



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

SZÉCHENYI  2020

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

2020. NOVEMBER 30.

SOPRONI EGYETEM
ERDŐMÉRNÖKI KAR





Soproni Egyetem
Erdőmérnöki Kar

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK

Szerkesztette: Facskó Ferenc, Király Gergely



Soproni Egyetem
Kiadó

Sopron – 2020

A kötet megjelenését az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerep-vállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatta.

A kötet publikációit lektorálták: Bartha Dénes, Bidló András, Brolly Gábor, Czimber Kornél, Czupy Imre, Faragó Sándor, Frank Norbert, Pájer-Gálos Borbála, Gribovszki Zoltán, Heil Bálint, Hofmann Tamás, Horváth Adrienn, Horváth Tamás, Jánoska Ferenc, Kalicz Péter, Király Angéla, Király Gergely, Kovács Gábor, Lakatos Ferenc, László Richárd, Szakálosné Mátyás Katalin, Rétfalvi Tamás, Tuba Katalin, Vityi Andrea, Winkler Dániel

Soproni Egyetem Kiadó, 2020
Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábíán Attila általános rektorhelyettes
Kézirat lezárva: 2020. november 30.

ISBN 978-963-334-376-0 (on-line verzió)

On-line verzió elérhetősége: http://emk.uni-sopron.hu/images/dekani_hivatal/Kiadvanyok/TudomanyosKozlemenyek2020.pdf

Szerkesztette: Facskó Ferenc
Király Gergely

Ajánlott hivatkozás:

FACSKÓ F.– KIRÁLY G. (szerk.) (2020): Soproni Egyetem Erdőmérnöki Kar. Tudományos közlemények. Soproni Egyetem Kiadó, Sopron.

Tartalomjegyzék

| | |
|---|-----|
| Előszó..... | 5 |
| Ács Norbert, Czímber Kornél: Webes földmérési alappontsűrítést végző alkalmazás..... | 6 |
| Báder Mátyás, Németh Róbert: Rostirányban tömörített faanyag zsugorodásának és dagadásának csökkentése..... | 13 |
| Balázs Pál, Király Géza, Nagy Dezső, Konkoly-Gyuró Éva: Az első katonai felmérés tartalmi ellenőrzése egy felső-rába-völgyi példán keresztül..... | 19 |
| Balázs Pál, Berki Imre, Konkoly-Gyuró Éva: Tájváltozással kapcsolatos kutatások a hazai és nemzetközi szakirodalomban..... | 26 |
| Barta Edit, Bakki-Nagy Imre Sándor: Vasúti felsővezeték elektromos terének mérése és számítása...33 | |
| Brolly Gábor, Bazsó Tamás: Oktatási fejlesztések az okleveles erdőmérnök szak Földmérés tantárgy gyakorlatain..... | 40 |
| Brolly Gábor, Király Géza: Földi lézerszkennelt pontthalmazok tájékozására alkalmas szoftverek összehasonlítása erdei fák térképezése szempontjából..... | 45 |
| Czímber Kornél, Burai Péter, Román András: Légi lézeres és hiperspektrális faállomány-felmérés első eredményei..... | 51 |
| Czupy Imre, Mészáros Imre, Vágvölgyi Andrea: A soproni szennyvíztisztító telep biogázüzemre vetített energiamérlege..... | 61 |
| Csáki Péter, Czímber Kornél, Király Géza, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Erdőállományok vízháztartásának vizsgálata az Alföldön, leskálázott párolgástérképek segítségével..... | 69 |
| Csanády Viktória: Vízszennyezési adatok modell vizsgálata..... | 74 |
| Deák István György, Horváth Sándor: Pamo Mangala farm (Észak-Zambia) vadállományának állapota..... | 81 |
| Elekne Fodor Veronika, Biró Barbara, Horváth Adrienn, Polgár András : A közlekedés környezeti hatásainak lehetséges monitorozása az M85 gyorsforgalmi út tükrében..... | 85 |
| Fülöp Viktor Géza, Horváth Sándor: A tűzifa, az energetikai célú erdei apríték, valamint az ipari fakitermelési és piaci változásai 2007 és 2018 között..... | 91 |
| Gálos Borbála, Kiss Márton: Meteorológiai mérések a Soproni-hegységben..... | 97 |
| Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter: Párolgás okozta napi ingadozás és annak információtartalma (módszerek az evapotranszpiráció számítására)..... | 105 |
| Gribovszki Zoltán: Vízpótlások erdőterületen, elmélet és esettanulmányok..... | 112 |
| Herceg András, Kalicz Péter, Primusz Péter, Gribovszki Zoltán: Az éghajlatváltozás hatása az útpályaszerkezetre..... | 119 |
| Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) faanyag polifenol készletének folyadékkromatográfiás/tömegspektrometriás vizsgálata..... | 127 |
| Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente : Bükk (<i>Fagus sylvatica</i> L.) levél antioxidáns kapacitásának és polifenol készletének vizsgálata..... | 132 |
| Hofmann Tamás, Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente: Tölgyfajok levél-antioxidáns tartalmának összehasonlító vizsgálata..... | 137 |
| Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres fakitermelés teljesítményének javítási lehetőségei szimulátor segítségével..... | 142 |
| Horváth Attila László, Szakálosné Mátyás Katalin: A harveszteres gépkezelők szimulátoros képzésének hatása a munka gazdaságosságára..... | 149 |
| Horváth Attila László, Major Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Harveszteres fakitermelési módszerek termelékenységeinek összehasonlítása..... | 156 |
| Horváth Bíbor Júlia, Németh Róbert, Báder Mátyás: A rostirányban tömörített faanyag zsugorodás-dagadásának vizsgálata..... | 163 |
| Kapocsi Gergely, Horváth Sándor, László Richárd: N agyvadállomány vagyon-kezelésének elemzése az Országos Vadgazdálkodási Adatbázis állománybecslési és elejtési adatainak tükrében..... | 170 |
| Katona Csaba, Bazsó Tamás, Péterfalvi József, Primusz Péter: BLK360 lézerszkennő alkalmazása vonalas létesítmények felmérésére: jelek és távolságok..... | 177 |
| Kovács Gábor, Heilig Dávid, Heil Bálint: Fás szárú energetikai ületvények technológiáját és ökonómiáját befolyásoló tényezők a gyakorlatban..... | 187 |

