



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFÉKTETÉS 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, Czimber 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
Czimber 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, Czimber 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 információértartalma (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 vagyón-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 élzárási 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
Szöke 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, Szöke Előd, Varga Jenő, Csáki Péter: Agrárerdészeti rendszer talajnedvességének vizsgálata fertődi mintaterületen	354

A HARVESZTERES GÉPKEZELŐK SZIMULÁTOROS KÉPZÉSÉNEK HATÁSA A MUNKA GAZDASÁGOSSÁGÁRA

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

Bevezetés

A harveszter gépkezelők szakmai és gyakorlati tudása alapvetően meghatározza a fakitermelés gazdaságosságát. Egyesek úgy születnek, hogy a "vérükben van" egy adott szakma, de legalábbis az átlagnál sokkal könnyebben sajátítják el az adott tudásanyagot. A nagytöbbség viszont hosszú és fáradtságos tanulási és gyakorlati folyamat révén válik az adott szakma kiváló művelőjévé. Képzési kereteken belül a minél jobb minőségű elméleti és gyakorlati alaptudás megszerzése a cél. A készség szintű tudás a szakmában eltöltött munkaórák (évek) számának növekedésével mindinkább kialakul, megszilárdul. Nincs ez másként a fakitermelésben sem, különösen a többműveletes fakitermelő gépek (harveszterek) kezelése tekintetében. A nagyértékű, magas üzemórák költségű, bonyolult és összetett működésű és irányítású gépekkel történő erdei munkavégzés nemcsak géptani (pl. mechanikai, hidraulikai) tudás és erdészeti (pl. dendrológiai, fakitermelői) ismereteket igényel, hanem többek között informatikait, logisztikait és gépkezelőit is. Ha a gépkezelő bármelyik területben hiányosságokkal rendelkezik, annak előbb-utóbb anyagi következményei lesznek.

Az elmúlt évtizedben a hazai harveszterek száma jelentősen megemelkedett. Míg 2010 környékén még csak egy-két hazai tulajdonú gép dolgozott az országban, addigra napjainkban számuk már eléri a 90-et. A harveszter gépkezelők hiánya évek óta egyre súlyosabb probléma. Nemcsak megfelelő tudású és megbízható gépkezelőt, hanem egyáltalán minimális gyakorlati tapasztalattal rendelkező gépkezelőt is nehéz találni. Ez nem csoda, hisz évek óta nincs ilyen jellegű gépkezelő képzés hazánkban. A gépkezelők többsége autodidakta módon próbálta/próbálja elsajátítani az ehhez szükséges tudást. A szerencsésebbek voltak 1-2 napos "gyorstalpalón", de elvétve akad olyan gépkezelő is, aki több hetes külföldi képzésen vehetett részt. Külföldi képzések és továbbképzések (pl. több éves gépkezelői gyakorlattal rendelkezők számára tartott tanfolyam) fontos eleme a szimulátoros képzés-gyakorlás. A kezdők teljesen az alapoktól indulva (pl. kezelőszervek, alapbeállítások), az egyszerű gépmozgásoktól, az összetettebbekben keresztül egészen a valósághú fakitermelési feladatokig tudják a gépkezelést elsajátítani. Mindezt úgy, hogy az elkövetett hibáknak semmilyen következménye sincs, nincs személyi sérülés, anyagi kár és faállományban vagy gépben történő károkozás. Sőt a hibák kielemezhetők, értékelhetők. Az egyes feladatok igény szerint ismételhetők, a helyes mozdulatsorok begyakorolhatók, a fejlődés nyomon követhető. Haladó és profi gépkezelők esetében a rossz beidegződések feltárása és megszüntetése (pl. az ívkések zárását működtető gomb szükségesnél hosszabb idejű nyomva tartása, amely a hidraulika alrendszer indokolatlan terhelésének következtében korábbi meghibásodáshoz vezet.). Továbbá a teljesítménynövelés lehetőségeit is fel lehet tárni az elvégzett feladatsorok kiértékelésével (pl. a daru optimális használati módja és útvonala.). Az Erdészeti-műszaki és Környezettechnikai Intézet által februárban megvásárolt Ponsse harveszter-forvarder szimulátor – az előzőekben a szükségesség szempontjából részletezett – gépkezelői képzések, továbbképzések, de közép és felsőfokú szakképzésben történő alkalmazására is kiváló lehetőséget nyújt, továbbá az ezekhez kapcsolódó kutatási célokra is alkalmas.

