	1,98074	2	3,28187	1	1,51089	4
<i>Átlag fenyő</i>				4,0		2,7		2,3		1,0		3,7		2,0		1,0		3,0	
<i>Átlag összes</i>				3,7		2,7		2,4		1,2		3,0		2,3		1,3		3,3	
1	A	FDAtp	T (m3/min)	0,20100	3	0,15413	4	0,74830	2	0,87949	1	0,72361	2	0,80762	1	0,23314	4	0,47311	3
2	B	FDBtp	T (m3/min)	0,26897	3	0,08362	4	0,57646	2	0,67312	1	0,47438	3	0,87408	2	0,30158	4	1,02742	1
3	CS	FDCStp	T (m3/min)	0,19121	3	0,40811	1	0,00714	4	0,28806	2	0,62180	3	0,51849	4	0,98729	1	0,91941	2
4	GY	FDGYtp	T (m3/min)	0,20826	4	0,48386	3	1,13077	2	1,41759	1	0,58615	1	0,45898	3	0,08336	4	0,58610	2
5	KL	FDKLtp	T (m3/min)	0,19333	4	0,29701	3	1,01727	2	1,25217	1	0,61853	3	0,62001	2	0,13814	4	0,68473	1
6	NNY	FDNYtp	T (m3/min)	0,16471	4	1,38653	1	0,74434	3	0,78064	2	0,72578	2	0,14629	3	0,09692	4	1,47065	1
7	L	FDLtp	T (m3/min)	0,28423	4	0,55195	3	0,56523	2	1,02903	1	0,49347	2	0,41134	3	0,25785	4	0,93831	1
<i>Átlag lomb</i>				3,6		2,7		2,4		1,3		2,3		2,6		3,6		1,6	
8	EF	FDEFtp	T (m3/min)	0,07303	4	0,59062	2	0,56741	3	0,79262	1	0,86753	1	0,44097	3	0,21512	4	0,75800	2
9	FF	FDFtp	T (m3/min)	0,27360	4	0,44123	3	0,55335	2	0,80234	1	0,58719	1	0,54244	3	0,41042	4	0,57710	2
10	F	FDtp	T (m3/min)	0,23879	4	0,49765	3	0,54428	2	0,80970	1	0,62835	2	0,50163	3	0,30243	4	0,66036	1
<i>Átlag fenyő</i>				4,0		2,7		2,3		1,0		1,3		3,0		4,0		1,7	
<i>Átlag összes</i>				3,7		2,7		2,4		1,2		2,0		2,7		3,7		1,6	

190. melléklet: Változók hatássorrendjének meghatározása 2., FDA P adatsor (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszörletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Adatsor adatai		Függő változó	Független változó										Varianscia analízis			Többszörös korreláció	Teng. metsz.	Szabadságfok		t F							
			S	O		d1,3		G		Á		V		P		N		Vf			R	R2	Hr%	Szám	Neve	próba értéke 5%-os szignifikancia szinten				
			száma	Reg.koef.		t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba									F próba			
1	CS	FDTa	208	7	Tt (m3/min)	-1,55776	-9,00317	0,05955	0,91927	-0,08085	-1,12880	-0,00863	-0,05650											4,829*10 ⁹	6	201	1,96	2,14		
2	CS	FDtspa	208	7	tsp (min/m3)	1,55659	8,96866	-0,05864	-0,90236	0,08067	1,12278	0,01009	0,06585			7,96100	0,26388	-8,57979	-0,28472	15,070	0,55702	0,31	77,99958	0,0	6	201	1,96	2,14		
3	CS	FDica	208	7	tc (min/fa)	1,55687	8,95583	-0,58910	-0,90504	0,08076	1,12229	0,00891	0,05801			8,75627	0,28977	-8,37500	-0,27747	49,222	0,77138	0,60	79,17302	0,0	6	201	1,96	2,14		
4	L	FDLaT	22	7	Tt (m3/min)	0,12639	0,60089	0,02710	0,11985	-0,44303	-1,54139	1,14757	2,17587			-0,31786	-1,13992	0,82003	3,92685	11,112	0,90352	0,82	22,71146	1,01437	6	15	2,14	2,79		
5	L	FDLatsp	22	7	tsp (min/m3)	-0,21123	-0,87884	-0,02131	-0,08245	0,49683	1,51278	-0,09995	-0,16586			0,27881	0,87506	-0,75409	-3,16026	5,973	0,83962	0,70	31,76429	1,73665	6	15	2,14	2,79		
6	L	FDLatsp	22	7	tc (min/fa)	-0,19201	-0,82380	-0,07087	-0,28279	0,53518	1,68038	0,13082	0,22385			0,22629	0,73238	0,3182	1,37512	8,124	0,87447	0,76	31,11540	1,83761	6	15	2,14	2,79		
1	CS	FDTaP	208	5	Tt (m3/min)	-1,56684	-9,08816									-0,05091	-0,43746	-6,77885	-0,22434	7,39750	0,24511	22,386	0,55325	0,31	43,61693	244 786 900	4	203	1,96	2,41
2	CS	FDtspaP	208	5	tsp (min/m3)	1,56568	9,05429									0,05166	0,44257	6,54178	0,21585	-7,16129	-0,23656	22,218	0,55181	0,30	80,68021	0,0	4	203	1,96	2,41
3	CS	FDicaP	208	5	tc (min/fa)	1,56595	9,04122									0,05135	0,43918	7,33755	0,02417	-6,95699	-0,22944	73,525	0,76918	0,59	81,96608	0,0	4	203	1,96	2,41
4	L	FDLaTP	22	5	Tt (m3/min)	0,20427	0,89244									0,32138	0,58278	-0,50771	-1,86293	0,95816	4,25093	12,105	0,86031	0,74	27,89596	0,59224	4	17	2,12	2,81
5	L	FDLatspP	22	5	tsp (min/m3)	-0,24440	-1,04738									0,49588	0,88205	0,56569	2,03608	-0,87736	-3,81815	8,539	0,81713	0,67	33,96490	0,70467	4	17	2,12	2,81
6	L	FDLatspP	22	5	tc (min/fa)	-0,21540	-0,92416									0,58348	1,03907	0,56078	2,02072	0,19345	0,84283	10,865	0,84784	0,72	33,92537	0,59259	4	17	2,12	2,81

191. melléklet: FD átmérős adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok)

S. Sz.	Fa-faj	Adatsor azonosító	Adatsor adatai		Függő változó	Független változó										Varianscia analízis			Többszörös korreláció	Teng. metsz.	Szabadságfok		t F									
			S	O		d1,3á		s		Gá		Áá		Vá		Pá		Nö			Q		R	R2	Hr%	Szám	Neve	próba értéke 5%-os szignifikancia szinten				
			száma	Reg.koef.		t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba	Reg.koef.	t próba			Reg.koef.	t próba							F próba			
1	CS	FDAaTa	206	8	Tt (m3/min)	-0,04582	-2,24863	-0,99252	-123,19850	0,00081	0,06289	-0,00375	-0,25079	-0,07660	-2,33104			-2,39656	-0,44324	3,44068	0,63644	3270,760	0,99570	0,99	8,19668	#####	7	198	1,96	2,05		
2	CS	FDAtspa	206	8	tsp (min/m3)	A változók nagymértékben korrelálnak. Az eredmény nem lesz pontos.																			7	198	1,96	2,05				
3	CS	FDAaTa	206	8	tc (min/cikl)	0,54989	5,36476	0,19497	4,81071	-0,03569	-0,54861	0,19621	2,61070	0,05792	0,35035			12,69395	0,46668	-11,94915	-0,43937	45,534	0,78538	0,62	66,57027	0,0	7	198	1,96	2,05		
4	L	FDAaLaT	22	8	Tt (m3/min)	0,06490	0,23658	-0,49096	-2,14684	-0,05390	-0,21964	-0,24137	-0,78501	-0,40930	-0,66445			-0,89615	-2,78330	1,43880	3,66685	4,509	0,8323	0,69	26,19258	8,40694	7	14	2,16	2,77		
5	L	FDAaLatsp	22	8	tsp (min/m3)	-0,15345	-0,48944	0,54262	2,07610	0,14225	0,50715	0,31477	0,89574	0,65228	0,92651			0,87752	2,38467	-1,48863	-3,31952	4,047	0,81809	0,67	28,60338	0,15839	7	14	2,16	2,77		
6	L	FDAaLatsp	22	8	tc (min/cikl)	-0,13302	-0,49212	0,42938	1,90553	0,12576	0,52006	0,21608	0,71321	0,43046	0,70921			0,81262	2,56142	-0,29604	-0,76571	9,465	0,9086	0,83	25,42415	0,22289	7	14	2,16	2,77		
1	CS	FDAaTaP	206	6	Tt (m3/min)	-0,04644	-2,24745	-0,99225	-122,39530									-0,00647	-0,27129	-4,16875	-0,75133	5,21053	0,93921	4499,690	0,99558	0,99	8,40721	8657,878	5	200	1,96	2,26
2	CS	FDAtspaP	206	6	tsp (min/m3)	A változók nagymértékben korrelálnak. Az eredmény nem lesz pontos.																			5	200	1,96	2,26				
3	CS	FDAaTaP	206	6	tc (min/cikl)	0,55540	5,37176	0,19870	4,89810									0,23053	1,93031	12,10564	0,43602	-11,35088	-0,40889	62,672	0,78129	0,61	69,55355	0,0	5	200	1,96	2,26
4	L	FDAaLaTP	22	6	Tt (m3/min)	0,13721	0,51492	-0,39723	-2,02109									0,02374	0,0431	-0,84141	-2,76475	1,28211	3,82362	6,39	0,81629	0,67	26,74668	3,71476	5	16	2,13	2,85
5	L	FDAaLatspP	22	6	tsp (min/m3)	-0,22923	-0,73563	0,42072	1,83047									0,3412	0,52969	0,82216	2,31006	-1,29779	-3,30957	5,310	0,78992	0,62	31,36859	0,24775	5	16	2,13	2,85
6	L	FDAaLatspP	22	6	tc (min/cikl)	-0,19734	-0,74675	0,33887	1,73854									0,15911	0,29126	0,75514	2,50193	-0,15669	-0,47118	13,476	0,89895	0,81	28,09591	0,37917	5	16	2,13	2,85