| | |
|--|-----|
| Kovács Klaudia, Vityi Andrea, Horváth Attila László: Agroerdészeti erdei köztes termesztésű rendszerek technológiája..... | 195 |
| Major Tamás, Pintér Tamás, Szakálosné Mátyás Katalin: Gyökérsarj eredetű akác állományok összehasonlító vizsgálata a SEFAG Erdészeti és Faipari Zrt. területén..... | 200 |
| Major Tamás, Horváth Attila, Virág Vivien: Harveszteres gépi faanyagfelvételezés összehasonlító vizsgálata..... | 205 |
| Marcisin Tamás, Király Gergely: Az állomány záródása és az újulatszám összefüggéseinek vizsgálata nyírségi vörös tölgyesekben | 210 |
| Németh Zsolt István, Kiss Péter Áron, Rákosa Rita: Faanyagok FT-IR spektrum alapú osztályozása kemometriás módszerekkel | 217 |
| Nevezi Csenge, Bazsó Tamás, Csáki Péter, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita: Hidrológiai és botanikai folyamatok összefüggéseinek vizsgálata egy patakmenti erdőállomány és nedves rét területén..... | 221 |
| Novák Dominik, Németh Róbert, Báder Mátyás: A jövő faimpregnáló polimerje. A tejsav tömörfában történő felhasználásának áttekintése | 227 |
| Papp Viktória, Szalay Dóra: Pirolízis korom és faanyag keverék pelletek energetikai és mechanikai vizsgálata..... | 232 |
| Péterfalvi József, Primusz Péter: Talajstabilizációk szerepe az erdészeti útépítésben | 237 |
| Polgár András, Jagodics Nóra, Horváth Adrienn, Elekné Fodor Veronika: Szántóföldi növénytermesztés környezeti hatásai | 247 |
| Polgár András, Antal Mária Réka: Faipari élzárési típusok környezeti hatásainak vizsgálata..... | 254 |
| Rákosa Rita, Pásztory Zoltán, Börcsök Zoltán, Németh Zsolt István: IR spektrometria a faanyag hőkezelésének monitorozására | 263 |
| Rákosa Rita, Szegleti Csongor, Németh Zsolt István: Műanyag hulladékok osztályozása FT-IR spektrumok alapján..... | 268 |
| Szakálosné Mátyás Katalin, Fekete György, Horváth Attila László: Lovak alkalmazása és jövője a hazai fahasználatokban | 273 |
| Szakálosné Mátyás Katalin, Gimesi Kristóf Szilárd, Major Tamás, Horváth Attila László: Kötélpályás közelítés vizsgálata a soproni hegyvidéken | 278 |
| Szakálosné Mátyás Katalin, Sudár Ferenc János, Horváth Attila László: A többműveletes fakitermelő gépek kíméletességének fokozása harveszter szimulátor segítségével..... | 284 |
| Szőke Előd, Csáki Péter, Kalicz Péter, Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán: Hidrológiai vizsgálatok egy fás legelőn..... | 291 |
| Tari Tamás, Sándor Gyula, Náhlik András: A vaddisznó lakott-területi megjelenésének jellemzői kérdőíves felmérés eredményeinek tükrében..... | 298 |
| Tóth Mihály Zoltán, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahegesztés vízgőz és nyomás segítségével..... | 305 |
| Vadkerti Tóth Balázs, Németh Róbert, Báder Mátyás: Fahajlítás anatómiája – Áttekintés..... | 311 |
| Vágvölgyi Andrea, Szalay Dóra: Stratégiai elemzőmódszer alkalmazása az energetikai célú fás szárú ültetvények vizsgálatára..... | 318 |
| Vágvölgyi Andrea, Mészáros Imre, Czupy Imre: Szennyvíziszap komposztálás anyagmérlegére irányuló vizsgálatok | 325 |
| Vágvölgyi Andrea, Szigeti Nóra, Czupy Imre, Beszédes Sándor, Szalay Dóra: Fás szárú ültetvények technológiai és ökológiai szempontú siker-kudarcc tényezőinek vizsgálata..... | 329 |
| Vajda József, Horváth Sándor: A COVID-19 hatása az amerikai agrártámogatási rendszerre..... | 336 |
| Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Hofmann Tamás: A fakéreg antioxidáns tulajdonságainak kiértékelése | 342 |
| Visiné Rajczi Eszter, Albert Levente, Bocz Balázs, Bocz Dániel, Hofmann Tamás: Tobozok antioxidáns tulajdonságainak vizsgálata | 348 |
| Zagyvainé Kiss Katalin Anita, Gribovszki Zoltán, Kalicz Péter, Szőke Előd, Varga Jenő, Csáki Péter: Agrárerdészeti rendszer talajnedvességének vizsgálata fertődi mintaterületen..... | 354 |

HARVESZTERES FAKITERMELÉSI MÓDSZEREK TERMELÉKENYSÉGEINEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

HORVÁTH ATTILA LÁSZLÓ, MAJOR TAMÁS, SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS KATALIN
Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Erdészeti-műszaki Környezettechnikai Intézet
ahorvath@uni-sopron.hu

Bevezetés

A többműveletes fakitermelő gépek több évtizedes fejlődése során alakultak ki azok a fakitermelési módszerek, műveletelemek egymáshoz szorosan kapcsolódó sorozata, amelyekkel adott körülmények között a legnagyobb teljesítményt, a leggazdaságosabb üzemeltetést lehet elérni. Mivel a fakitermelésekre számtalan befolyásoló tényező hat, amelyek ráadásul sokszor gyorsan könnyen változnak, adódhatnak olyan helyzetek, elvárások, amikor a jól bevált módszertől többé-kevésbé el kell térni.