Vizsgálati anyag és módszer

A harveszteres fakitermelésekkel kapcsolatos korábbi és a szimulátorhoz kötődő kezdeti kutatásink, vizsgálataink a kezdő, haladó és profi kategóriába sorolt gépkezelők munkavégzésének

összehasonlítására és kielemezésére ad lehetőséget. A terepi adatgyűjtés 4 erdőrészletben történt, de két állománytípusban: akác és gyertyános-erdeifenyves. Az akácokban tarvágást hajtott végre egy profi kategóriába sorolt gépkezelő (2-3 éves gépkezelői gyakorlat) és egy kezdő (1-2 napos tapasztalat). A gyertyános-erdeifenyvesben fokozatos felújítás első bontó vágását hajtották végre, melynek során lékeket alakítottak ki a gépkezelők. A lékek 900 m² (2 db), 1700 m² (2 db) és 2200 m² területűek voltak. Az egyikük 2-3 éve (profi) a másikuk 1-2 éve (haladó) harveszter gépkezelő. A vizsgálatok 3 különböző márkájú, de azonos méretkategóriába (közepes harveszterek) sorolható gépeket érintettek (akácokban 2 féle gép, gyertyános-erdeifenyvesben 1 db gép).

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 felvételezés során a következő műveletelemek kerültek elkülönítésre (HORVÁTH ET AL., 2012; HORVÁTH ET AL., 2015):

Döntés (D): Az az időtartam, amely alatt a gépkezelő a manipulátorkar segítségével ráhelyezi a harveszterfejet a fa törésére (fa felkeresése), valamint a fa döntését, előközelítését, gallyazását, választékolását, darabolását és választékonkénti rakásolását (döntés, feldolgozás) magában foglaló időtartam.

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).

Az adatok kiértékelése során többek között meghatározhatók az egyes munkaidő-szerkezetek, teljesítményadatok. Összevethetők a különböző szakmai tapasztalattal és gyakorlottsággal rendelkező gépkezelők munkája, műveletelemenkénti átlagos és össze időfelhasználása, valamint teljesítménye. Teljesítmények kalkulálásához a terepen rögzített választékadatok és a művelet-elem adatok szükségesek. Ezek alapján 3 féle teljesítmény kategória került meghatározásra:

Döntési időben (T_d): A 'Döntés' (t_d = D) műveletelemre vonatkozóan a harveszterfej és a darukar abszolút teljesítményét mutatja.

Produktív időben (T_{pr}): A ténylegesen munkavégzéssel töltött időtartam (t_{pr} = D+Á+CD+G+R) alatti gépteljesítményt eredményezi.

Üzemidőben (T_ü): A folyamatos mérés teljes időtartamára (t_ü = D+Á+CD+G+R+P+H+K+V = Ü) adja meg a gép teljesítményét.

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

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

ahol:

T_{pr(h)}: óránkénti teljesítmény produktív időre (m³/h);

Q: mérés időtartama alatt kitermelt fatérfogat (m³);