192. melléklet: FDA átmérős adatsor regresszió-analíziseinek és matematikai megbízhatóságainak eredményei (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. sz.	t _c min	s m	G _á	Á _á	V _á	P _á	N _á vál./fa	Q m ³	T m ³ /min	tsp min/m ³	S. sz.	t _c min	s m	G _á	Á _á	V _á	P _á	N _á vál./fa	Q m ³	T m ³ /min	tsp min/m ³	
1	3,12	18	1	3	1	5	7	1,246	0,40	2,50	45	8,45	10	1	2	2	5	18	3,038	0,36	2,78	
2	5,67	32	1	2	1	4	9	1,601	0,28	3,54	46	2,75	10	1	2	1	4	8	1,350	0,49	2,04	
3	3,16	5	1	3	2	6	6	1,068	0,34	2,96	47	1,30	5	1	2	1	4	5	0,693	0,53	1,88	
4	1,48	4	1	1	2	4	5	0,890	0,60	1,66	48	1,74	30	2	3	1	6	4	0,519	0,30	3,35	
5	1,66	8	1	1	1	3	4	0,712	0,43	2,33	49	2,28	6	1	2	1	4	9	1,072	0,47	2,13	
6	2,16	5	2	2	1	5	5	0,890	0,41	2,43	50	1,19	10	1	2	1	4	4	0,519	0,44	2,29	
7	0,81	4	1	1	1	3	5	0,890	1,10	0,91	51	2,57	8	1	1	1	3	7	0,865	0,34	2,97	
8	1,70	6	2	2	1	5	4	0,712	0,42	2,39	52	1,11	6	2	2	1	5	3	0,311	0,28	3,57	
9	2,06	18	2	2	1	5	4	0,712	0,35	2,89	53	2,30	3	2	2	1	5	9	1,107	0,48	2,08	
10	1,18	22	1	1	1	3	4	0,712	0,60	1,66	54	2,07	5	2	2	1	5	7	0,900	0,43	2,30	
11	4,25	32	1	3	2	5	13	2,313	0,54	1,84	55	1,00	10	2	1	1	4	4	0,414	0,41	2,41	
12	1,55	20	1	1	1	3	4	0,712	0,46	2,18	56	1,47	13	3	3	1	7	6	0,761	0,52	1,93	
13	3,61	48	1	1	1	3	5	0,890	0,25	4,06	57	2,21	7	2	1	1	4	7	0,900	0,41	2,46	
14	6,04	26	1	2	2	4	8	1,424	0,24	4,24	58	2,25	10	3	3	1	7	6	0,761	0,34	2,96	
15	2,80	8	1	4	1	6	3	0,534	0,19	5,25	59	2,73	4	3	3	1	7	11	1,244	0,46	2,19	
16	1,83	24	1	1	1	3	2	0,356	0,19	5,14	60	1,42	5	2	2	1	5	6	0,691	0,49	2,05	
17	6,83	8	1	2	2	4	17	3,025	0,44	2,26	61	1,42	6	1	1	1	3	7	0,900	0,63	1,58	
18	6,97	34	1	3	2	6	10	1,779	0,26	3,92	62	3,36	4	1	2	1	4	6	0,761	0,23	4,41	
19	2,67	20	1	2	1	4	6	1,068	0,40	2,50	63	1,90	12	1	3	1	5	6	0,796	0,42	2,39	
20	2,47	15	1	3	2	6	8	1,424	0,58	1,74	64	1,61	10	2	1	1	4	3	0,311	0,19	5,18	
21	2,06	2	2	3	1	6	6	1,068	0,52	1,93	65	1,02	5	2	3	1	6	6	0,761	0,75	1,34	
22	2,45	100	1	2	1	4	4	0,712	0,29	3,44	66	0,82	6	2	2	1	5	4	0,449	0,55	1,83	
23	9,81	6	2	2	1	5	29	2,996	0,31	3,27	67	1,60	15	2	1	1	4	7	0,935	0,58	1,71	
24	11,38	32	1	1	1	3	16	1,653	0,15	6,89	68	3,30	20	2	3	1	5	11	1,419	0,43	2,33	
25	3,23	14	1	1	1	3	6	0,620	0,19	5,21	69	0,69	2	2	3	1	6	3	0,311	0,45	2,22	
26	2,37	4	3	1	1	5	13	1,343	0,57	1,76	70	1,18	8	1	1	1	3	4	0,554	0,47	2,13	
27	1,29	18	1	2	1	4	7	0,723	0,56	1,78	71	0,99	20	1	1	1	3	3	0,416	0,42	2,38	
28	5,79	62	1	3	1	5	7	0,723	0,12	8,01	72	2,00	7	1	3	1	5	7	0,935	0,47	2,14	
29	7,28	30	1	4	1	6	10	1,033	0,14	7,05	73	1,88	8	3	1	2	5	11	1,244	0,66	1,51	
30	4,18	54	2	1	1	4	5	0,517	0,12	8,09	74	5,95	70	1	3	2	6	6	0,726	0,12	8,19	
31	0,71	12	1	1	1	3	2	0,207	0,29	3,44	75	0,94	4	2	1	1	4	5	0,588	0,63	1,60	
32	2,92	8	1	3	1	5	7	0,723	0,25	4,04	76	1,01	25	2	3	1	6	4	0,414	0,41	2,44	
33	2,17	8	1	2	1	4	7	0,723	0,33	3,00	77	2,89	12	3	1	1	5	10	1,316	0,46	2,20	
34	2,55	20	1	1	1	3	7	0,723	0,28	3,53	78	1,30	6	3	1	1	5	6	0,761	0,59	1,71	
35	2,18	5	2	2	1	5	7	0,723	0,33	3,01	79	1,40	10	3	2	1	6	6	0,761	0,54	1,84	
36	3,06	2	1	2	1	4	14	1,446	0,47	2,12	80	0,92	8	2	1	1	4	4	0,414	0,45	2,22	
37	2,40	4	1	2	1	4	6	0,620	0,26	3,87	81	1,16	6	2	1	2	5	3	0,311	0,27	3,73	
38	3,32	14	1	1	2	4	8	0,826	0,25	4,02	82	1,66	16	3	1	1	5	3	0,311	0,19	5,34	
39	2,91	4	1	1	1	3	5	0,517	0,18	5,63	83	1,09	6	1	2	1	4	6	0,761	0,70	1,43	
40	0,63	3	1	1	1	3	3	0,506	0,80	1,24	84	2,13	15	1	2	1	4	7	0,935	0,44	2,28	
41	4,99	1	2	2	1	5	12	2,025	0,41	2,46	85	2,42	10	2	2	2	6	9	1,072	0,44	2,26	
42	6,37	25	1	2	1	4	15	2,532	0,40	2,52	86	1,35	6	1	3	1	5	5	0,658	0,49	2,05	
43	4,52	40	1	2	2	5	6	1,013	0,22	4,46	87	2,20	60	1	1	1	3	4	0,519	0,24	4,24	
44	21,66	60	1	2	1	4	63	9,196	0,42	2,36												

193. melléklet: Az FDABtc, az FDABtcP, az FDABtsp, az FDABtspP, az FDABT és az FDABTP adatsorok adatai (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

FDABtcP, 87, 5				
3.12,	18,	5,	7,	1.246
5.67,	32,	4,	9,	1.601
3.16,	5,	6,	6,	1.068
1.48,	4,	4,	5,	0.890
1.66,	8,	3,	4,	0.712
2.16,	5,	5,	5,	0.890
0.81,	4,	3,	5,	0.890
1.70,	6,	5,	4,	0.712
2.06,	18,	5,	4,	0.712
1.18,	22,	3,	4,	0.712
4.25,	32,	5,	13,	2.313
1.55,	20,	3,	4,	0.712
3.61,	48,	3,	5,	0.890
6.04,	26,	4,	8,	1.424
2.80,	8,	6,	3,	0.534
1.83,	24,	3,	2,	0.356
6.83,	8,	4,	17,	3.025
6.97,	34,	6,	10,	1.779
2.67,	20,	4,	6,	1.068
2.47,	15,	6,	8,	1.424
2.06,	2,	6,	6,	1.068
2.45,	100,	4,	4,	0.712
9.81,	6,	5,	29,	2.996
11.38,	32,	3,	16,	1.653
3.23,	14,	3,	6,	0.620
2.37,	4,	5,	13,	1.343
1.29,	18,	4,	7,	0.723
5.79,	62,	5,	7,	0.723
7.28,	30,	6,	10,	1.033
4.18,	54,	4,	5,	0.517
0.71,	12,	3,	2,	0.207
2.92,	8,	5,	7,	0.723
2.17,	8,	4,	7,	0.723
2.55,	20,	3,	7,	0.723
2.18,	5,	5,	7,	0.723
3.06,	2,	4,	14,	1.446
2.40,	4,	4,	6,	0.620
3.32,	14,	4,	8,	0.826
2.91,	4,	3,	5,	0.517
0.63,	3,	3,	3,	0.506
4.99,	1,	5,	12,	2.025
6.37,	25,	4,	15,	2.532
4.52,	40,	5,	6,	1.013
21.66,	60,	4,	63,	9.196
8.45,	10,	5,	18,	3.038
2.75,	10,	4,	8,	1.350
1.30,	5,	4,	5,	0.693
1.74,	30,	6,	4,	0.519
2.28,	6,	4,	9,	1.072
1.19,	10,	4,	4,	0.519
2.57,	8,	3,	7,	0.865
1.11,	6,	5,	3,	0.311
2.30,	3,	5,	9,	1.107
2.07,	5,	5,	7,	0.900
1.00,	10,	4,	4,	0.414
1.47,	13,	7,	6,	0.761
2.21,	7,	4,	7,	0.900
2.25,	10,	7,	6,	0.761
2.73,	4,	7,	11,	1.244
1.42,	5,	5,	6,	0.691
1.42,	6,	3,	7,	0.900
3.36,	4,	4,	6,	0.761
1.90,	12,	5,	6,	0.796
1.61,	10,	4,	3,	0.311
1.02,	5,	6,	6,	0.761
0.82,	6,	5,	4,	0.449
1.60,	15,	4,	7,	0.935
3.30,	20,	5,	11,	1.419
0.69,	2,	6,	3,	0.311
1.18,	8,	3,	4,	0.554
0.99,	20,	3,	3,	0.416
2.00,	7,	5,	7,	0.935
1.88,	8,	5,	11,	1.244
5.95,	70,	6,	6,	0.726
0.94,	4,	4,	5,	0.588
1.01,	25,	6,	4,	0.414
2.89,	12,	5,	10,	1.316
1.30,	6,	5,	6,	0.761
1.40,	10,	6,	6,	0.761
0.92,	8,	4,	4,	0.414
1.16,	6,	5,	3,	0.311
1.66,	16,	5,	3,	0.311
1.09,	6,	4,	6,	0.761
2.13,	15,	4,	7,	0.935
2.42,	10,	6,	9,	1.072
1.35,	6,	5,	5,	0.658
2.20,	60,	3,	4,	0.519

Oszlopok: 1 = tc, 2 = s, 3 = P_á, 4 = N_ö, 5 = Q

194. melléklet: Az adatbevitelhez előkészített txt fájlformátumú FDABtcP adatsor
(Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

```

DOSBox 0.74, Cpu speed: 3000 cycles, Frameskip 0, Program: GWBASIC

A program hatványkitevős egyenlet regresszió-analízist végez el
es/vagy normatablát készít.

A program alapja az IBM 5110-es számítógépre készült MATSTAT programrendszer
többszörös lineáris regressziót végző programja.

Atdolgoztak: Pukanszky Tamas erdomernok-hallgato, 1987.
Facsko Ferenc szamt. lab. vez., 1992.(255sor-5valtozo)
Horvath Attila Laszlo doktorandusz,EMKI intezeti mernok 2015.(2000sor-8valtozo)

Adatrogzites [1] vagy adatfeldolgozas [2]? 2
Hova kered az outputot? (1=kepernyo, 2=nyomtato) ? 1
Rogton idonorma [1] vagy elobb regresszio [2]? 2
Add meg a hasznalni kivant adatfajl nevet! FDABtcP.txt

Adat-azonosito.....FDABtcP
Sorok szama..... 87
Oszlopok szama..... 5

Add meg a fuggo valtozo oszlopanak szamat! 1

A fuggetlen valtozok maximalis szama: 4
Hany fuggetlen valtozot hasznalsz? 4

Add meg ezen negy valtozo oszlopanak szamat! 2,3,4,5
Azonosito: FDABtcP

Fuggo valtozo: 1

Valtozo   Reg.koef.   Koeff. st. hib.   Szam. t   Beta koef.
  2       0.26598     0.04440           5.98998   0.35582
  3       0.08270     0.16814           0.49188   0.02944
  4       0.57395     0.20129           2.85138   0.46551
  5       0.33174     0.18674           1.77645   0.28947

Teng. metsz.                0.39472

Tobbszoros korr.            0.84940
Becsles std. hibaja         0.36887

Tovabb: barmely billentyuvel.

          Variancia-analízis

          Varianc. forrasa   Sz.F.   Negyz.ossz.   Variancia   F erteke
Reg-nak tulajdonith.      4       28.904         7.226       53.105
Reg.-tol valo elter.     82       11.158         0.136
          Total            86       40.062

Akarod az elteresekek tablazatat? (1=igen, 0=nem) 1

  1       3.120       3.197       -0.077       -2.461
  2       5.670       4.591       1.079       19.027
  3       3.160       2.008       1.152       36.471
  4       1.480       1.551       -0.071       -4.797
  5       1.660       1.488       0.172       10.367
  6       2.160       1.676       0.484       22.385
  7       0.810       1.515       -0.705       -86.978
  8       1.700       1.438       0.262       15.425
  .       .           .           .           .
  .       .           .           .           .
  85      2.420       3.050       -0.630       -26.044
  86      1.350       1.592       -0.242       -17.928
  87      2.200       2.290       -0.090       -4.077

Hr szazalek 37.08225

```

195. melléklet: Regresszió-analízis elvégzése a módosított MATSTAT programmal
(Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveléses fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

S. sz.	Mért	Szám.	% -os eltérés	Kum átl %
1	0.47	0.525	-11.643	-11.64
2	1.20	1.050	12.468	0.41
3	1.67	1.269	24.021	8.28
4	0.58	1.114	-92.061	-16.80
5	1.26	1.158	8.100	-11.82
6	2.20	1.297	41.049	-3.01
7	0.60	0.533	11.212	-0.98
8	2.40	1.490	37.927	3.88
9	0.92	0.747	18.856	5.55
10	0.88	0.671	23.766	7.37
11	1.05	0.540	48.526	11.11
12	1.72	0.944	45.134	13.95
13	0.53	0.376	28.985	15.10
14	2.10	1.237	41.093	16.96
15	0.83	0.880	-6.033	15.43
16	0.79	0.698	11.586	15.19
17	0.08	0.886	-1006.908	-44.94
18	0.50	0.663	-32.672	-44.26
19	1.30	1.289	0.876	-41.88
20	0.97	0.958	1.227	-39.72
21	2.08	1.256	39.609	-35.95
22	1.23	1.016	17.392	-33.52
23	2.40	1.733	27.797	-30.86
24	1.70	1.203	29.238	-28.35
25	1.92	1.197	37.646	-25.71
26	0.77	0.798	-3.592	-24.86
27	0.93	0.912	1.901	-23.87
28	0.63	0.589	6.561	-22.78
29	0.71	0.658	7.321	-21.75
30	0.83	0.773	6.875	-20.79
31	0.90	0.825	8.377	-19.85
32	0.90	0.907	-0.823	-19.26
33	1.58	1.387	12.186	-18.30
34	0.78	1.094	-40.213	-18.95
35	1.23	0.825	32.959	-17.46
36	0.60	0.622	-3.632	-17.08
37	1.12	1.058	5.497	-16.47
38	0.80	0.349	56.421	-14.55
39	1.60	0.966	39.627	-13.16
40	1.00	0.965	3.515	-12.75
41	3.21	1.026	68.05	-10.78
42	3.57	1.624	54.496	-9.22
43	0.97	1.029	-6.118	-9.15
44	0.50	0.688	-37.532	-9.79
45	0.91	0.792	13.009	-9.29
46	1.82	1.386	23.822	-8.57
47	3.35	1.839	45.093	-7.43
48	1.14	1.400	-22.833	-7.75
49	2.93	1.758	39.993	-6.77
50	0.85	1.244	-46.38	-7.56
51	1.10	1.085	1.342	-7.39
52	4.70	3.542	24.63	-6.77
53	2.40	1.767	26.359	-6.15
54	1.75	0.997	43.037	-5.24
55	1.01	1.771	-75.309	-6.51
56	1.64	0.817	50.185	-5.50
57	1.46	1.286	11.894	-5.19
58	3.89	2.659	31.657	-4.56
59	2.15	0.836	61.105	-3.45
60	2.07	1.880	9.195	-3.24
61	2.34	2.398	-2.498	-3.22
62	1.84	1.907	-3.645	-3.23
63	1.83	0.988	46.002	-2.45
64	9.60	4.634	51.727	-1.60
65	8.98	4.014	55.300	-0.73
66	2.50	2.155	13.798	-0.51
67	1.48	1.286	13.075	-0.30
68	1.41	1.724	-22.274	-0.63
69	3.28	3.008	8.302	-0.50
70	1.46	1.968	-34.815	-0.99