Vizsgálati anyag és módszer

A leggyakrabban alkalmazott módszer esetében a harveszteres fakitermelés az alábbi technológiai, anyagmozgatási és irányítási műveletekből, műveletelemekből tevődik össze, faegyedenként ismétlődve:

a kivágandó fa megközelítése a harveszterrel;

a harveszterfej elhelyezése és rögzítése (fogókarok által) a fán, döntési iránnyal ellentétes oldalon;

döntőfűrészvágás végrehajtás;

a kivágott fa előközelítése (2 - 5 m) a közelítőnyom mellé;

faegyed gallyazása, választékolása, darabolása (részműveletelemek egyidejű, ill. folyamatos egymásutánisága által) és az előállított választékok fajtánkénti rakásolása (szétválogatás rövidtávú darumozgás által);

szükség esetén a gallyanyag, ill. a választékok koncentrációja, áthelyezése.

A gyakorlatban szembesülhet a fakitermelő (vállalkozó, gépkezelő) olyan helyzettel, elvárással, amelyek megkívánják ezen műveleti sorrend módosítását. Kutatásunk során két – a normáltól eltérő – módszert vizsgáltunk: szakaszos és hajkvágásos fakitermelést. Az eltérő módszerek nem kizárólagosan, hanem a „szokványos” módszerrel együtt kombinálva kerültek alkalmazásra a terepviszonyoknak, a kitermelendő fák paramétereinek és elhelyezkedéseinek valamint az erdőgazdálkodó elvárásainak megfelelően. Mivel a normál és az eltérő módszerek terepi vizsgálataiból származó adatok erdőállományonként azonos bemeneti paraméterekkel (faállomány, gép, gépkezelő) rendelkeznek ezért összehasonlításuk és a belőlük származó következtetések megalapozottak.

A **szakaszos fakitermelés** esetében a gépkezelő a döntőfűrészvágást követően előközelítette 5-15 m-re a teljes fát (jellemzően csak a darukarral, de esetenként 2-3 m-es helyváltoztató mozgást is végzett a géppel), majd letette a korábban rakásolt választékok közelébe. Ezt követően vagy folytatta a munkát a normál munkamenetnek megfelelően vagy egy újabb faegyed döntését, előközelítését valósította meg. Nagyobb fák esetében előfordult, hogy a törzsrész választékolását, darabolását elvégezte annak érdekében, hogy könnyebben lehessen mozgatni a fa fennmaradó részét. Ilyen esetben a termelt választékokat át kellett helyezni a közelítőnyom közelébe. Amikor már 2-3 db fatörzs összegyűlt, akkor a géppel megközelített a fekvő teljesfákat és végrehajtotta a feldolgozásukat. Az vizsgálatok két gépet és két gépkezelőt (profli: 2-3 éves gyakorlat, haladó: 1-2 éves gyakorlat) érintettek. A profli gépkezelő munkájának vizsgálatára 4 erdőrészletben került sor (2 db cseres-bükkös, 1 db gyertyános-bükkös, 1 db cseres). Ezen állományokat széltörés érte, amelynek következtében a gyökerestül kidöntött és derékba tört fák

rendezetlenül egymáson heverték. Alapvetően ezért volt szükség a szakaszos fakitermelés alkalmazására. A haladó gépkezelő egy gyertyános-erdeifenyvesben lékeket alakított ki. Az általa ritkán alkalmazott szakaszos fakitermelést némileg a faanyag nagyobb fokú koncentrációja, ill. az újulat védelme indokolta, de java részt inkább mindez a kisebb gépkezelői tapasztalatra vezethető vissza. Ugyanis ezen a területen egy profi gépkezelő által végzett munka vizsgálata is megvalósult, ahol nem került alkalmazásra a szakaszos fakitermelés.

A **hajkvágásos fakitermelés** lucos állomány tarvágása során került vizsgálatra. A gép kezelője az 1-2 éves fakitermelői gyakorlata, tapasztalat alapján haladó kategóriába sorolható. Az alkalmazott és vizsgált többműveletes fakitermelő gép, pedig a kisméretű harveszterek közé tartozott. A hajkvágásos fakitermelés alkalmazásának az volt az oka, hogy a kitermelendő fák töátmérője esetenként (fák kb. 10%-a) meghaladta a harveszterfej vágószerkezetében a vezetőlemez hosszát. Annak érdekében a törzs alsó része ne hasadjon fel – ezáltal a fa legértékesebb része ne károsodjon – hajkvágást alkalmazott a gépkezelő. Ezt úgy valósította meg, hogy először a döntési iránynak megfelelő oldalra helyezte fel a fejet, körülbelül az átmérő 1/3-ig elvégezte a hajkalap vágást, majd ezt követően a fejet az ellentétes oldalra pozícionálta és elvégezte a döntőfűrészvágást. Ilyen esetben negatív törési lécet kell alkalmazni, azaz a hajkalap vágás síkja magasabban van, mint a döntőfűrészvágás. Erre azért van szükség, hogy a gépkezelő miközben segíti a harveszterfejjel és a daruval a fa dőlésének a megindulását, nehogy lelökje a fát a tuskóról és a fa a gépre dőljön.