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

Vizsgálati eredmények

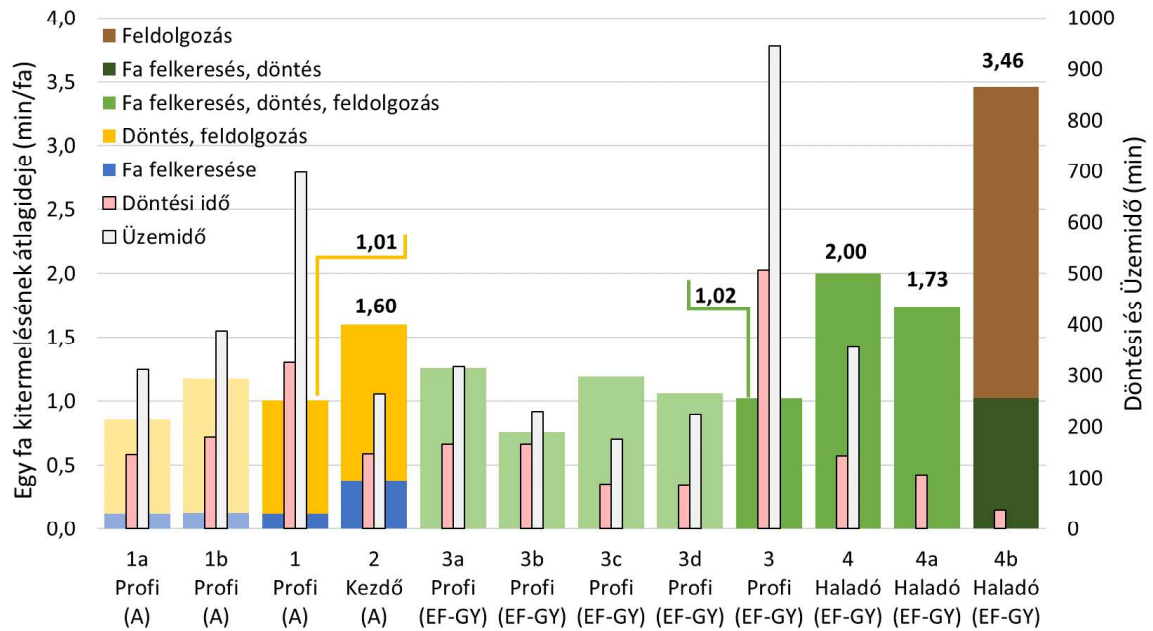
A vizsgált erdőrészek fakitermelése során kialakult munkaidőszerkezet, azaz a műveletelemek százalékos megoszlása látható az 1. táblázatban. Az 1-es 2-es területen akác tarvágást, míg a 3-as 4-es területen gyertyános-erdeifenyves állományban lékes felújítógátást hajtottak végre a gépkezelők.

1. táblázat: Munkaidőszerkezetek a vizsgált területeken.

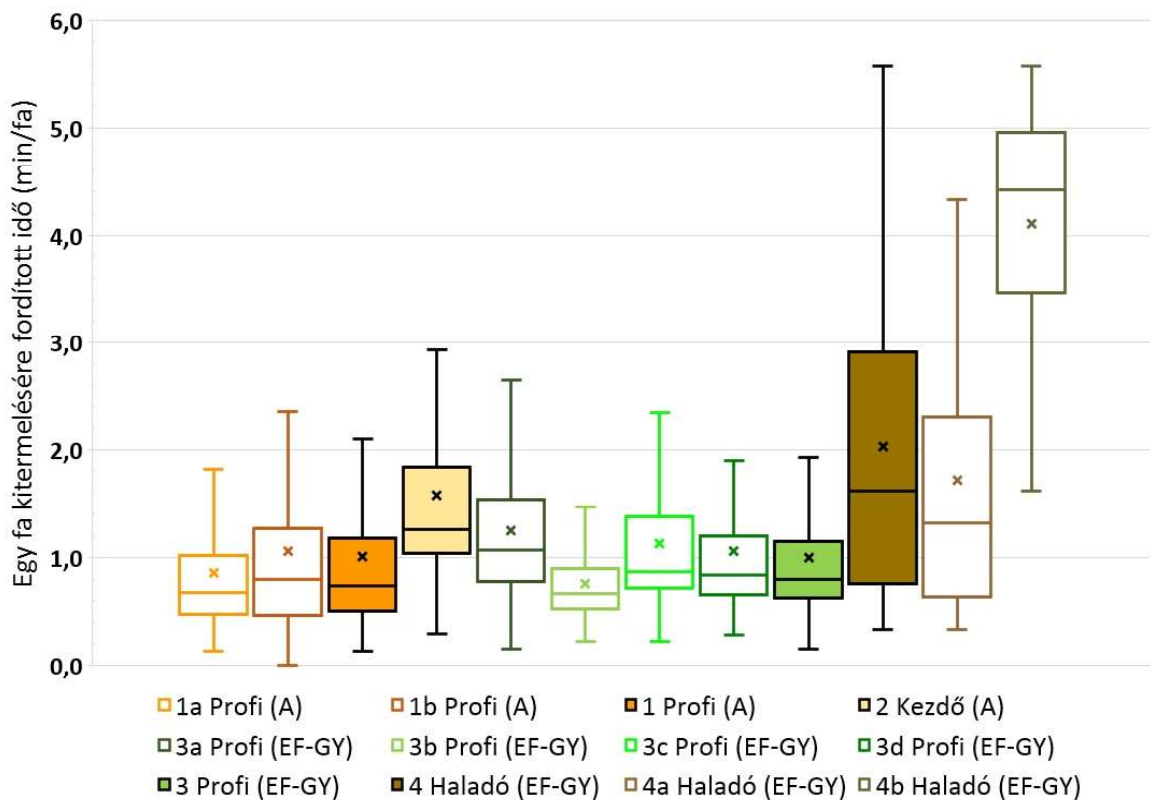
		Terület									
		<i>1a</i>	<i>1b</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3a</i>	<i>3b</i>	<i>3c</i>	<i>3d</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Gépkezelői tudás		Profí		Kezdő		Profí				Haladó	
Műveletelemek		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
<i>D</i>	Döntés	46,9	46,5	46,7	55,9	53,5	72,7	50,0	39,0	54,1	40,0
<i>Á</i>	Átállás	3,8	3,9	3,9	4,5	8,4	9,1	14,1	8,3	9,6	8,5
<i>CD</i>	Csak döntés	2,9	3,7	3,4	3,4	0,0	7,9	15,4	12,8	7,7	3,9
<i>G</i>	Gallyanyag rend.	23,8	22,1	22,9	29,5	5,1	4,1	5,6	5,0	4,9	6,8
<i>R</i>	Faanyag rend.	2,6	3,9	3,4	1,2	0,9	4,1	9,4	0,0	3,0	1,5
<i>P</i>	Pihenő	5,2	14,3	10,2	2,6	1,5	0,5	4,3	5,0	2,6	18,2
<i>K</i>	Karbantartás	3,5	0,4	1,8	0,0	0,8	0,2	0,0	24,7	6,1	18,0
<i>H</i>	Hibaelhárítás	4,7	2,0	3,2	1,5	27,2	0,0	0,0	0,0	9,3	0,0
<i>V</i>	Várakozás	6,5	3,3	4,7	1,4	2,6	1,4	1,2	5,2	2,7	3,0