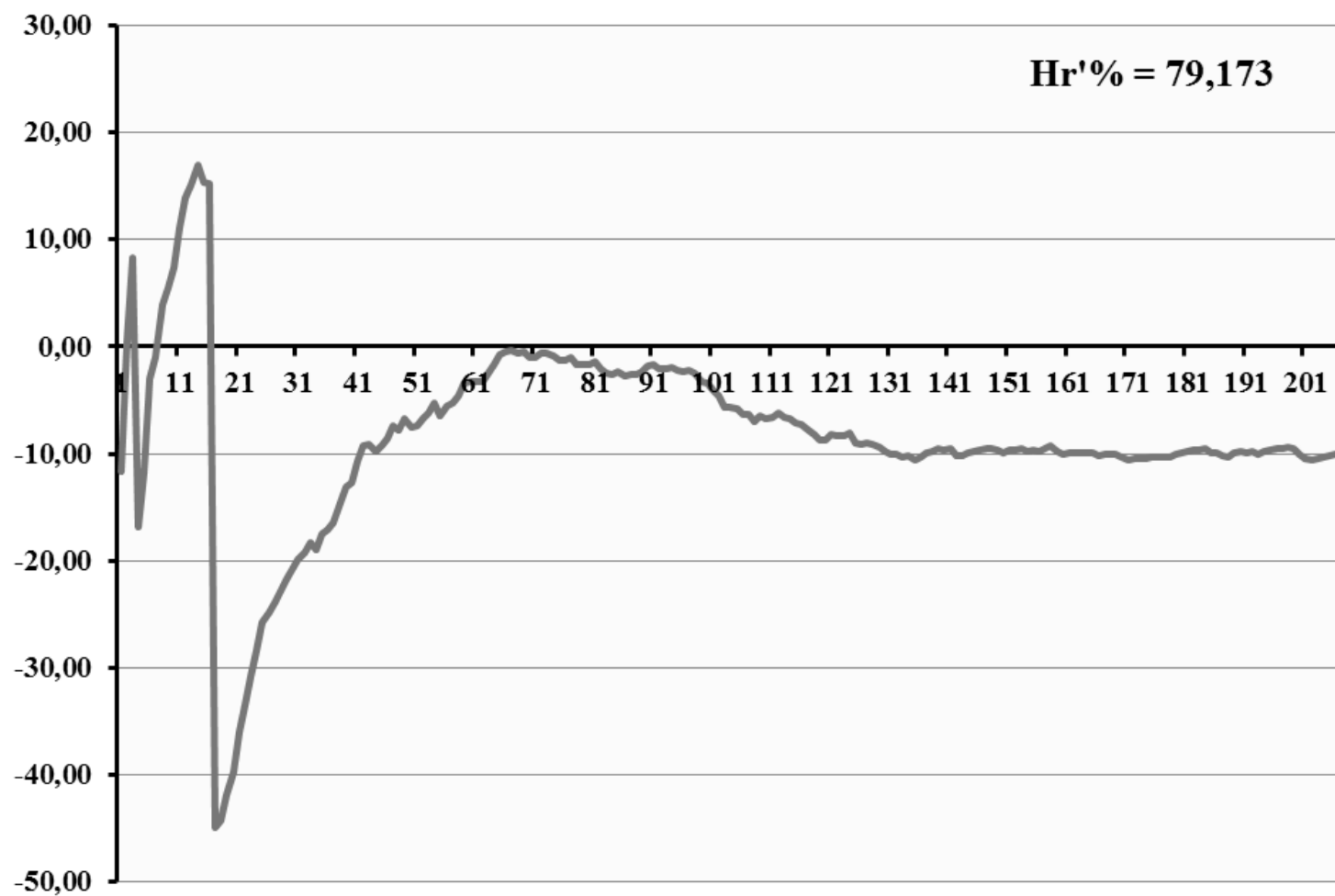
S. sz.	Mért	Szám.	% -os eltérés	Kum átl %
71	2.07	2.136	-3.190	-1.02
72	4.26	3.199	24.912	-0.66
73	1.92	1.935	-0.802	-0.66
74	0.62	0.721	-16.331	-0.87
75	1.21	1.548	-27.929	-1.23
76	1.64	1.624	0.958	-1.20
77	1.72	1.547	10.058	-1.06
78	1.00	1.505	-50.465	-1.69
79	1.32	1.314	0.473	-1.66
80	1.66	1.712	-3.106	-1.68
81	3.48	2.699	22.444	-1.38
82	2.25	3.528	-56.814	-2.06
83	1.08	1.486	-37.594	-2.49
84	1.69	1.844	-9.137	-2.57
85	1.75	1.518	13.266	-2.38
86	2.48	3.337	-34.566	-2.76
87	1.70	1.499	11.800	-2.59
88	0.95	0.993	-4.499	-2.61
89	2.41	1.815	24.675	-2.30
90	2.39	1.487	37.801	-1.86
91	3.25	2.849	12.339	-1.70
92	1.42	1.881	-32.463	-2.04
93	1.67	1.844	-10.444	-2.13
94	1.90	1.712	9.918	-2.00
95	1.47	1.746	-18.745	-2.17
96	1.27	1.518	-19.516	-2.36
97	2.46	2.072	15.765	-2.17
98	1.25	1.716	-37.319	-2.53
99	0.87	1.560	-79.253	-3.30
100	0.65	0.721	-10.985	-3.38
101	0.63	1.125	-78.53	-4.12
102	0.72	1.125	-56.213	-4.63
103	0.77	1.591	-106.567	-5.62
104	0.85	0.913	-7.456	-5.64
105	1.00	1.188	-18.845	-5.77
106	0.92	1.544	-67.788	-6.35
107	1.23	1.206	1.927	-6.27
108	0.62	1.134	-82.925	-6.98
109	1.70	0.810	52.363	-6.44
110	0.77	1.094	-42.099	-6.76
111	0.86	0.753	12.412	-6.59
112	1.76	0.973	44.698	-6.13
113	0.67	1.029	-53.634	-6.55
114	0.76	0.966	-27.101	-6.73
115	0.67	1.029	-53.634	-7.14
116	0.50	0.579	-15.82	-7.22
117	0.60	1.085	-80.808	-7.85
118	0.78	1.183	-51.664	-8.22
119	0.69	1.179	-70.847	-8.74
120	0.36	0.380	-5.467	-8.72
121	1.23	0.486	60.500	-8.14
122	0.90	1.179	-30.983	-8.33
123	1.28	1.394	-8.872	-8.34
124	1.92	1.522	20.705	-8.10
125	0.52	1.125	-116.295	-8.97
126	0.72	0.913	-26.858	-9.11
127	1.12	1.134	-1.262	-9.05
128	1.18	1.451	-22.987	-9.16
129	0.92	1.293	-40.52	-9.40
130	0.48	0.798	-66.179	-9.84
131	0.7	0.913	-30.482	-9.99
132	0.77	0.877	-13.874	-10.02
133	0.48	0.753	-56.928	-10.38
134	1.08	0.939	13.064	-10.20
135	1.07	1.815	-69.656	-10.64
136	2.44	1.738	28.768	-10.35
137	2.82	1.372	51.339	-9.90
138	1.67	1.496	10.433	-9.75
139	1.05	0.844	19.658	-9.54
140	0.70	0.914	-30.620	-9.69

S. sz.	Mért	Szám.	% -os eltérés	Kum átl %
141	1.38	1.286	6.776	-9.58
142	0.72	1.442	-100.244	-10.21
143	1.56	1.586	-1.650	-10.15
144	3.13	2.517	19.570	-9.95
145	2.54	2.072	18.418	-9.75
146	1.99	1.989	0.036	-9.69
147	1.71	1.611	5.781	-9.58
148	1.87	1.892	-1.162	-9.52
149	1.16	1.511	-30.294	-9.66
150	1.00	1.523	-52.272	-9.95
151	2.96	2.142	27.645	-9.70
152	1.92	1.844	3.937	-9.61
153	1.90	1.935	-1.837	-9.56
154	0.78	1.130	-44.931	-9.79
155	1.32	1.215	7.977	-9.67
156	1.03	1.342	-30.269	-9.80
157	4.13	2.735	33.786	-9.53
158	2.07	1.578	23.783	-9.32
159	0.80	1.384	-73.010	-9.72
160	0.34	0.579	-70.324	-10.10
161	3.01	2.659	11.677	-9.96
162	0.75	0.716	4.572	-9.87
163	1.20	1.518	-26.487	-9.97
164	1.52	1.572	-3.431	-9.93
165	0.85	0.864	-1.647	-9.88
166	1.25	2.041	-63.252	-10.20
167	2.06	1.834	10.950	-10.08
168	1.80	2.060	-14.418	-10.10
169	1.20	1.258	-4.808	-10.07
170	0.70	1.094	-56.309	-10.34
171	0.58	0.810	-39.627	-10.51
172	1.49	1.505	-0.983	-10.46
173	0.73	0.825	-12.96	-10.47
174	0.47	0.516	-9.766	-10.47
175	0.70	0.650	7.190	-10.37
176	0.80	0.727	9.093	-10.26
177	0.76	0.904	-18.952	-10.31
178	0.67	0.817	-21.947	-10.37
179	4.52	2.195	51.429	-10.03
180	1.40	1.228	12.288	-9.90
181	0.81	0.735	9.200	-9.80
182	1.54	1.130	26.593	-9.60
183	1.00	1.233	-23.325	-9.67
184	2.15	1.664	22.625	-9.50
185	0.85	1.583	-86.289	-9.91
186	1.09	1.188	-9.033	-9.91
187	0.96	1.632	-69.977	-10.23
188	0.98	1.134	-15.728	-10.26
189	0.59	0.326	44.717	-9.97
190	0.81	0.698	13.769	-9.84
191	0.95	1.160	-22.145	-9.91
192	0.83	0.798	3.897	-9.84
193	0.58	0.844	-45.446	-10.02
194	0.79	0.584	26.123	-9.83
195	0.88	0.682	22.536	-9.67
196	1.02	0.846	17.074	-9.53
197	0.90	0.901	-0.150	-9.48
198	1.22	1.114	8.692	-9.39
199	0.42	0.556	-32.365	-9.51
200	0.50	1.055	-111.096	-10.01
201	0.47	0.877	-86.56	-10.40
202	0.43	0.612	-42.429	-10.55
203	0.82	0.792	3.461	-10.49
204	0.35	0.269	23.051	-10.32
205	1.05	0.972	7.434	-10.23
206	0.75	0.567	24.366	-10.07
207	0.31	0.343	-10.770	-10.07
208	0.75	0.844	-12.478	-10.08

196. melléklet: A relatív hibaszázalék kiegyenlítődsének számítása (Forrás: Saját adatok)



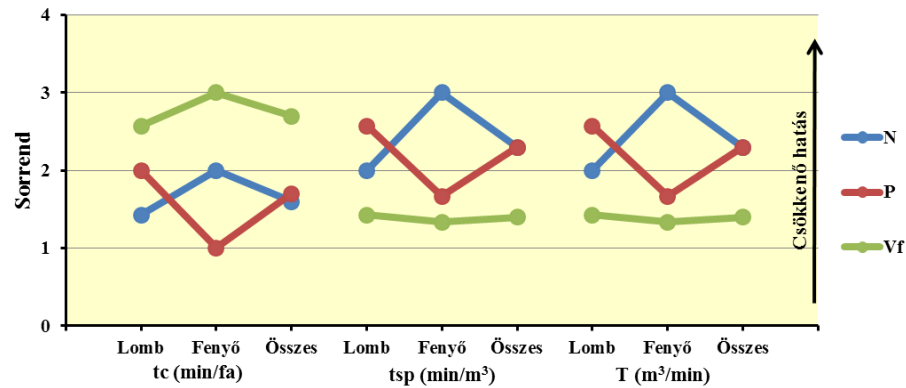
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszerveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



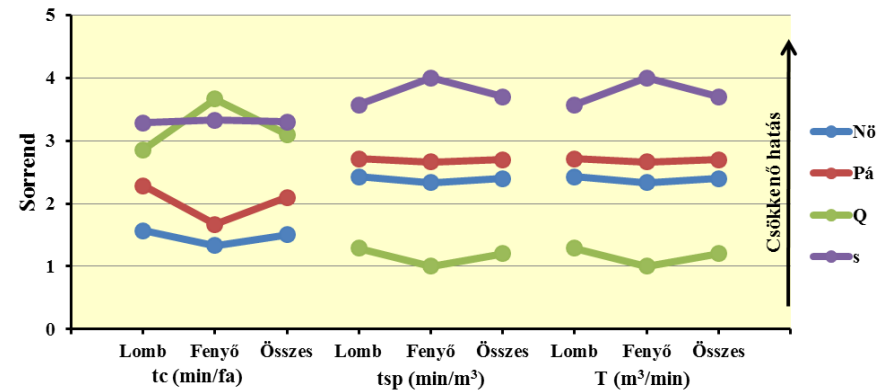
197. melléklet: A relatív hibaszázalék kiegyenlítődése (Forrás: Saját adatok)