A terepi adatfelvétel haladó (folyamatos) időméréses módszerrel történt. A műveletelemek időtartama mellett rögzítésre kerültek az egyes ciklusonként feldolgozott faanyag mennyiségek, ill. az átállások távolságai is. A különböző módszerek miatt a megszokottnál több művelet elem elkülönítése vált szükségessé, amelyek a műveletek különböző kombinációjából jöttek létre, ennek következtében átfedéseket mutatnak egymás között (HORVÁTH ET AL., 2012; HORVÁTH ET AL., 2015):

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;

Hajkvágásos döntés, feldolgozás (Dh): a 'Döntés, feldolgozás (D)' művelet elem időtartama, kiegészítve a hajkvágás végrehajtásához szükséges idővel;

Döntés (feldolgozás) (DD): a fa döntését, előközelítését tartalmazó időtartam, amely esetenként a kidöntött fa egy részének a gallyazását, választékolását, darabolását is magába foglalja;

Fa felkeresése, döntés (FD): a 'Fa felkeresése (F)' művelet elem kiegészítve két művelet, a fa döntése és az előközelítés időtartamával.

Feldolgozás (DF): csak a gallyazásra, választékolásra, darabolásra és választékonkénti rakásolásra fordított idő;

Fa felkeresése, döntés, feldolgozás (FDF): a 'Fa felkeresése (F)' és a 'Döntés, feldolgozás (D)' műveletelemeke együttese.

Átállás (Á): Helyváltoztató mozgás időtartama.

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);

Várakozás (V): Egyéb veszteségidő (pl. telefonálás).

Teljesítmények kalkulálásához a terepen rögzített választékadatok és a műveletelem adatok szükségesek. A teljesítmények 'Döntési időben (T_d)' kerületek meghatározására, mert a két fakitermelési módszer közötti különbség itt jelentkezik torzítás nélkül. Ezek az értékek a döntéshez kötődő műveletelemekre vonatkozóan a harveszterfej és a darukar abszolút teljesítményét mutatja. A döntési idő a következő műveletelemek alapján adódik össze:

normál fakitermelés esetén: $t_d = F+D$ vagy $t_d = FDF$;

szakaszos fakitermelés esetén: $t_d = F+DD+DF$ vagy $t_d = FD+DF$;

hajkvágásos fakitermelés esetén: $t_d = F+Dh$

Döntési időben (t_d) a teljesítmény (T_d) számításának módja a következő volt:

$$T_{d(h)} = (Q/t_d) \times 60$$

ahol:

$T_{d(h)}$: óránkénti teljesítmény döntési időben (m^3/h);

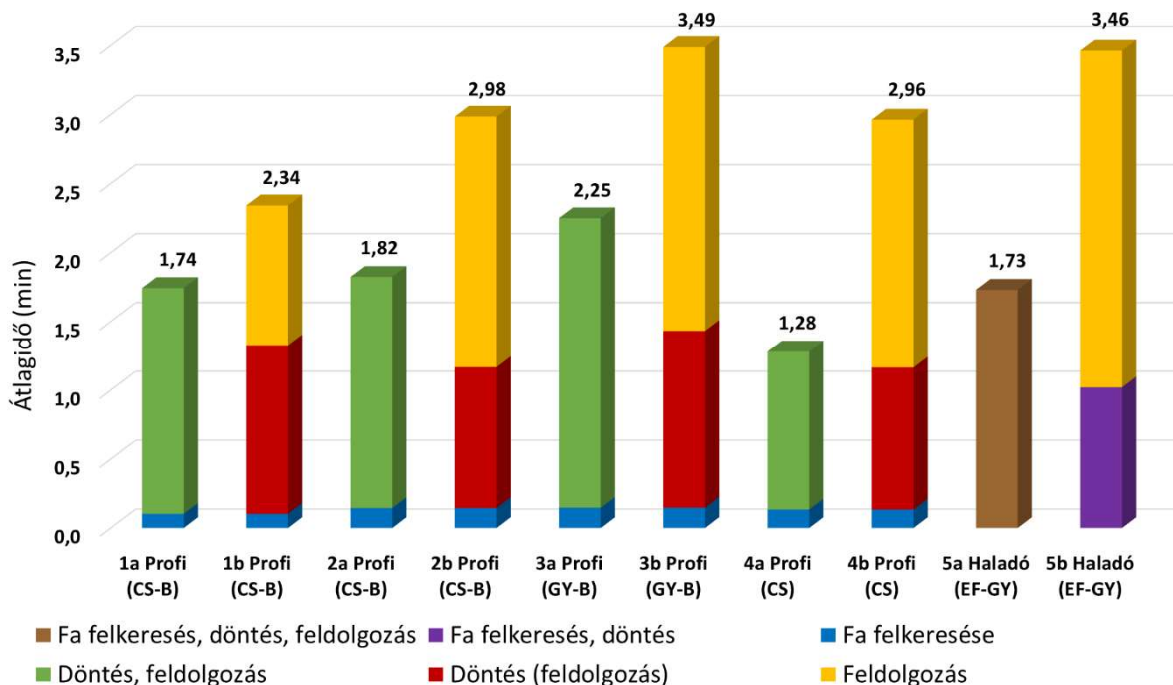
Q: kitermelt fatérfogat (m^3);

t_d : a döntéshez kötődő műveletelemek együttes ideje, fakitermelési módonként (min).