Az 1-es és 3-as terület esetében több mérési nap adatai állnak rendelkezésre, a betűkiegészítések erre vonatkoznak, a másik két esetben egy-egy vizsgálat történt. Az 1-es és 3-as terület esetében az összesített adatok is szerepelnek a jobb összehasonlíthatóság kedvéért, ill. a későbbiekben feltüntetésre kerülnek az ide vonatkozó ábrákon is.

Az 1. ábrán látható, hogy a 'Döntés' művelet elem esetén több részműveletelemből áll. Ennek oka az adatrögzítésben és a gépkezelő munkamódszerében keresendő. Van olyan adatsor ahol a 'Fa felkeresése' elkülönítésre került a 'Döntés, feldolgozástól'. Feldolgozás magába foglalja a gallyazást, a választékolást, a darabolást és a rakásolást. Az 1. ábra 4b oszlopdiagramja az eddigiektől eltérő munkamódszert ábrázol. Ez esetben a gépkezelő a döntőfűrészvágást követően a darukarral előközelítette a teljes fát, majd letette a korábban előállított választékok közelébe ('Fa felkeresés, döntés'). Ezt követően vagy folytatta a munkát a normál munkamenetnek megfelelően vagy egy újabb faegyed döntését, előközelítését valósította meg. Amikor már 2-3 db fatörzs összegyűlt, akkor a géppel megközelített a fekvő teljesfákat és végrehajtotta a feldolgozásukat. Ezt a munkamódszert egy haladó kategóriába sorolt gépkezelő hajtotta végre. Látható, hogy ez a módszer nagyon magas átlagidőket eredményezett. Átlagosan egy faegyed kitermelése 3,46 min-t vett igénybe. Normál munkamenet (4a) esetében (a gépkezelő, a gép és az állomány azonos) azonban egy fa kitermelésének átlagideje 1,73 min volt. Habár kis aránnyal fordult elő – ez az (összes) döntési időből is látszik – jelentősen megnövelte a területre vonatkozó fakitermelési átlagidőt. A profi kategóriába sorolt gépkezelő esetében (azonos állomány, azonos gép) az egy fa kitermelésére számított átlagidő majdnem pontosan fele lett (1,02 min) a haladó gépkezelőhöz képest. Akác állomány esetében a profi gépkezelő átlagideje 1,01 min/fa, míg a kezdő gépkezelőé 1,60 min/fa. Ezen esetben is jól megmutatkozik a képzettség hiánya.



1. ábra: Egy fa kitermeléséhez szükséges átlagos időfelhasználás különböző tudásszintű gépkezelők esetében.



2. ábra: Egy fa kitermelésére fordított idők eloszlása, területenként és gépkezelőnként.