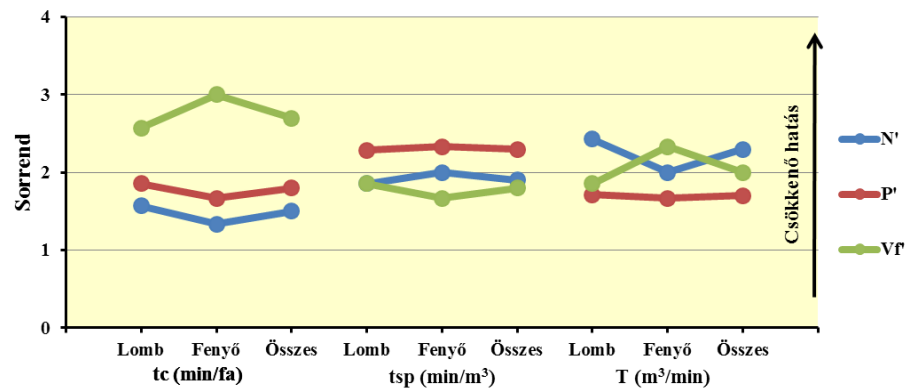
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszörű fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



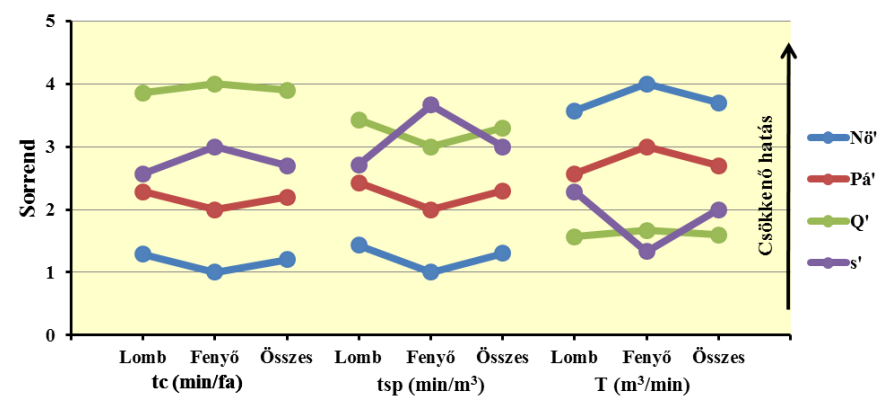
198. melléklet: FD adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek %-os befolyásoló hatása (P) (Forrás: Saját adatok)



200. melléklet: FDA adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek %-os befolyásoló hatása (P) (Forrás: Saját adatok)



199. melléklet: FD adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek fontossági sorrendje (P) (Forrás: Saját adatok)



201. melléklet: FDA adatsorokból származó időegyenletek tényezőinek fontossági sorrendje (P) (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

FD GAV összes										
tc	N	V	Á	Vf	G	N'	Á'	V'	G'	Vf'
S.r.	1,6	2,3	2,9	3,0	4,3	1,0	2,2	3,1	3,4	3,8
tsp	N	Vf	V	Á	G	N'	Vf'	Á'	V'	G'
S.r.	2,1	2,2	2,8	3,4	4,9	1,4	1,8	2,8	3,8	4,0
T	N	Vf	V	Á	G	G'	V'	Á'	Vf'	N'
S.r.	1,9	1,9	2,1	2,9	4,9	1,1	1,3	2,3	3,1	3,5

FDA P összes								
tc	Nö	Pá	Q	s	Nö'	Pá'	s'	Q'
S.r.	1,5	2,1	3,1	3,3	1,2	2,2	2,7	3,9
tsp	Q	Nö	Pá	s	Nö'	Pá'	s'	Q'
S.r.	1,2	2,4	2,7	3,7	1,3	2,3	3,0	3,3
T	Q	Nö	Pá	s	Q'	s'	Pá'	Nö'
S.r.	1,2	2,4	2,7	3,7	1,6	2,0	2,7	3,7

FDA GAV összes												
tc	Nö	Q	s	Áá	Vá	Gá	Nö'	s'	Áá'	Gá'	Vá'	Q'
S.r.	1,5	3,1	3,5	3,6	3,6	5,3	1,2	2,0	3,3	4,0	4,3	4,6
tsp	Q	Nö	s	Vá	Áá	Gá	Nö'	s'	Q'	Áá'	Gá'	Vá'
S.r.	1,0	2,4	3,8	3,8	4,3	5,6	1,1	2,4	3,4	3,8	4,4	4,6
T	Nö	Q	Vá	s	Áá	Gá	Vá'	Gá'	Áá'	Q'	s'	Nö'
S.r.	1,0	1,0	2,4	3,9	3,9	4,1	1,5	1,7	2,5	3,4	4,4	5,4

FD P összes						
tc	N	P	Vf	N'	P'	Vf'
S.r.	1,6	1,7	2,7	1,5	1,8	2,7
tsp	Vf	N	P	Vf'	N'	P'
S.r.	1,4	2,3	2,3	1,8	1,9	2,3
T	Vf	N	P	P'	Vf'	N'
S.r.	1,4	2,3	2,3	1,7	2,0	2,3

FD GAV lomb										
tc	N	V	Á	Vf	G	N'	Á'	V'	Vf'	G'
S.r.	1,9	2,3	3,0	3,1	4,7	1,0	2,3	3,6	3,6	4,2
tsp	Vf	N	V	Á	G	N'	Vf'	Á'	V'	G'
S.r.	2,3	2,4	2,7	3,4	4,8	1,3	2,0	2,7	4,1	4,5
T	Vf	N	V	Á	G	G'	V'	Á'	Vf'	N'
S.r.	2,1	2,4	2,7	3,6	4,8	1,7	1,9	3,0	3,1	4,1

FDA P lomb								
tc	Nö	Pá	Q	s	Nö'	Pá'	s'	Q'
S.r.	1,6	2,3	2,9	3,3	1,3	2,3	2,6	3,9
tsp	Q	Nö	Pá	s	Nö'	Pá'	s'	Q'
S.r.	1,3	2,4	2,7	3,6	1,4	2,4	2,7	3,4
T	Q	Nö	Pá	s	Q'	s'	Pá'	Nö'
S.r.	1,3	2,4	2,7	3,6	1,6	2,3	2,6	3,6

FDA GAV lomb												
tc	Nö	Q	Vá	s	Áá	Gá	Nö'	s'	Áá'	Gá'	Q'	Vá'
S.r.	1,6	3,1	3,1	3,9	4,1	5,0	1,1	2,0	3,4	4,5	4,6	4,9
tsp	Q	Nö	Vá	s	Áá	Gá	Nö'	s'	Áá'	Q'	Gá'	Vá'
S.r.	1,0	2,4	3,4	4,0	4,7	5,3	1,0	2,4	3,7	3,9	4,7	4,9
T	Q	Nö	Vá	s	Áá	Gá	Vá'	Gá'	Áá'	Q'	s'	Nö'
S.r.	1,0	2,4	3,6	4,1	4,4	5,3	1,7	2,0	3,1	3,1	4,6	5,6

FD P lomb						
tc	N	P	Vf	N'	P'	Vf'
S.r.	1,4	2,0	2,6	1,6	1,9	2,6
tsp	Vf	N	P	N'	Vf'	P'
S.r.	1,4	2,0	2,6	1,9	1,9	2,3
T	Vf	N	P	P'	Vf'	N'
S.r.	1,4	2,0	2,6	1,7	1,9	2,4

FD GAV fenyő										
tc	N	V	Á	Vf	G	N'	G'	Á'	V'	Vf'
S.r.	1,3	2,3	2,7	2,8	3,7	1,0	2,0	2,0	2,0	4,3
tsp	N	Vf	V	Á	G	N'	Vf'	G'	Á'	V'
S.r.	1,5	2,0	3,0	3,3	5,0	1,5	1,5	3,0	3,0	3,0
T	Vf	N	V	Á	G	G'	Á'	V'	N'	Vf'
S.r.	1,5	1,5	3,3	3,7	5,0	1,0	1,0	1,0	2,3	2,3

FDA P fenyő								
tc	Nö	Pá	s	Q	Nö'	Pá'	s'	Q'
S.r.	1,3	1,7	3,3	3,7	1,0	2,0	3,0	4,0
tsp	Q	Nö	Pá	s	Nö'	Pá'	Q'	s'
S.r.	1,0	2,3	2,7	4,0	1,0	2,0	3,0	3,7
T	Q	Nö	Pá	s	s'	Q'	Pá'	Nö'
S.r.	1,0	2,3	2,7	4,0	1,3	1,7	3,0	4,0

FDA GAV fenyő												
tc	Nö	Áá	s	Q	Vá	Gá	Nö'	s'	Áá'	Gá'	Vá'	Q'
S.r.	1,4	3,0	3,4	3,6	3,7	5,4	1,2	2,2	3,1	3,3	4,1	4,7
tsp	Q	Nö	s	Vá	Áá	Gá	Nö'	s'	Q'	Áá'	Gá'	Vá'
S.r.	1,0	2,2	3,7	3,9	4,3	5,7	1,1	2,2	3,4	3,8	3,9	4,5
T	Q	Nö	s	Áá	Vá	Gá	Vá'	Gá'	Áá'	Q'	s'	Nö'
S.r.	1,0	2,2	3,9	3,9	4,1	5,7	1,3	1,8	2,2	3,0	4,1	5,2

FD P fenyő						
tc	P	N	Vf	N'	P'	Vf'
S.r.	1,0	2,0	3,0	1,3	1,7	3,0
tsp	P	Vf	N	Vf'	N'	P'
S.r.	1,7	1,3	3,0	1,7	2,0	2,3
T	P	Vf	N	P'	N'	Vf'
S.r.	1,7	1,3	3,0	1,7	2,0	2,3

202. melléklet: Független változók átlagos hatássorrendje (Forrás: Saját adatok)



Eszköz/gép:	Valmet 911.3	Létszám:	1	fő
--------------------	---------------------	-----------------	----------	----

1. Alapadatok

A	Beszerzési ár ÁFA nélkül	60 000 000	Ft
n	Élettartam (leírási idő)	7	év
J	Éves üzemórák száma	2 000	ó/év
a	Amortizációs kulcs (100/n)	14,3	%
r	Javítási hányad	1,20	
p	Kamatláb	5,25	%
ü	Üzemanyagfogyasztás	10,0	l/pró
A _ü	Üzemanyag ára	400	Ft/l
o	Kenőanyagköltség arány	45	%
P	Kihasznátság (Produktív óra/Üzemóra)	70	%
e	Egyéb költség/Üzemóráköltség bérrel aránya	0,40	%
B _f	Kifizetett munkabér	800	Ft/üzó
b _j	Bérfaktor	1,29	

Üzemóráköltség képlete (bérrel együtt):

$$k_B = \frac{A * a}{J * 100} * (1 + r) + \frac{A * p}{2 * J * 100} + B_f * b_j + K_E + \frac{\ddot{u} * A_{\ddot{u}} * (1 + \frac{o}{100}) * P}{100}$$

2. Üzemóráköltség számítása

K _a	Amortizáció költsége	$A/(n*J)=A*a/(J*100)$	4 286	Ft/üzó
K _r	Karbantartás, javítás költsége	$r*K_a$	5 143	Ft/üzó
K _p	Kamatköltség	$(A*p)/(2*J*100)$	788	Ft/üzó
F	Üzemköltség produktív óránként	$\ddot{u}*A_{\ddot{u}}*(1+o/100)$	5 800	Ft/pró
K _F	Üzemköltség (üzemeltetési költség)	$F*P/100$	4 060	Ft/üzó
K _B	Béreköltség	B_f*b_j	1 032	Ft/üzó
Ö ₁	Eddig összesen	$K_a + K_r + K_p + K_F + K_B$	15 309	Ft/üzó
K _E	Egyéb (adó, tárolás, biztosítás) költség	$\ddot{O}_1 * e / 100$	61	Ft/üzó
k ₀	Üzemóráköltség bér nélkül	$K_a + K_r + K_p + K_F + K_E$	14 338	Ft/üzó
k _B	Üzemóráköltség bérrel	$K_a + K_r + K_p + K_F + K_B + K_E$	15 370	Ft/üzó

203. melléklet: Üzemóra költség meghatározása (Forrás: Gólya, 2003)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Teljesítmény (m ³ /üző)	Harvester beszerzési ára (MFt)										
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
	Üzemóra költség (Ft/üző)										
	8859	10571	12280	13988	15697	17408	19117	20826	22537	24247	25954
Kitermelés költsége (Ft/m ³)											
5	1772	2114	2456	2798	3139	3482	3823	4165	4507	4849	5191
10	886	1057	1228	1399	1570	1741	1912	2083	2254	2425	2595
15	591	705	819	933	1046	1161	1274	1388	1502	1616	1730
20	443	529	614	699	785	870	956	1041	1127	1212	1298
25	354	423	491	560	628	696	765	833	901	970	1038
30		352	409	466	523	580	637	694	751	808	865
35				400	448	497	546	595	644	693	742
40						435	478	521	563	606	649

204. melléklet: Kitermelési költség alakulása (Forrás: Saját adatok)