Vizsgálati eredmények

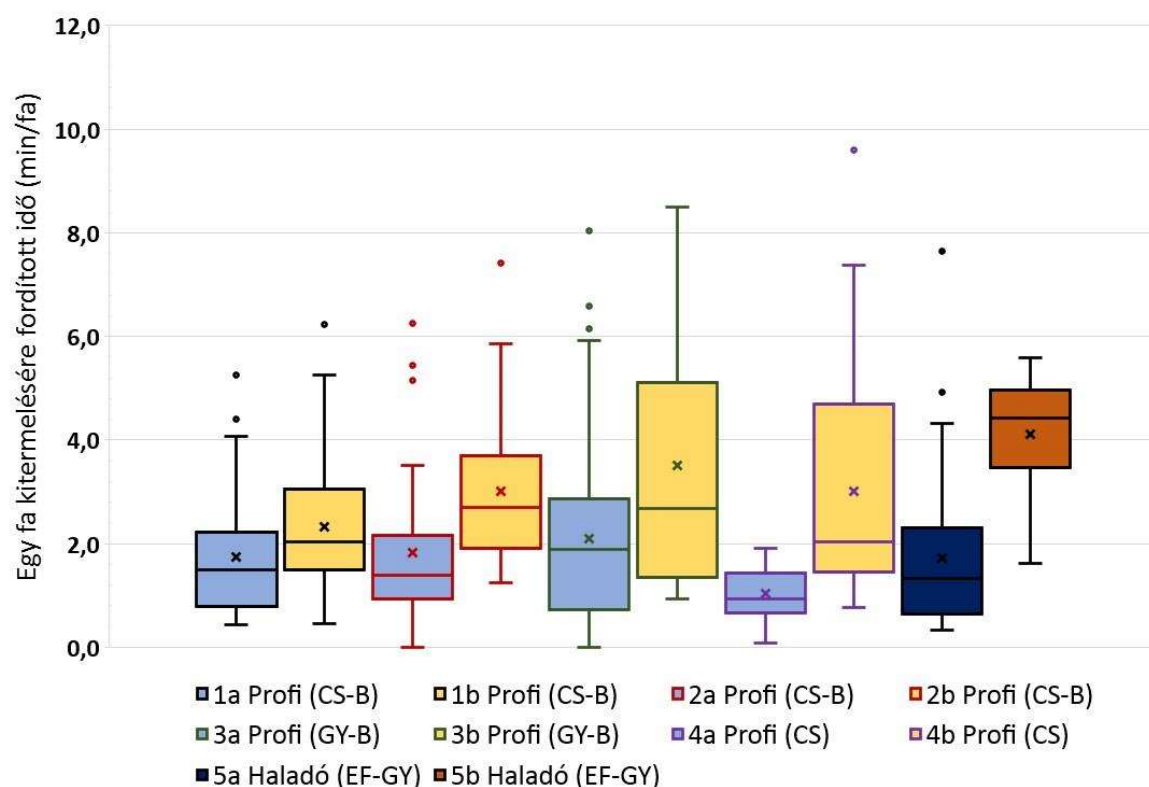
Szakaszos és normál fakitermelés összehasonlítása

Az adatok kiértékelése után megállapítható, hogy a szakaszos fakitermelésnek nagyobb az időszükséglete, mint a normál módszernek. Profi gépkezelőnél átlagosan cseres-bükkös állomány esetében 34,4%-kal, ill. 63,7%-kal; gyertyános bükkös esetén 55,1%-kal; cseres esetén 131,4%-kal több időre volt szükség egy fa kitermeléséhez (1. ábra). Haladó gépkezelőnél ez az érték 100,2%-ra adódott gyertyános-erdeifenyvesben.



1. ábra: Egy fa kitermeléséhez szükséges átlagos időfelhasználás, területenként és gépkezelőnként.
a) normál fakitermelés, b) szakaszos fakitermelés

Az egyes fák kitermelésére fordított időadatok eloszlásának kvartilis vizsgálata megerősíti a fent megállapítást. A 2. ábrán megjelenő téglalapok (dobozok) szélei mutatják az alsó és felső kvartilis közötti távolságot, míg a közepén megjelenő vonal a medián értékét. Az ábrán, a dobozokban található X jelöli az átlagot. Az interkvartilis (felső és alsó kvartilis különbsége) másfélszerese a dobozból felfelé és lefelé irányuló vonalak hossza. A vonalakon túli pontok az úgynevezett kiugró értékek, melyek a doboz szélétől 1,5-3- interkvartilis terjedelemben vannak (ÁCS ET AL., 2014). A 2. ábrán látható, hogy az interkvartilis adatok – az átlagidőkhöz hasonlóan – rendre nagyobb értékeket mutatnak szakaszos fakitermelésnél.