Az egyes fák kitermelésére fordított időadatok eloszlásának vizsgálata mélyebb összefüggéseket mutat meg az átlagidőknél. A 2. ábrán megjelenő téglalapok (dobozok) szélei mutatják az alsó és felső kvartilis közötti távolságot, míg a közepén megjelenő vonal a medián értékét. Az akácokban a profi gépkezelőnél (1) ezek az értékek a következők: alsó

0,50 min/fa; felső 1,18 min/fa; medián 0,74 min/fa. Kezdőnél (2) ezek az értékek: alsó 1,04 min/fa; felső 1,84 min/fa; medián 1,26 min/fa. Gyertyános-erdeifenyvesben a profi gépkezelőnél (3) a doboz alsó éle 0,62 min/fa; felső éle 1,15 min/fa; a medián pedig 0,8 min/fa értéknél van. Haladónál (4) ezek az értékek: alsó 0,76 min/fa; felső 2,92 min/fa; medián 1,64 min/fa. 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 (ÁCS ET AL., 2014). A kezdő gépkezelő esetében az inkvartilis adatok is mutatják, hogy közel kétszer annyi időre volt szüksége egy fa kitermeléséhez, mint a profi gépkezelőnek. A haladó gépkezelőnk esetében az adatok nagyobb szórást mutatnak, ez egyrészt a megszakított fafeldolgozásból, másrészt az erdeifenyő morfológiai adottságaiból (korona vastagabb ágainak feldolgozása többlet darumozgást igényel) és nem utolsósorban, a készség szintű gépkezelői tudás kialakulásának hiányából adódik.

A gépkezelői képzettség/tapasztalat a teljesítmények tekintetében is megmutatkozik. A 2. táblázatban látható, hogy döntési időben a kezdő gépkezelő 25,8%-kal, a haladó pedig 22,3%-kal kisebb teljesítményt ért el a profikhoz képest. Természetesen minél nagyobb hektáronkénti faterfogattal rendelkezik az állomány, annál hatványozottabban jelentkeznek az időveszteségekből adódó teljesítménycsökkenés, ezáltal a bevételecsökkenés is.

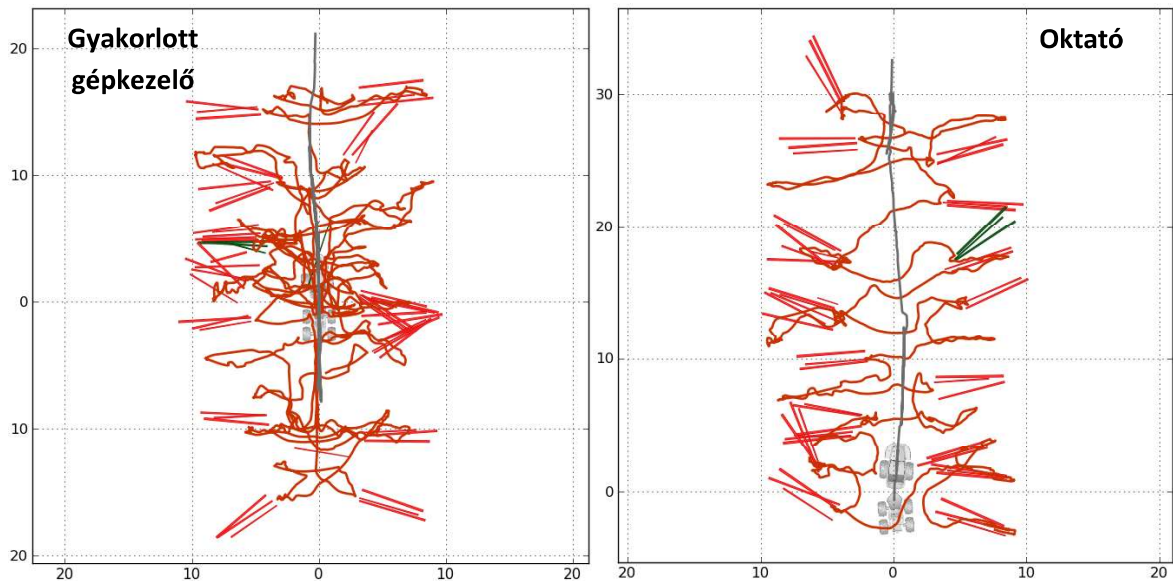
2. táblázat: Gépkezelők által elért teljesítmények a vizsgált területeken.