Fahaszn. mód	Vizsgált gép	Erdőrészlet	Állomány típus	Teljesít- mény	Tüza. fogy.	Tüza.k. 2015.03.	Üzemóra	Fajlagos
				m ³ /h	l/h	Ft/l	Ft/h	Ft/m ³
TRV	Ponsse Buffalo Dual	Bugac 167C	EF,FF	15,60	20,0	350	26 973	1 729
TRV	Ponsse Ergo 8WD	Felsőpakony 6A	NNY	32,63	12,5	350	26 960	826
TRV	Valmet 911.3	Balatonfőkajár 1D	A	4,28	10,0	350	14 861	3 472
TRV	Silvatec 896 TH-H	Balatonfőkajár 1D	A	3,80	12,0	350	12 153	3 198
ET	Timberjack 1070	Tapolca 9A	FF,CS	11,21	13,0	350	7 811	697
ET	Timberjack 1270B	Kőszeg 46D	LF	21,88	15,0	350	10 146	464
ET	Timberjack 1270B	Kőszeg 50B	LF	14,07	15,0	350	10 146	721
ET	Timberjack 1270B	Lesenceistvánd 29A	FF,CS	16,14	15,0	350	9 292	576
ET	Timberjack 1270B	Lesenceistvánd 29D	FF,CS	14,32	15,0	350	9 292	649
<i>Tarvágás</i>				14,88	14,2		14 182	1 370
NFGY	Ponsse HS16 Ergo	Balinka 8A	B,CS,GY	10,86	15,0	350	11 738	1 081
TKGY	Valmet 911.3	Szentgál 23B	FF	12,52	10,0	350	14 861	1 187
<i>Gyérítés</i>				11,69	12,5		13 300	1 134
FBV	Valmet 911.3	Szentgál 105D	B,GY	11,37	10,0	350	14 861	1 307
FBV	Valmet 911.3	Szentgál 23C	CS	12,00	10,0	350	14 861	1 238
FBV TRV	Timberjack 1270B	Horvátzsidány 5H	EF,GY	12,23	15,0	350	10 146	830
<i>Felújító vágás</i>				11,87	11,7		13 289	1 125
ET VK	Valmet 911.3	Szentgál 33B és C	B,CS,GY	11,76	10,0	350	14 861	1 264
ET VK	Valmet 911.3	Szentgál 63B	B,CS,GY	9,29	10,0	350	14 861	1 600
ET VK	Valmet 911.3	Sírok 126G	EF	9,52	10,0	350	14 861	1 561
<i>Termelés viharkárosított állományban</i>				10,19	10,0		14 861	1 475
Harvesteres fakitermelés átlaga				13,15	12,79		14 040	1 318

205. melléklet: Harvesteres üzemóraköltségei (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

n= 1928 db	Harveszter	k ₀ = 15,37 eFt/üző
P= 70 %	Valmet 911.3	L _a = 1 fő
t ₁ = 5,79 t ₄ = 4,34	Lombos állomány	R ² = 0,52
t ₂ = 6,22 t ₅ = -22,78		F= 423,27
t ₃ = 16,32		F' _{5%} = 2,21
t'' _{5%} = 1,96		H _r '%= 81,71

Időgyenlet (perc/m³)

t_{sp} =	0,7835	*	G	*	Á	*	V	*	N	*	V_f
			0,168		0,191		0,919		0,182		-0,797

Időnormatáblázat (perc/m³)

V		G											
1		1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
V _f	N	Á											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0,1	5	9,4	10,7	11,6	12,2	10,6	12,1	13,0	13,8	11,3	12,9	13,9	14,7
0,3	5	3,9	4,5	4,8	5,1	4,4	5,0	5,4	5,7	4,7	5,4	5,8	6,1
0,5	5	2,6	3,0	3,2	3,4	2,9	3,3	3,6	3,8	3,1	3,6	3,9	4,1
0,7	5	2,0	2,3	2,5	2,6	2,2	2,6	2,8	2,9	2,4	2,7	3,0	3,1
0,9	5	1,6	1,9	2,0	2,1	1,8	2,1	2,3	2,4	2,0	2,2	2,4	2,6
0,1	10	10,7	12,2	13,1	13,9	12,0	13,7	14,8	15,6	12,8	14,6	15,8	16,7
0,3	10	4,4	5,1	5,5	5,8	5,0	5,7	6,2	6,5	5,3	6,1	6,6	7,0
0,5	10	3,0	3,4	3,6	3,9	3,3	3,8	4,1	4,3	3,6	4,1	4,4	4,6
0,7	10	2,3	2,6	2,8	2,9	2,5	2,9	3,1	3,3	2,7	3,1	3,4	3,5
0,9	10	1,9	2,1	2,3	2,4	2,1	2,4	2,6	2,7	2,2	2,5	2,7	2,9

Teljesítménytáblázat (m³/üző)

V		G											
1		1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
V _f	N	Á											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0,1	5	6,4	5,6	5,2	4,9	5,7	5,0	4,6	4,4	5,3	4,7	4,3	4,1
0,3	5	15,3	13,4	12,4	11,8	13,6	11,9	11,1	10,5	12,7	11,2	10,3	9,8
0,5	5	23,0	20,2	18,7	17,7	20,5	18,0	16,6	15,7	19,1	16,8	15,5	14,7
0,7	5	30,1	26,4	24,4	23,1	26,8	23,5	21,7	20,6	25,0	21,9	20,3	19,2
0,9	5	36,8	32,2	29,8	28,2	32,7	28,7	26,5	25,1	30,6	26,8	24,8	23,5
0,1	10	5,6	4,9	4,6	4,3	5,0	4,4	4,1	3,8	4,7	4,1	3,8	3,6
0,3	10	13,5	11,8	11,0	10,4	12,0	10,5	9,7	9,2	11,2	9,8	9,1	8,6
0,5	10	20,3	17,8	16,5	15,6	18,1	15,8	14,6	13,9	16,9	14,8	13,7	13,0
0,7	10	26,5	23,2	21,5	20,4	23,6	20,7	19,2	18,1	22,1	19,3	17,9	16,9
0,9	10	32,4	28,4	26,3	24,9	28,9	25,3	23,4	22,2	27,0	23,6	21,9	20,7

Költségtáblázat (eFt/m³)

V		G											
1		1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
V _f	N	Á											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
0,1	5	2,41	2,75	2,97	3,14	2,70	3,09	3,33	3,52	2,90	3,30	3,57	3,77
0,3	5	1,00	1,14	1,24	1,31	1,13	1,29	1,39	1,47	1,21	1,38	1,49	1,57
0,5	5	0,67	0,76	0,82	0,87	0,75	0,86	0,92	0,98	0,80	0,92	0,99	1,05
0,7	5	0,51	0,58	0,63	0,67	0,57	0,65	0,71	0,75	0,61	0,70	0,76	0,80
0,9	5	0,42	0,48	0,52	0,54	0,47	0,54	0,58	0,61	0,50	0,57	0,62	0,65
0,1	10	2,73	3,12	3,37	3,56	3,07	3,50	3,78	4,00	3,28	3,75	4,05	4,28
0,3	10	1,14	1,30	1,40	1,48	1,28	1,46	1,58	1,67	1,37	1,56	1,69	1,78
0,5	10	0,76	0,86	0,93	0,99	0,85	0,97	1,05	1,11	0,91	1,04	1,12	1,19
0,7	10	0,58	0,66	0,71	0,75	0,65	0,74	0,80	0,85	0,70	0,80	0,86	0,91
0,9	10	0,47	0,54	0,58	0,62	0,53	0,61	0,66	0,69	0,57	0,65	0,70	0,74

206. melléklet: Normatáblázat, lombos állomány (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

n=	846 db	Harveszter	$k_0=$	15,37 eFt/üző
P=	70 %	Valmet 911.3	$L_a=$	1 fő
$t_1=$	10,68		$R^2=$	0,52
$t_2=$	5,17	Kemény lombos állomány	$F=$	224,29
$t_3=$	20,73		$F'_{5\%}=$	2,38
$t''_{5\%}=$	1,96		$H_r'%=$	78,16

Időgyenlet (perc/m³)

	0,194	0,299	1,016	-1,254					
$t_{sp} =$	0,134	*	s	*	P_a	*	N_ö	*	Q

Időnormatáblázat (perc/m³)

		s											
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
		P _a											
Q	N _ö	3	3	3	3	6	6	6	6	9	9	9	9
0,1	5	30,3	34,7	37,5	39,7	37,3	42,7	46,2	48,8	42,1	48,2	52,1	55,1
0,3	5	7,6	8,7	9,5	10,0	9,4	10,8	11,6	12,3	10,6	12,2	13,1	13,9
0,5	5	4,0	4,6	5,0	5,3	5,0	5,7	6,1	6,5	5,6	6,4	6,9	7,3
0,7	5	2,6	3,0	3,3	3,5	3,3	3,7	4,0	4,3	3,7	4,2	4,5	4,8
0,9	5	1,9	2,2	2,4	2,5	2,4	2,7	2,9	3,1	2,7	3,1	3,3	3,5
0,1	10	61,3	70,2	75,9	80,3	75,5	86,3	93,4	98,8	85,2	97,5	105,4	111,5
0,3	10	15,5	17,7	19,1	20,2	19,0	21,8	23,6	24,9	21,5	24,6	26,6	28,1
0,5	10	8,2	9,3	10,1	10,7	10,0	11,5	12,4	13,1	11,3	13,0	14,0	14,8
0,7	10	5,3	6,1	6,6	7,0	6,6	7,5	8,1	8,6	7,4	8,5	9,2	9,7
0,9	10	3,9	4,5	4,8	5,1	4,8	5,5	5,9	6,3	5,4	6,2	6,7	7,1

Teljesítménytáblázat (m³/üző)

		s											
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
		P _a											
Q	N _ö	3	3	3	3	6	6	6	6	9	9	9	9
0,1	5	2,0	1,7	1,6	1,5	1,6	1,4	1,3	1,2	1,4	1,2	1,2	1,1
0,3	5	7,8	6,9	6,3	6,0	6,4	5,6	5,2	4,9	5,6	4,9	4,6	4,3
0,5	5	14,9	13,0	12,0	11,4	12,1	10,6	9,8	9,2	10,7	9,4	8,7	8,2
0,7	5	22,7	19,8	18,3	17,3	18,4	16,1	14,9	14,1	16,3	14,3	13,2	12,5
0,9	5	31,1	27,2	25,1	23,8	25,3	22,1	20,4	19,3	22,4	19,6	18,1	17,1
0,1	10	1,0	0,9	0,8	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5
0,3	10	3,9	3,4	3,1	3,0	3,2	2,8	2,5	2,4	2,8	2,4	2,3	2,1
0,5	10	7,4	6,4	5,9	5,6	6,0	5,2	4,8	4,6	5,3	4,6	4,3	4,0
0,7	10	11,2	9,8	9,1	8,6	9,1	8,0	7,4	7,0	8,1	7,1	6,5	6,2
0,9	10	15,4	13,4	12,4	11,7	12,5	10,9	10,1	9,5	11,1	9,7	8,9	8,5

Költségtáblázat (eFt/m³)

		s											
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
		P _a											
Q	N _ö	3	3	3	3	6	6	6	6	9	9	9	9
0,1	5	7,77	8,88	9,61	10,16	9,56	10,93	11,83	12,51	10,79	12,34	13,35	14,12
0,3	5	1,96	2,24	2,42	2,56	2,41	2,76	2,98	3,15	2,72	3,11	3,37	3,56
0,5	5	1,03	1,18	1,28	1,35	1,27	1,45	1,57	1,66	1,43	1,64	1,78	1,88
0,7	5	0,68	0,77	0,84	0,89	0,83	0,95	1,03	1,09	0,94	1,08	1,16	1,23
0,9	5	0,49	0,57	0,61	0,65	0,61	0,70	0,75	0,80	0,69	0,79	0,85	0,90
0,1	10	15,71	17,97	19,44	20,56	19,33	22,11	23,92	25,30	21,82	24,97	27,01	28,56
0,3	10	3,96	4,53	4,91	5,19	4,88	5,58	6,04	6,38	5,51	6,30	6,81	7,21
0,5	10	2,09	2,39	2,59	2,73	2,57	2,94	3,18	3,36	2,90	3,32	3,59	3,80
0,7	10	1,37	1,57	1,70	1,79	1,69	1,93	2,09	2,21	1,90	2,18	2,36	2,49
0,9	10	1,00	1,14	1,24	1,31	1,23	1,41	1,52	1,61	1,39	1,59	1,72	1,82

207. melléklet: Normatáblázat, kemény lombos állomány (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

n=	87 db	Harveszter	$k_0=$	15,37 eFt/üző
P=	70 %	Valmet 911.3	$L_{10}=$	1 fő
$t_1=$	5,99		$R^2=$	0,35
$t_2=$	0,49	Bükkös állomány	F=	11,19
$t_3=$	2,85		$F'_{5\%}=$	2,48
$t'_{5\%}=$	2,00		$H'_r\%=$	37,10
$t_4=$	-3,58			

Időgyenlet (perc/m³)

$t_{sp} =$	0,395	*	s	*	P_á	*	N_ö	*	Q
			0,266		0,083		0,574		-0,668

Időnormatáblázat (perc/m³)

		s											
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
		P _á											
Q	Nö	3	3	3	3	6	6	6	6	9	9	9	9
0,1	5	9,7	11,7	13,0	14,0	10,3	12,3	13,8	14,9	10,6	12,8	14,2	15,4
0,3	5	4,7	5,6	6,2	6,7	4,9	5,9	6,6	7,1	5,1	6,1	6,8	7,4
0,5	5	3,3	4,0	4,4	4,8	3,5	4,2	4,7	5,1	3,6	4,4	4,9	5,2
0,7	5	2,6	3,2	3,5	3,8	2,8	3,4	3,8	4,0	2,9	3,5	3,9	4,2
0,9	5	2,2	2,7	3,0	3,2	2,4	2,8	3,2	3,4	2,4	2,9	3,3	3,5
0,1	10	14,4	17,4	19,3	20,9	15,3	18,4	20,5	22,1	15,8	19,0	21,2	22,9
0,3	10	6,9	8,3	9,3	10,0	7,3	8,8	9,8	10,6	7,6	9,1	10,2	11,0
0,5	10	4,9	5,9	6,6	7,1	5,2	6,3	7,0	7,5	5,4	6,5	7,2	7,8
0,7	10	3,9	4,7	5,3	5,7	4,2	5,0	5,6	6,0	4,3	5,2	5,8	6,2
0,9	10	3,3	4,0	4,5	4,8	3,5	4,2	4,7	5,1	3,6	4,4	4,9	5,3