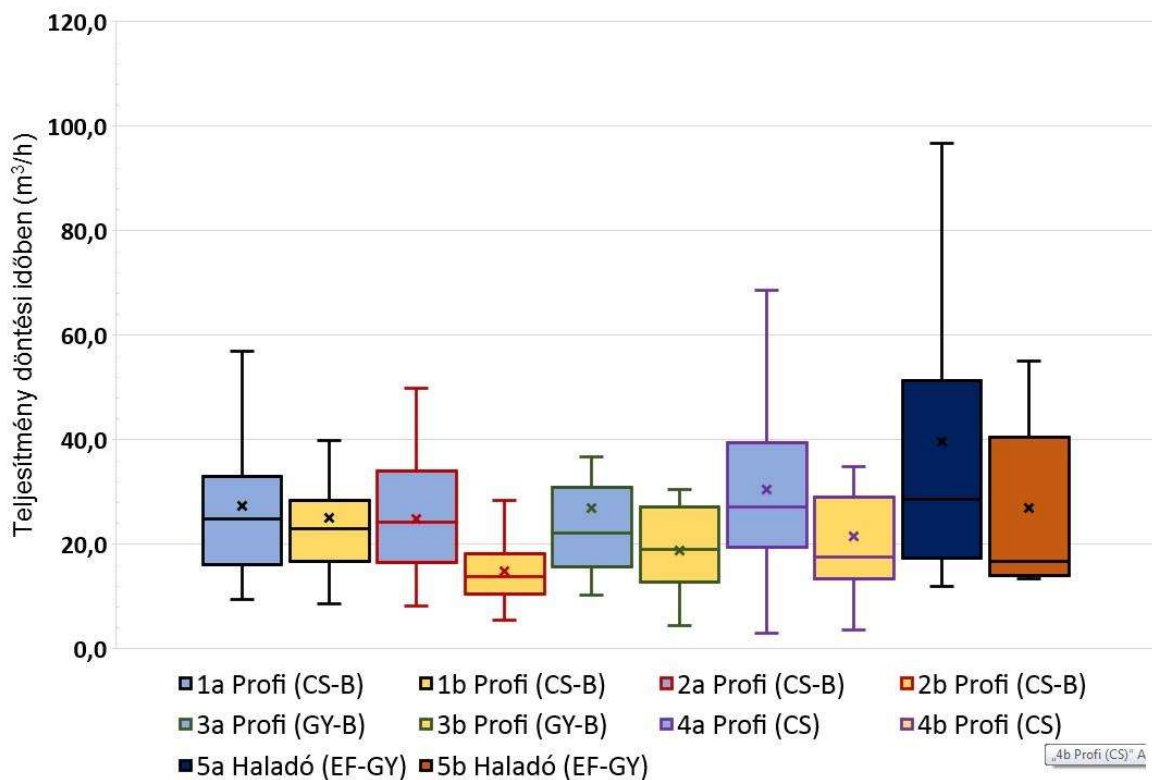


2. ábra: Egy fa kitermelésére fordított idők eloszlása, területenként és gépkezelőnként.
a) normál fakitermelés, b) szakaszos fakitermelés

A vizsgálat időtartama alatt minden egyes kitermelt fa esetében rendelkezésre áll a munka teljes időszükséglete, ill. a termelt fatérfogat (nettó m³), amelyek segítségével minden egyes fa esetében meghatározhatók a harveszterek teljesítményei, döntési időben. A teljesítményadatok eloszlásait szemlélteti a 3. ábra. A normál fakitermelések teljesítményének átlagai, mediánjai, ill. interkvartilis értékei rendre nagyobb értéket mutatnak, mint a szakaszos fakitermelés ilyen adatai (1. táblázat).

1. táblázat: Teljesítmények döntési időben (m³/h), a) normál és b) szakaszos fakitermelés.

| Terület | 1a | 1b | 2a | 2b | 3a | 3b | 4a | 4b | 5a Ha- | 5b Ha- |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| | <i>Profi</i> | <i>Profi</i> | <i>Profi</i> | <i>Profi</i> | <i>Profi</i> | <i>Profi</i> | <i>Profi</i> | <i>Profi</i> | <i>ladó</i> | <i>ladó</i> |
| | <i>CS-B</i> | <i>CS-B</i> | <i>CS-B</i> | <i>CS-B</i> | <i>GY-B</i> | <i>GY-B</i> | <i>CS</i> | <i>CS</i> | <i>EF-GY</i> | <i>EF-GY</i> |
| Átlag | 27,3 | 25,2 | 24,8 | 14,8 | 26,9 | 18,9 | 30,5 | 21,5 | 39,6 | 27,0 |
| Medián | 24,9 | 23,0 | 24,2 | 13,8 | 22,2 | 19,1 | 27,3 | 17,5 | 28,6 | 16,7 |
| Alsó kvartilis | 16,9 | 16,9 | 16,5 | 10,6 | 15,8 | 12,8 | 19,5 | 13,5 | 17,3 | 14,1 |
| Felső kvartilis | 32,9 | 28,5 | 34,1 | 18,3 | 30,9 | 27,1 | 39,4 | 29,0 | 51,3 | 40,5 |



3. ábra: Teljesítmény döntési időben, területenként és gépkezelőnként.
a) normál fakitermelés, b) szakaszos fakitermelés

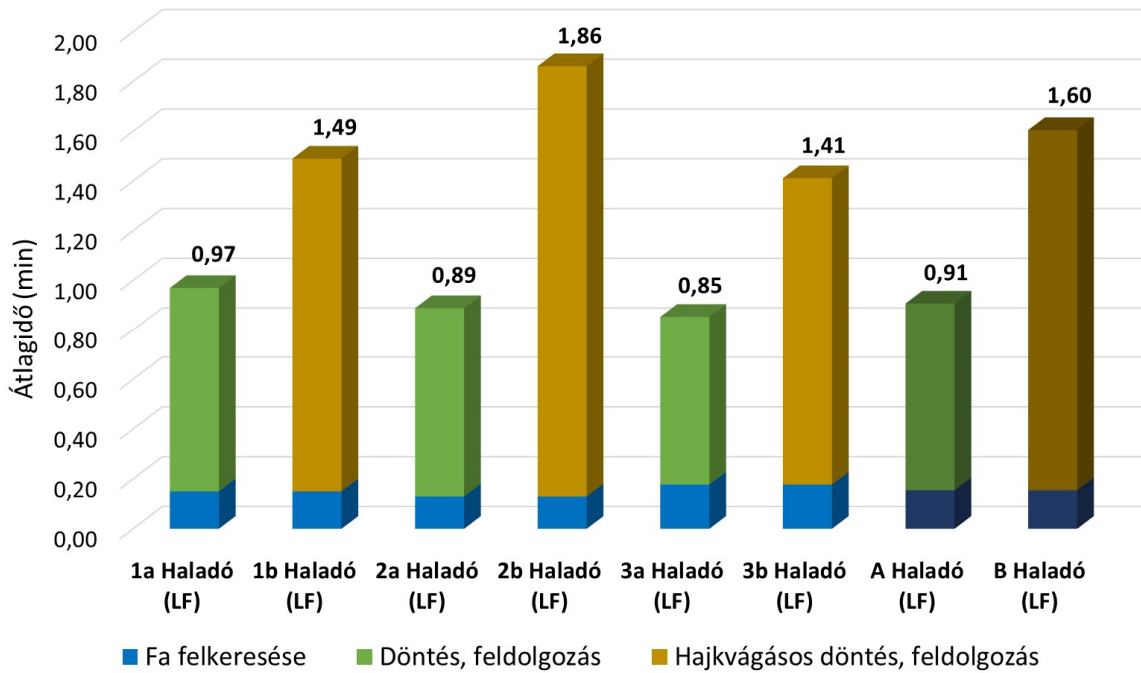
Hajkvágásos és normál fakitermelés összehasonlítása