Teljesítménytáblázat (m³/üző)

		s											
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
		P _á											
Q	Nö	3	3	3	3	6	6	6	6	9	9	9	9
0,1	5	6,2	5,1	4,6	4,3	5,8	4,9	4,4	4,0	5,7	4,7	4,2	3,9
0,3	5	12,9	10,7	9,6	8,9	12,2	10,1	9,1	8,4	11,8	9,8	8,8	8,1
0,5	5	18,1	15,1	13,5	12,5	17,1	14,2	12,8	11,8	16,6	13,8	12,4	11,4
0,7	5	22,7	18,9	16,9	15,7	21,4	17,8	16,0	14,8	20,7	17,2	15,5	14,3
0,9	5	26,8	22,3	20,0	18,6	25,4	21,1	18,9	17,5	24,5	20,4	18,3	17,0
0,1	10	4,2	3,5	3,1	2,9	3,9	3,3	2,9	2,7	3,8	3,2	2,8	2,6
0,3	10	8,7	7,2	6,5	6,0	8,2	6,8	6,1	5,7	7,9	6,6	5,9	5,5
0,5	10	12,2	10,1	9,1	8,4	11,5	9,6	8,6	8,0	11,1	9,2	8,3	7,7
0,7	10	15,2	12,7	11,4	10,5	14,4	12,0	10,7	10,0	13,9	11,6	10,4	9,6
0,9	10	18,0	15,0	13,5	12,5	17,0	14,2	12,7	11,8	16,5	13,7	12,3	11,4

Költségtáblázat (eFt/m³)

		s											
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
		P _á											
Q	Nö	3	3	3	3	6	6	6	6	9	9	9	9
0,1	5	2,48	2,99	3,33	3,59	2,63	3,16	3,52	3,80	2,72	3,27	3,64	3,93
0,3	5	1,19	1,43	1,60	1,72	1,26	1,52	1,69	1,83	1,31	1,57	1,75	1,89
0,5	5	0,85	1,02	1,14	1,23	0,90	1,08	1,20	1,30	0,93	1,12	1,24	1,34
0,7	5	0,68	0,81	0,91	0,98	0,72	0,86	0,96	1,04	0,74	0,89	0,99	1,07
0,9	5	0,57	0,69	0,77	0,83	0,61	0,73	0,81	0,88	0,63	0,75	0,84	0,91
0,1	10	3,70	4,45	4,95	5,35	3,91	4,71	5,24	5,66	4,05	4,87	5,42	5,85
0,3	10	1,77	2,13	2,38	2,57	1,88	2,26	2,52	2,72	1,94	2,34	2,60	2,81
0,5	10	1,26	1,52	1,69	1,83	1,34	1,61	1,79	1,93	1,38	1,66	1,85	2,00
0,7	10	1,01	1,21	1,35	1,46	1,07	1,28	1,43	1,54	1,10	1,33	1,48	1,60
0,9	10	0,85	1,02	1,14	1,23	0,90	1,09	1,21	1,31	0,93	1,12	1,25	1,35

208. melléklet: Normatáblázat, bükkös állomány (Forrás: Saját adatok)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

n= 814 db	Harveszter	k ₀ = 15,37 eFt/üző
P= 70 %	Valmet 911.3	L _a = 1 fő
t ₁ = 19,57 t ₄ = -50,37	Fenyves állomány	R ² = 0,81
t ₂ = 9,60		F= 865,11
t ₃ = 38,00		F' _{5%} = 2,38
t'' _{5%} = 1,96		H _r '%= 30,79

Időgyenlet (perc/m³)

	0,240		0,493		0,541		-0,805		
t_{sp} =	0,273	*	s	*	P_á	*	N_ö	*	Q

Időnormatáblázat (perc/m³)

		s											
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
		P _á											
Q	Nö	3	3	3	3	5	5	5	5	7	7	7	7
0,1	5	13,3	15,7	17,4	18,6	17,1	20,3	22,3	23,9	20,2	23,9	26,4	28,2
0,3	5	5,5	6,5	7,2	7,7	7,1	8,4	9,2	9,9	8,4	9,9	10,9	11,7
0,5	5	3,6	4,3	4,7	5,1	4,7	5,5	6,1	6,5	5,5	6,5	7,2	7,7
0,7	5	2,8	3,3	3,6	3,9	3,6	4,2	4,7	5,0	4,2	5,0	5,5	5,9
0,9	5	2,3	2,7	3,0	3,2	2,9	3,5	3,8	4,1	3,4	4,1	4,5	4,8
0,1	10	19,4	22,9	25,2	27,1	24,9	29,5	32,5	34,8	29,4	34,8	38,3	41,1
0,3	10	8,0	9,5	10,4	11,2	10,3	12,2	13,4	14,4	12,2	14,4	15,8	17,0
0,5	10	5,3	6,3	6,9	7,4	6,8	8,1	8,9	9,5	8,1	9,5	10,5	11,2
0,7	10	4,0	4,8	5,3	5,6	5,2	6,1	6,8	7,3	6,1	7,3	8,0	8,6
0,9	10	3,3	3,9	4,3	4,6	4,3	5,0	5,5	5,9	5,0	5,9	6,5	7,0

Teljesítménytáblázat (m³/üző)

		s											
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
		P _á											
Q	Nö	3	3	3	3	5	5	5	5	7	7	7	7
0,1	5	4,5	3,8	3,5	3,2	3,5	3,0	2,7	2,5	3,0	2,5	2,3	2,1
0,3	5	10,9	9,2	8,4	7,8	8,5	7,2	6,5	6,1	7,2	6,1	5,5	5,1
0,5	5	16,5	13,9	12,6	11,8	12,8	10,8	9,8	9,2	10,8	9,2	8,3	7,8
0,7	5	21,6	18,3	16,6	15,5	16,8	14,2	12,9	12,0	14,2	12,0	10,9	10,2
0,9	5	26,4	22,4	20,3	18,9	20,5	17,4	15,8	14,7	17,4	14,7	13,4	12,5
0,1	10	3,1	2,6	2,4	2,2	2,4	2,0	1,8	1,7	2,0	1,7	1,6	1,5
0,3	10	7,5	6,3	5,8	5,4	5,8	4,9	4,5	4,2	4,9	4,2	3,8	3,5
0,5	10	11,3	9,6	8,7	8,1	8,8	7,4	6,8	6,3	7,4	6,3	5,7	5,3
0,7	10	14,8	12,6	11,4	10,6	11,5	9,8	8,9	8,3	9,8	8,3	7,5	7,0
0,9	10	18,2	15,4	13,9	13,0	14,1	11,9	10,8	10,1	12,0	10,1	9,2	8,6

Költségtáblázat (eFt/m³)

		s											
		3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12
		P _á											
Q	Nö	3	3	3	3	5	5	5	5	7	7	7	7
0,1	5	3,41	4,03	4,45	4,76	4,39	5,19	5,72	6,13	5,18	6,12	6,75	7,23
0,3	5	1,41	1,66	1,84	1,97	1,81	2,14	2,36	2,53	2,14	2,53	2,79	2,99
0,5	5	0,93	1,10	1,22	1,30	1,20	1,42	1,56	1,68	1,42	1,68	1,85	1,98
0,7	5	0,71	0,84	0,93	0,99	0,92	1,08	1,19	1,28	1,08	1,28	1,41	1,51
0,9	5	0,58	0,69	0,76	0,81	0,75	0,88	0,97	1,04	0,88	1,04	1,15	1,23
0,1	10	4,97	5,87	6,47	6,93	6,39	7,55	8,32	8,92	7,54	8,91	9,82	10,52
0,3	10	2,05	2,42	2,67	2,86	2,64	3,12	3,43	3,68	3,11	3,68	4,05	4,34
0,5	10	1,36	1,61	1,77	1,90	1,75	2,07	2,28	2,44	2,06	2,44	2,69	2,88
0,7	10	1,04	1,22	1,35	1,45	1,33	1,57	1,74	1,86	1,57	1,86	2,05	2,20
0,9	10	0,85	1,00	1,10	1,18	1,09	1,29	1,42	1,52	1,29	1,52	1,67	1,79

209. melléklet: Normatáblázat, fenyves állomány (Forrás: Saját adatok)

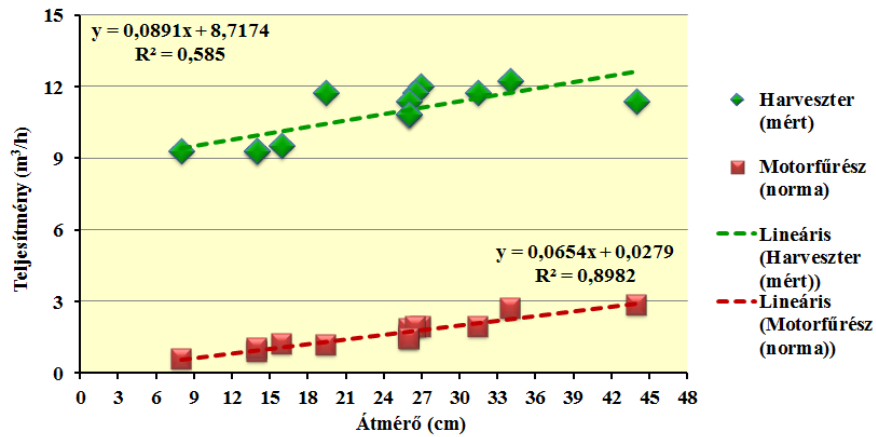


HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

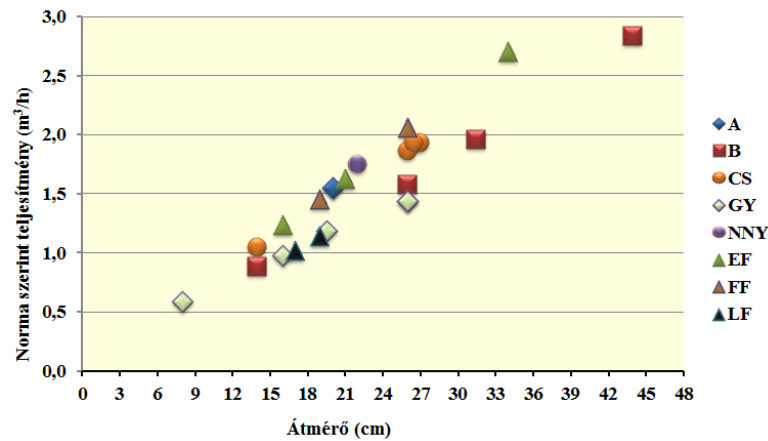
A		B	
Fafaj: A		Fafaj: B	
D _{1,3} : 20 cm		D _{1,3} : 44 cm	
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,152	0,152	1 500
228	0,154	0,154	1 500
231	0,105	0,105	800
84	0,234	0,234	1 500
351			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		1,55	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		12,40	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			894
			89
			983
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,118	0,118	1 500
177	0,139	0,139	1 500
209	0,079	0,079	800
63	0,183	0,183	1 500
275			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		1,93	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		15,41	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			723
			72
			796
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,122	0,122	1 500
183	0,145	0,145	1 500
218	0,081	0,081	800
85	0,190	0,190	1 500
285			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		1,86	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		14,87	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			750
			75
			825
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,210	0,210	1 500
317	0,258	0,258	1 500
385	0,197	0,197	800
158	0,296	0,296	1 500
444			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		1,04	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		8,32	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			1 304
			130
			1 434
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,201	0,201	1 500
302	0,313	0,313	1 500
470	0,149	0,149	800
119	0,373	0,373	1 500
560			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		0,97	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		7,72	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			1 450
			145
			1 595
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,130	0,130	1 500
195	0,184	0,184	1 500
276	0,092	0,092	800
74	0,295	0,295	1 500
443			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		1,43	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		11,41	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			987
			99
			1 086
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,163	0,163	1 500
245	0,251	0,251	1 500
377	0,105	0,105	800
84	0,325	0,325	1 500
488			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		1,18	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		9,48	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			1 193
			119
			1 312
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,382	0,382	1 500
573	0,475	0,475	1 500
713	0,320	0,320	800
256	0,540	0,540	1 500
818			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		0,58	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		4,66	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			2 352
			235
			3 121
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,135	0,135	1 500
203	0,387	0,387	1 500
581	0,116	0,116	800
93	0,243	0,243	1 500
365			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		1,14	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		9,08	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			1 240
			124
			1 364
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,152	0,152	1 500
228	0,424	0,424	1 500
636	0,138	0,138	800
110	0,262	0,262	1 500
393			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		1,02	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		8,20	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			1 367
			137
			1 504
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,084	0,084	1 500
126	0,061	0,061	1 500
92	0,063	0,063	800
50	0,145	0,145	1 500
218			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		2,83	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		22,66	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			485
			49
			534
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,130	0,130	1 500
195	0,160	0,160	1 500
240	0,081	0,081	800
65	0,266	0,266	1 500
399			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		1,57	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		12,56	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			899
			90
			989
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,108	0,108	1 500
162	0,116	0,116	1 500
174	0,071	0,071	800
57	0,218	0,218	1 500
327			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		1,95	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		15,59	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			720
			72
			792
A fakitermelési munkarendszer leírása			
Munkarendszer leírása			
Művelet	Eszköz Gép	Hely	Lét- szám
DO	MF	VT	1
GA	MF	VT	1
VALT	KEZ	VT	1
DAT	MF	VT	1
Előmunka- teljesítmény- és költségkalkuláció			
Fatérf.	Normaidő	Előmunka	Uzó.ktsq
%	üző/m ²	üző/m ²	Ft/üző
100	0,227	0,227	1 500
341	0,302	0,302	1 500
453	0,197	0,197	800
158	0,407	0,407	1 500
611			
Óránkénti teljesítmény (nm ² /üző):		0,88	Előmunkaráfordítás:
Műszak hossza (óra):		8	Egyéb költség (%):
Műszakteljesítmény (nm ³ /műszak):		7,06	Fakitermelés közvetlen költsége össz.:
			1 562
			156
			1 718



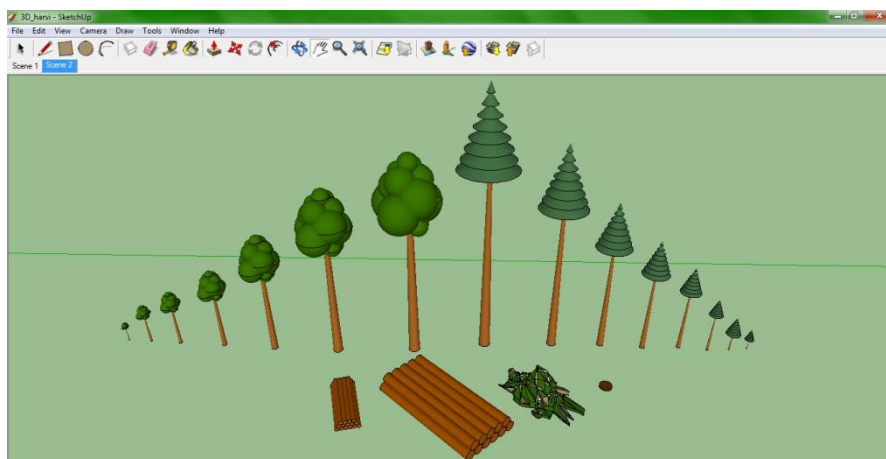
HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



211. melléklet: A harvesteres és a motorfűrész fakitermelés teljesítményének összehasonlítása (Forrás: Saját adatok)



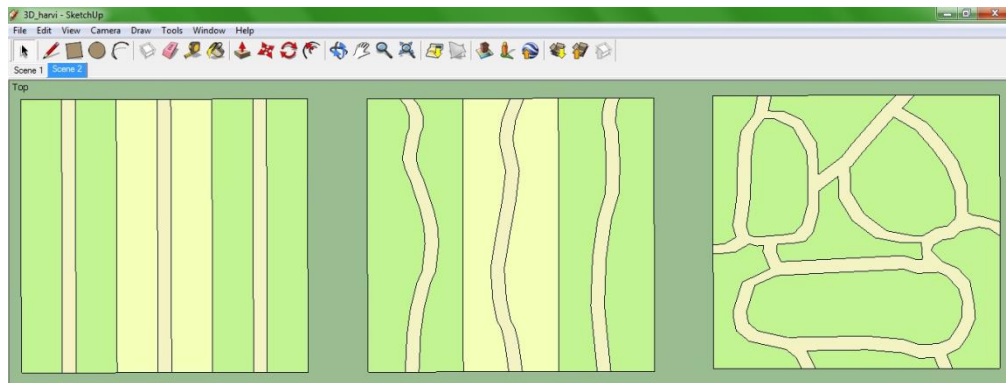
212. melléklet: Motorfűrész fakitermelés norma teljesítménye, fafajonként (Forrás: Saját adatok)



213. melléklet: Különböző korú lomb és fenyő faegyedek, valamint a fakitermelés során keletkezett választékok, tuskók, vágástéri apadék SketchUp programmal készített 3D-s modelljei (Forrás: Saját ábra)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában



214. melléklet: Közelítőnyomokat, vágáspásztákat tartalmazó vágásterületek SketchUp programmal készített 3D-s modelljei (Forrás: Saját ábra)



215. melléklet: Harveszteres fakitermelés 3D modell (SketchUp) (Forrás: Saját ábra)



216. melléklet: Fenyves állomány tarvágása, párhuzamos közelítőnyomokról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra)



217. melléklet: Lombos állomány gyérítése, párhuzamos közelítőnyomokról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra)



218. melléklet: Lombos állomány gyérítése, íves közelítőnyomokról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra)



219. melléklet: Lombos állomány fokozatos felújítógátása, bontógátás hurkos közelítőnyomról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra)



220. melléklet: Lombos állomány fokozatos felújítógátása, végvágás hurkos közelítőnyomról (SketchUp 3D modell) (Forrás: Saját ábra)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

FATERMELÉSI ÉS KÜLÖNLEGES RENDELTETÉS

Vágásérettségi csoport: 0-9 éven belül vágásérett állományok
Minőségi osztály: I-V. osztályú

Erdőadattár: 2012.01.01-i állapot

ÉLŐFAKÉSZLET MEGOSZLÁSA FAFAJOK ÉS ÁTMÉRŐ CSOPORTOK SZERINT (M3 -BEN)

EREDET BONTÁS NÉLKÜL

Átmérő csoportok (cm)

	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 29	30 - 39	40 - 59	60 - 79	80 -	ÖSSZESEN
KST	729	4 554	8 919	34 588	284 485	1 606 373	3 755 261	123 987	18 661	5 837 557
KTT	8	1 289	2 026	34 978	2 534 106	5 226 814	1 699 722	8 625	2 722	9 510 290
ET	189	2 235	3 078	21 732	138 161	93 662	28 633	1 101	0	288 791
TÖLGY EGY.	926	8 078	14 023	91 298	2 956 752	6 926 849	5 483 616	133 713	21 383	15 636 638
CS	51	1 380	11 301	83 495	4 070 860	7 916 770	1 950 883	25 266	6 014	14 066 020
B	14	1 626	6 997	15 968	131 144	1 568 351	6 078 046	302 565	7 630	8 112 341
GY	2 609	16 779	87 985	416 784	2 262 211	613 403	39 597	878	342	3 440 588
A	9 423	474 916	4 219 702	11 347 457	9 522 237	1 082 674	101 830	3 825	0	26 762 064
J	2 502	17 605	62 427	139 226	354 778	169 697	30 663	151	0	777 049
SZ	348	6 661	22 121	47 529	53 099	32 516	16 300	669	0	179 243
K	2 296	18 951	83 800	253 065	696 839	1 011 116	543 852	30 400	1 552	2 641 871
EKL	1 396	23 990	56 506	175 558	320 302	215 144	123 134	2 391	457	918 878
EKL EGYÜTT	6 542	67 207	224 854	615 378	1 425 018	1 428 473	713 949	33 611	2 009	4 517 041
KLOMB ÖSSZ	19 565	569 986	4 564 862	12 570 380	20 368 222	19 536 520	14 367 921	499 858	37 378	72 534 692
NNY	5 118	98 863	273 021	1 484 248	6 381 297	4 295 922	1 094 767	55 201	2 869	13 691 306
HNY	2 014	22 959	157 166	569 457	1 657 842	1 412 363	1 402 828	303 067	24 314	5 552 010
NY EGYÜTT	7 132	121 822	430 187	2 053 705	8 039 139	5 708 285	2 497 595	358 268	27 183	19 243 316
FU	570	4 793	24 690	124 035	901 558	898 732	433 440	51 615	7 077	2 446 510
E	112	3 239	17 231	105 317	1 764 515	1 223 930	75 705	62	0	3 190 111
H	27	1 401	11 345	27 418	275 724	551 519	232 758	2 391	265	1 102 848
ELL	332	7 324	26 344	86 784	156 498	76 314	12 893	3 397	153	370 039
LLOMB EGYÜTT	1 041	16 757	79 610	343 554	3 098 295	2 750 495	754 796	57 465	7 495	7 109 508
LLOMB ÖSSZ	8 173	138 579	509 797	2 397 259	11 137 434	8 458 780	3 252 391	415 733	34 678	26 352 824
EF	258	1 879	48 629	948 898	2 087 572	1 753 334	313 680	1 144	0	5 155 394
FF	2 020	11 491	146 937	1 058 262	1 513 173	367 120	41 563	117	0	3 140 683
LF	173	1 056	29 632	176 548	240 120	110 917	20 961	0	0	579 407
VF	0	8	49	195	11 225	38 398	22 539	1 207	0	73 621
EGYF	2 249	4 431	365	793	3 127	9 271	1 852	0	0	22 088
FENYŐ ÖSSZ	4 700	18 865	225 612	2 184 696	3 855 217	2 279 040	400 595	2 468	0	8 971 193
ÖSSZESEN	32 438	727 430	5 300 271	17 152 335	35 360 873	30 274 340	18 020 907	918 059	72 056	107 858 709

FATERMELÉSI ÉS KÜLÖNLEGES RENDELTETÉS

Vágásérettségi csoport: 10-19 éven belül vágásérett állományok
Minőségi osztály: I-V. osztályú

Erdőadattár: 2012.01.01-i állapot

ÉLŐFAKÉSZLET MEGOSZLÁSA FAFAJOK ÉS ÁTMÉRŐ CSOPORTOK SZERINT (M3 -BEN)

EREDET BONTÁS NÉLKÜL

Átmérő csoportok (cm)

	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 - 20	21 - 29	30 - 39	40 - 59	60 - 79	80 -	ÖSSZESEN
KST	561	4 366	15 671	97 299	667 689	2 039 024	1 824 965	44 680	4 691	4 698 946
KTT	401	811	7 495	132 669	3 706 728	3 704 718	819 529	6 555	1 231	8 380 137
ET	255	1 518	5 536	62 752	243 880	136 476	27 574	250	0	478 241
TÖLGY EGY.	1 217	6 695	28 702	292 720	4 618 297	5 880 218	2 672 068	51 485	5 922	13 557 324
CS	1 103	4 816	28 546	276 390	4 362 961	3 980 876	641 912	13 121	1 446	9 311 171
B	248	593	6 707	25 769	427 832	2 382 003	3 468 250	96 819	7 548	6 415 769
GY	2 140	26 271	129 727	727 712	2 245 326	318 289	28 180	1 484	0	3 479 129
A	182 321	3 383 835	9 478 209	7 700 936	1 433 006	130 916	24 764	490	71	22 334 548
J	3 640	29 663	73 739	144 194	308 377	117 449	20 874	25	0	697 961
SZ	3 193	15 789	44 385	62 263	48 547	18 420	12 445	42	38	205 122
K	5 187	29 451	118 313	246 800	668 894	863 695	449 766	15 025	123	2 397 254
EKL	7 406	46 482	93 464	155 472	222 013	183 244	57 433	1 820	108	767 442
EKL EGYÜTT	19 426	121 385	329 901	608 729	1 247 831	1 182 808	540 518	16 912	269	4 067 779
KLOMB ÖSSZ	206 455	3 543 595	10 001 792	9 632 256	14 335 253	13 875 110	7 375 692	180 311	15 256	59 165 720
NNY	304 831	679 701	765 911	1 454 601	1 848 056	331 498	54 814	4 350	243	5 444 005
HNY	65 766	342 167	446 018	797 911	1 373 639	712 614	631 585	99 293	12 828	4 481 821
NY EGYÜTT	370 597	1 021 868	1 211 929	2 252 512	3 221 695	1 044 112	686 399	103 643	13 071	9 925 826
FU	3 499	17 457	45 671	181 056	696 470	430 426	150 467	23 367	279	1 548 692
E	176	11 683	67 473	319 769	2 412 912	543 578	29 043	126	0	3 384 760
H	209	3 502	9 031	53 306	455 657	607 807	145 974	1 453	38	1 276 977
ELL	2 009	17 768	71 011	147 256	120 349	44 582	3 676	1 703	0	408 354
LLOMB EGYÜTT	5 893	50 410	193 186	701 387	3 685 388	1 626 393	329 160	26 649	317	6 618 783
LLOMB ÖSSZ	376 490	1 072 278	1 405 115	2 953 899	6 907 083	2 670 505	1 015 559	130 292	13 388	16 544 609
EF	372	7 846	269 664	2 237 585	3 798 141	1 783 082	140 236	1 200	70	8 238 196
FF	2 071	48 178	698 942	1 511 525	1 295 966	179 295	19 057	65	17	3 755 116
LF	371	4 208	87 293	365 365	381 119	113 434	27 353	0	0	979 143
VF	0	0	0	1 371	30 285	64 054	22 608	0	0	118 318
EGYF	1 780	4 895	325	4 865	11 489	11 120	5 839	23	0	40 336
FENYŐ ÖSSZ	4 594	65 127	1 056 224	4 120 711	5 517 000	2 150 985	215 093	1 288	87	13 131 109
ÖSSZESEN	587 539	4 681 000	12 463 131	16 706 866	26 759 336	18 696 600	8 606 344	311 891	28 731	88 841 438