A gépkezelőnek hajkvágást kellett végrehajtania a faanyag védelme, ill. a minél magasabb értékkihozatal érdekében, olyan alkalmakkor, amikor a kitermelendő faegyed nagy terpeszsel rendelkezett, ezáltal a tóátmérő meghaladta a vágószerkezet hosszát. A4. ábrán látható, hogy ez a minden szempontból helyes gazdálkodói elvárás hogyan befolyásolta a fakitermelések időszükségletét. Átlagidők tekintetében a hajkvágásos fakitermelés végrehajtása 53,6%-kal, 109,4%-kal, ill. 65,3%-kal (átlagban 76,8%-kal) növelte a kitermelési időt.

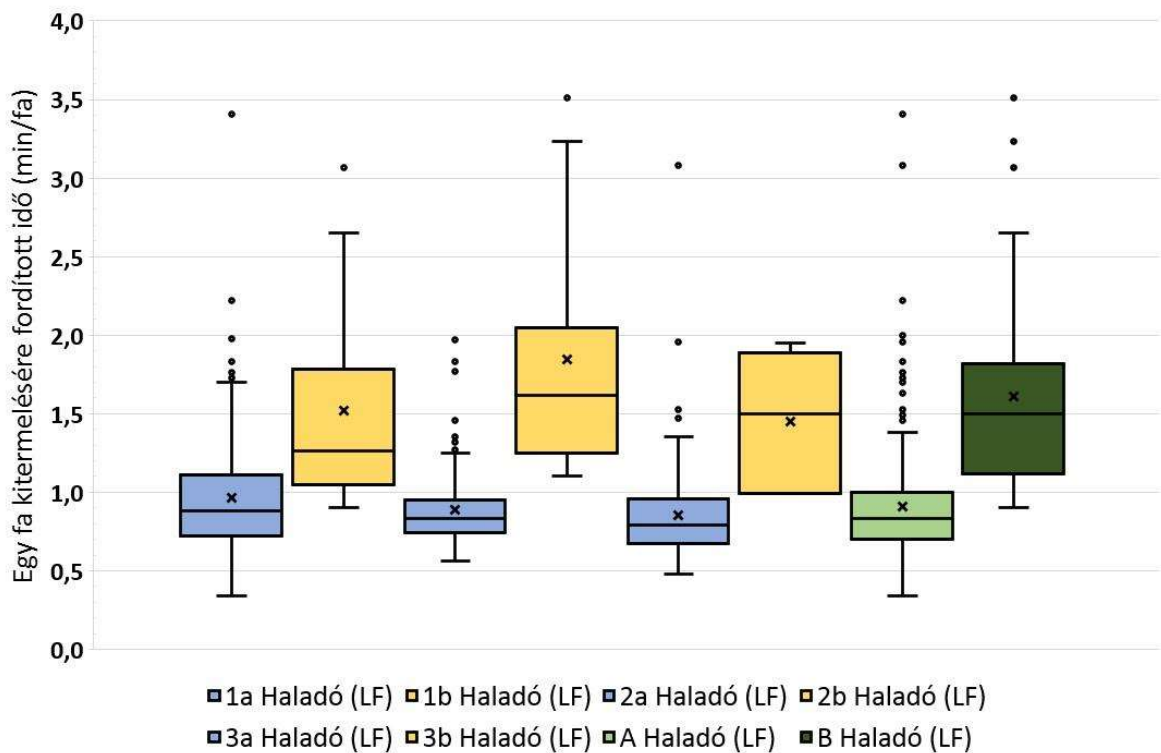
Ha a fák kitermelésére fordított időadatokat eloszlását vizsgáljuk (5. ábra), láthatjuk hogy a két fakitermelési mód időszükségletének interkvartilis adatai jelentős mértékben eltérnek egymástól. Normál fakitermelés esetében az interkvartilisen belüli szórás is sokkal kisebb (0,25 - 0,50 min), mint a hajkvágásos fakitermelés (0,5 - 1,0 min) esetében. Mindezt a hajkvágás kialakításához szükséges precíz és összetett gépirányítási mozdulatsorok időigénye eredményezi. A szakaszos fakitermelési módhoz hasonlóan itt is meghatározásra kerültek a teljesítmény adatok, döntési időben (6. ábra). A normál fakitermelések teljesítményének átlagai, mediánjai, ill. interkvartilis értékei rendre nagyobb értéket mutatnak, kisebb szórással, mint a hajkvágásos fakitermelés ezen adatai (2. táblázat).

2. táblázat: Teljesítmény döntési időben (m^3/h), a) normál és b) hajkvágásos fakitermelés.