221. melléklet: 0-9 év és 10-19 év élőfakészlet megoszlása (Forrás: NÉBIH)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Tölgy	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasználat	Eü.	Egyéb	Szállalás	Készlet-gond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	49232	273174	667174	31253	6688	7938	2147	1037606
2012	48688	259638	699943	27552	9164	8960	1152	1055097
2011	49 583	229 773	762 750	46 008	6 357	8 189	1 404	1 104 064
2010	42 458	218 761	759 994	66 280	5 732	7 484	1 029	1 101 738
2009	43 296	217 891	706 181	64 246	19 751			1 051 365
2008	40 350	205 578	826 327	68 594	24 716			1 165 565
2007	43 913	211 923	715 064	103 303	14 760			1 088 963
2006	46 713	208 831	786 804	104 732	10 352			1 157 432
2005	48 420	205 743	828 046	95 475	10 141			1 187 825
2004	43 183	209 129	767 472	87 877	10 945			1 118 606
2003	41 990	204 589	813 840	65 016	7 916			1 133 351
2002	47 987	217 001	842 465	46 912	6 461			1 160 826
2001	46 284	201 985	832 942	68 060	8 482			1 157 753
2000	47 813	226 251	821 052	83 226	5 998			1 184 340
Összesen	639 910	3 090 267	10 830 054	958 534	147 463	32 571	5 732	15 704 531
Átlag	45 708	220 733	773 575	68 467	10 533	8 143	1 433	1 121 752

222. melléklet: Tölgy kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)

Cser	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasználat	Eü.	Egyéb	Szállalás	Készlet-gond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	24299	176785	707421	15916	7641	4686	496	937244
2012	23851	172517	659061	12311	5102	5881	316	879039
2011	27899	172490	698103	35001	6916	4629	662	945 700
2010	26515	158776	687370	55808	4344	6531	295	939 639
2009	25120	170985	705086	22336	12749			936 276
2008	25612	150948	725735	16600	10735			929 630
2007	31552	171636	598344	20079	10420			832 031
2006	34136	177223	713012	20453	7901			952 725
2005	31696	181299	730329	23923	8310			975 557
2004	33857	178617	785272	17884	7574			1 023 204
2003	30801	176906	796506	12157	5614			1 021 984
2002	34497	178716	744003	12194	3498			972 908
2001	30697	164974	760310	13362	6808			976 151
2000	32969	181482	763194	21156	6484			1 005 285
Összesen	413 501	2 413 354	10 073 746	299 180	104 096	21 727	1 769	13 327 373
Átlag	29 536	172 382	719 553	21 370	7 435	5 432	442	951 955

223. melléklet: Cser kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Bükk	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasználat	Eü.	Egyéb	Szálalás	Készlet-gond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	10512	126575	502056	7104	3584	18983	657	669471
2012	10571	123270	534203	6492	4584	17713	1558	698391
2011	11 731	115 676	526 100	98 515	4 947	21 405	1 317	779 691
2010	9 683	114 659	500 349	268 246	4 937	17 298	1 095	916 267
2009	9 875	135 387	548 075	34 285	17 129			744 751
2008	10 038	123 032	516 620	28 271	13 940			691 901
2007	11 199	134 628	470 028	18 293	15 308			649 456
2006	10 184	141 238	452 802	25 737	12 391			642 352
2005	10 666	144 652	464 585	77 650	6 329			703 882
2004	10 156	160 948	439 309	103 865	5 121			719 399
2003	10 115	164 071	487 535	11 845	5 111			678 677
2002	9 864	151 149	440 257	12 018	4 629			617 917
2001	9 373	151 263	461 616	28 141	4 249			654 642
2000	10 514	180 081	473 553	12 774	5 509			682 431
Összesen	144 481	1 966 629	6 817 088	733 236	107 768	75 399	4 627	9 849 228
Átlag	10 320	140 474	486 935	52 374	7 698	18 850	1 157	703 516

224. melléklet: Bükk kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)

Gyertyán	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasználat	Eü.	Egyéb	Szálalás	Készlet-gond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	12591	100870	180467	3237	1324	6084	714	305287
2012	13743	103317	176624	3074	1851	6530	408	305547
2011	14 048	93 786	195 842	11 381	1 462	4 212	799	321 530
2010	14 444	83 541	157 030	12 686	1 575	4 869	483	274 628
2009	16 957	113 642	178 743	8 987	5 709			324 038
2008	16 599	104 326	181 166	12 823	6 642			321 556
2007	18 373	108 713	162 550	13 646	5 836			309 118
2006	19 526	121 245	182 007	15 265	2 857			340 900
2005	22 408	120 607	185 315	21 074	3 284			352 688
2004	20 557	130 225	188 418	14 729	2 387			356 316
2003	20 198	133 976	186 301	5 862	1 518			347 855
2002	21 769	129 282	173 451	5 632	1 866			332 000
2001	19 574	127 383	165 949	6 367	2 107			321 380
2000	19 699	142 302	164 897	7 000	2 348			336 246
Összesen	250 486	1 613 215	2 478 760	141 763	40 766	21 695	2 404	4 549 089
Átlag	17 892	115 230	177 054	10 126	2 912	5 424	601	324 935

225. melléklet: Gyertyán kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Akác	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasz-nálat	Eü.	Egyéb	Szálalás	Készlet-gond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	102700	208388	1399799	13830	17536	293	2515	1745061
2012	96041	218122	1437299	14916	23126	232	3533	1793269
2011	102257	222294	1482934	31916	13385	892	3547	1 857 225
2010	84545	176321	1324958	27712	11552	713	1947	1 627 748
2009	76901	158817	1203909	23756	16413			1 479 796
2008	71249	144919	1175080	17639	18223			1 427 110
2007	84326	146581	949258	16727	9256			1 206 148
2006	81825	145245	1097128	15666	11710			1 351 574
2005	88289	133276	1151709	17114	10212			1 400 600
2004	87035	149283	1200395	14781	11277			1 462 771
2003	76339	140609	1272858	21102	15759			1 526 667
2002	84183	127107	1241942	19596	7354			1 480 182
2001	83646	123527	1189886	21786	5626			1 424 471
2000	73957	118671	1262392	30524	10585			1 496 129
Összesen	1 193 293	2 213 160	17 389 547	287 065	182 014	2 130	11 542	21 278 751
Átlag	85 235	158 083	1 242 111	20 505	13 001	533	2 886	1 519 911

226. melléklet: Akác kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)

E.k. lomb	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasz-nálat	Eü.	Egyéb	Szálalás	Készlet-gond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	18314	78337	137446	7847	7720	2973	546	253183
2012	20991	70474	143205	8982	5322	3226	588	252788
2011	18 116	71 473	130 734	19 068	4 031	4 700	1 160	249 282
2010	12 645	51 034	126 150	22 834	2 967	3 859	109	219 598
2009	16 058	54 032	119 196	10 681	8 325			208 292
2008	14 194	55 236	115 531	9 630	6 289			200 880
2007	14 407	50 904	115 366	6 903	5 350			192 930
2006	17 577	56 547	126 288	9 328	5 665			215 405
2005	14 724	54 508	121 820	8 187	4 404			203 643
2004	14 180	58 984	107 976	8 463	3 409			193 012
2003	14 950	62 381	108 176	5 072	3 036			193 615
2002	14 553	56 250	108 883	7 944	4 080			191 710
2001	13 515	53 234	114 646	6 717	4 348			192 460
2000	11 154	55 743	101 895	10 250	2 006			181 048
Összesen	215 378	829 137	1 677 312	141 906	66 952	14 758	2 403	2 947 846
Átlag	15 384	59 224	119 808	10 136	4 782	3 690	601	210 560

227. melléklet: Egyéb keménylombos kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

N. nyár	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasználat	Eü.	Egyéb	Szálalás	Készletgond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	13188	191730	896402	3769	9940	12	107	1115148
2012	16184	203374	878660	5600	8776		178	1112772
2011	12 754	196 651	964 467	29 157	9 073	38	230	1 212 370
2010	10 874	143 451	805 862	15 595	4 569	54	79	980 484
2009	10 072	143 560	535 138	5 464	5 081			699 315
2008	11 583	174 925	723 871	5 492	5 505			921 376
2007	13 457	162 284	683 656	8 434	7 252			875 083
2006	16 020	151 335	711 059	8 696	10 481			897 591
2005	16 962	146 885	705 271	8 120	6 242			883 480
2004	18 272	187 714	717 695	4 288	4 964			932 933
2003	19 403	176 488	711 159	4 129	10 211			921 390
2002	19 578	174 054	760 317	7 427	14 893			976 269
2001	22 340	178 698	868 250	7 760	13 154			1 090 202
2000	20 046	180 096	841 861	10 875	16 128			1 069 006
Összesen	220 733	2 411 245	10 803 668	124 806	126 269	104	594	13 687 419
Átlag	15 767	172 232	771 691	8 915	9 019	35	149	977 673

228. melléklet: Nemesnyár kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)

H. nyár	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasználat	Eü.	Egyéb	Szálalás	Készletgond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	18119	38547	178387	3157	4585	19	222	243036
2012	16416	34752	166236	2866	3723	304	354	224651
2011	16 624	34 802	184 902	3 372	1 767	65	303	241 835
2010	13 924	25 111	127 016	2 807	2 168	217	216	171 459
2009	12 412	21 643	123 828	3 225	2 619			163 727
2008	10 481	25 925	140 696	2 895	2 880			182 877
2007	12 325	26 956	154 368	3 833	3 297			200 779
2006	11 252	22 411	142 958	4 984	2 108			183 713
2005	13 354	23 108	146 909	4 055	1 667			189 093
2004	12 186	24 753	161 004	3 743	3 776			205 462
2003	14 453	25 750	158 515	2 612	4 300			205 630
2002	11 655	24 321	165 746	3 276	2 566			207 564
2001	13 123	20 972	138 751	3 928	3 142			179 916
2000	11 955	28 469	157 692	4 889	2 876			205 881
Összesen	188 279	377 520	2 147 008	49 642	41 474	605	1 095	2 805 623
Átlag	13 449	26 966	153 358	3 546	2 962	151	274	200 402

229. melléklet: Hazainyár kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Fűz	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasználat	Eü.	Egyéb	Szálalás	Készletgond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	1581	7319	48977	1749	3606	12	186	63430
2012	1323	10225	48511	2910	2548	30	205	65752
2011	1328	9617	44823	2597	2474		249	61 088
2010	1143	7143	31568	1757	926	5	66	42 608
2009	1622	8395	35565	1585	1000			48 167
2008	1314	7151	45596	4517	1643			60 221
2007	1502	8228	49710	1371	1028			61 839
2006	1865	8177	37359	1811	1396			50 608
2005	1993	10259	32770	1327	1013			47 362
2004	1969	14262	33161	1922	1746			53 060
2003	1643	12542	51548	1562	2115			69 410
2002	2420	11000	48995	1646	3564			67 625
2001	2665	11253	32056	1460	2510			49 944
2000	2586	11960	31215	1607	4021			51 389
Összesen	24 954	137 531	571 854	27 821	29 590	47	706	792 503
Átlag	1 782	9 824	40 847	1 987	2 114	16	177	56 607

230. melléklet: Fűz kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)

E.l. lomb	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasználat	Eü.	Egyéb	Szálalás	Készletgond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	10646	81222	144764	2896	2334	1328	709	243899
2012	9878	89149	168749	4536	3368	2763	614	279057
2011	11 592	84 051	180 989	6 990	3 101	1 876	607	289 206
2010	11 331	71 683	146 097	8 652	861	1 149	206	239 979
2009	11 049	77 259	137 280	3 841	3 348			232 777
2008	13 055	77 781	144 229	5 452	3 271			243 788
2007	15 068	74 976	147 840	14 227	2 187			254 298
2006	15 444	82 410	105 875	4 102	2 288			210 119
2005	16 126	75 064	120 516	3 863	2 617			218 186
2004	17 476	81 675	112 532	4 404	2 186			218 273
2003	17 023	84 603	113 239	4 532	1 915			221 312
2002	16 933	87 026	122 082	3 935	2 409			232 385
2001	16 645	73 256	124 233	4 162	668			218 964
2000	17 135	74 783	135 736	5 728	1 774			235 156
Összesen	199 401	1 114 938	1 904 161	77 320	32 327	7 116	2 136	3 337 399
Átlag	14 243	79 638	136 012	5 523	2 309	1 779	534	238 386

231. melléklet: Egyéb lágylomb kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)



HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ
Többszemes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában

Fenyő	Éves teljesítés (Fakitermelési leszámolás)							
	Tisztítás	Gyérítés	Véghasználat	Eü.	Egyéb	Szálalás	Készletgond.	Összesen
	bruttó köbméter							
2013	33113	272946	723141	193439	34562	3444	782	1261427
2012	36338	277044	639342	83482	24218	3762	1056	1065242
2011	46 092	275 937	571 804	109 922	11 415	2 323	722	1 018 215
2010	43 815	261 357	517 703	74 147	9 335	3 097	444	909 898
2009	42 907	258 920	425 790	138 548	18 868			885 033
2008	48 740	237 496	440 165	138 520	14 200			879 121
2007	59 837	220 009	459 181	187 766	11 661			938 454
2006	72 319	205 867	458 723	255 517	10 345			1 002 771
2005	74 241	184 546	469 575	269 523	7 225			1 005 110
2004	85 631	226 063	327 637	168 870	3 516			811 717
2003	74 821	214 366	344 063	125 409	6 964			765 623
2002	107 156	223 024	339 594	101 359	2 648			773 781
2001	95 393	222 161	317 888	106 169	3 485			745 096
2000	98 574	232 443	267 642	238 313	3 573			840 545
Összesen	918 977	3 312 179	6 302 248	2 190 984	162 015	12 626	3 004	12 902 033
Átlag	65 641	236 584	450 161	156 499	11 573	3 157	751	921 574

232. melléklet: Fenyő kitermelési adatok 2000-2013 (Forrás: Saját szerkesztés, OSAP táblák alapján)