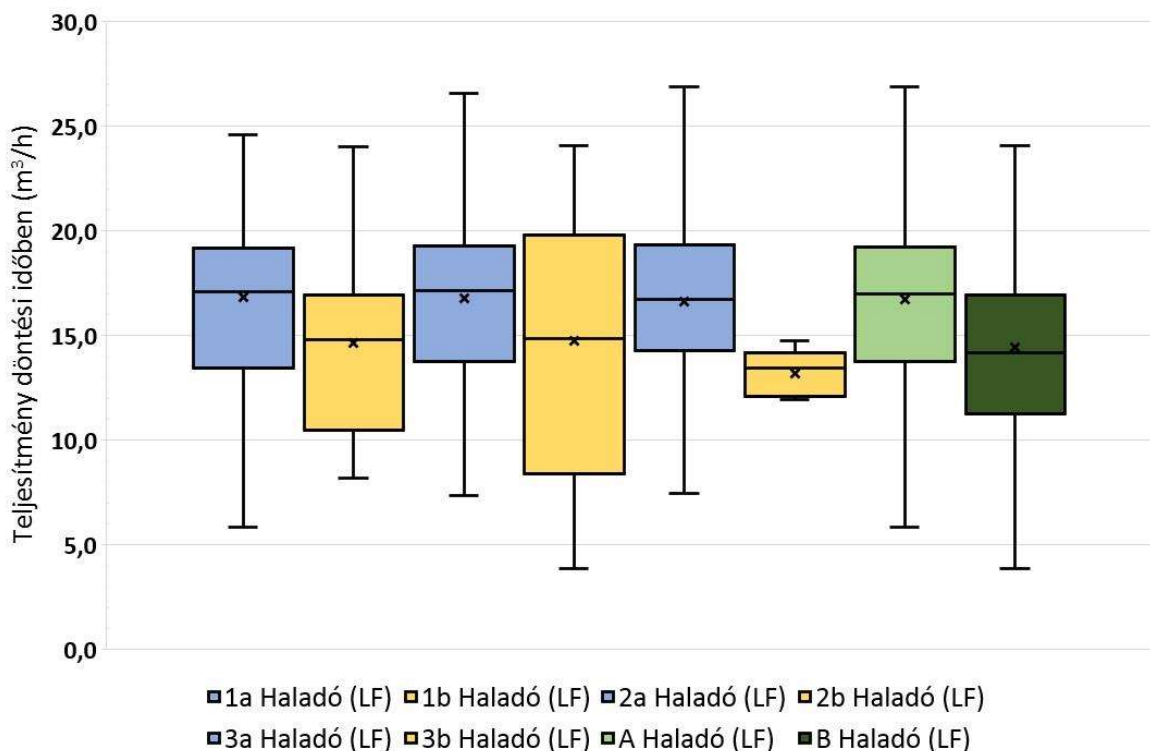
| Terület | 1a LF | 1b LF | 2a LF | 2b LF | 3a LF | 3b LF | A LF | B LF |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Átlag | 16,9 | 14,6 | 16,8 | 14,7 | 16,6 | 13,2 | 16,8 | 14,5 |
| Medián | 17,1 | 14,8 | 17,2 | 14,9 | 16,8 | 13,4 | 17,0 | 14,2 |
| Alsó kvartilis | 13,5 | 10,5 | 13,8 | 8,4 | 14,3 | 12,1 | 13,8 | 11,3 |
| Felső kvartilis | 19,2 | 17,0 | 19,3 | 19,8 | 19,3 | 14,2 | 19,2 | 17,0 |



4. ábra: Egy fa kitermeléséhez szükséges átlagos időfelhasználás, területenként és együttesen.
a) normál fakitermelés, b) hajkvágásos fakitermelés



5. ábra: Egy fa kitermelésére fordított idők eloszlása, területenként és együttesen.
a) normál fakitermelés, b) hajkvágásos fakitermelés



6. ábra: Teljesítmény döntési időben, területenként és együttesen.
a) normál fakitermelés, b) hajkvágásos fakitermelés

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

A kutatás során megvizsgált három fakitermelési mód közül, a várakozásainknak megfelelően a hosszú évtizedek során kialakult „szokványos” módszer bizonyult a legtermelékenyebbnek. Természetesen a másik két módszer sem elvetendő, mert mint láttuk előfordulhatnak olyan esetek, amikor a normál munkamenettől szükségszerű eltérni. De ilyen esetekben számolni kell a teljesítmény csökkenéssel (15-30%) és a fakitermelési költségek növekedésével.

Köszönetnyilvánítás: A kutató munka a „Fenntartható Nyersanyag-gazdálkodási Tematikus Hálózat – RING 2017” című, EFOP-3.6.2-16-2017-00010 jelű projekt részeként a Szechenyi2020 program keretében az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalomjegyzék

- ÁCS P. – OLÁH A. – KARAMÁNNÉ PAKAI A. – RAPOSA L. (2014) : Gyakorlati adatelemzés. Pécsi Tudományegyetem Egészségtudományi Kar; Pécs; ISBN 978-963-642-682-8; 280 p.
- HORVÁTH A. L. – SZNÉ. MÁTYÁS K.– HORVÁTH B. (2012): Investigation of the Applicability of Multi-Operational Logging Machines in Hardwood Stands. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica Vol. 8, Magyar Tudományos Akadémia Erdészeti Bizottsága, Sopron, ISSN 1786-691X, pp 9-20.
- HORVÁTH A. L. (2015): Többműveletes fakitermelő gépek a hazai lombos állományok fahasználatában. NYME EMK EMKI, Doctoral (PhD) dissertation, Sopron, 180 p.
- RUMPF J. (SZERK.), HORVÁTH A. L., MAJOR T., SZAKÁLOS NÉ MÁTYÁS K. (2016): Erdőhasználat, Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN:9789632867199, 390 p.