Terület	1a	1b	1	2	3a	3b	3c	3d	3	4
Gépkez. tudás	Profi		Kezdő		Profi				Haladó	
Teljesítmény	m ³ /műszak									
<i>Döntési időben (Tf)</i>	78,1	69,6	73,4	54,4	434,9	313,7	223,4	263,2	330,8	257,1
<i>Produktív időben (Tpr)</i>	45,7	40,4	42,8	32,2	342,4	233,0	118,2	157,7	225,4	137,4
<i>Üzem időben (Tü)</i>	36,6	32,3	34,3	30,4	232,7	228,1	111,6	102,7	178,9	83,5

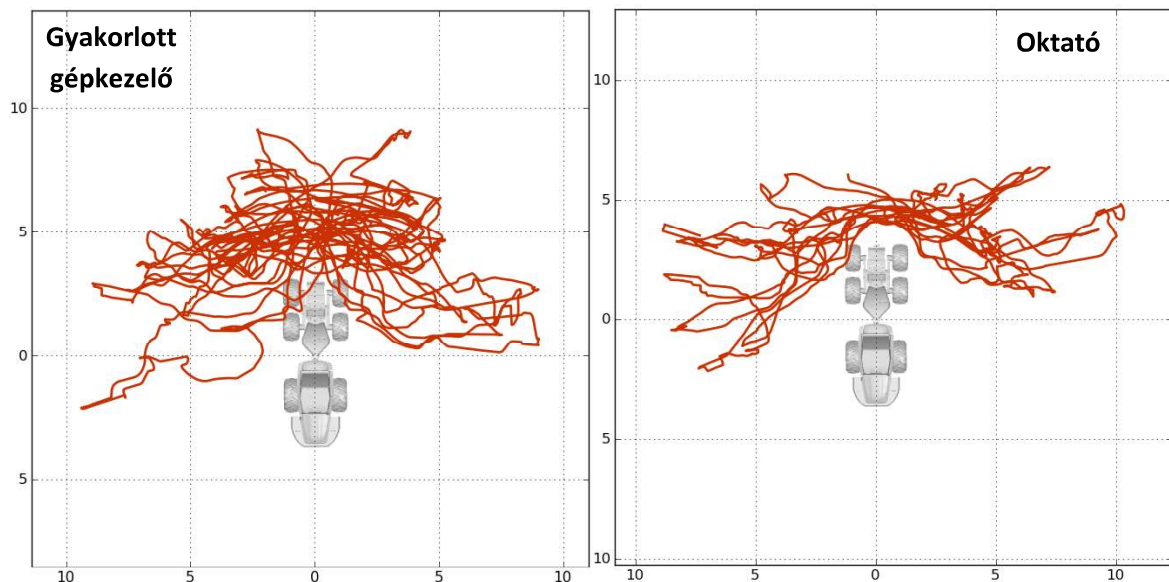
Szimulátor segítségével a nagy gyakorlati tapasztalattal és tudással rendelkező gépkezelők fejlődése, teljesítmény növekedése, ill. a költséghatékonyabb gépüzemeltetése is elérhető. A 3. és 4. ábrán látható, hogy a harveszter szimulátorban létrehozott teszt pályán a profi gépkezelő és az oktató milyen eredménnyel végezte el a feladatot, amely 20 faegyed kitermelése volt. A piros vonalak a harveszter fej által megtett utat mutatják a szimulált vágásterületen (3. ábra), ill. a géptörzshöz képest (4. ábra). Teljesítmény, meghibásodás és költség tekintetében előnyösebb a minél kevesebb és a géptörzshöz minél közelebbi darumozgás, mivel ez kevesebb energiát (tüzelőanyagot) igényel, kisebb a hidraulika rendszer terhelése és ezáltal az alkatrészek élettartama hosszabb. gyakorlott gépkezelő a feladatot 14,80 min alatt teljesítette, miközben a fej 598 m-t tett meg. Az oktató ugyanezen feladatot 9,53 min alatt teljesítette, a fej által megtett út pedig csak 373 m volt. Ha ezen adatokból meghatározzuk a 8 óra alatt megtett utat, akkor azt kapjuk eredményként, hogy a gépkezelő 608 m-rel több utat járna be a harveszterfejjel, mint az oktató (3. táblázat).

3. táblázat: Harveszterfej által 8 óra alatt megtett út.

	Fák száma (db/szim.)	Szim. ideje (min)	Megtett út (m)	Fajl. faki-term (min/fa)	Fajl. út (m/fa)	Fák száma (fa/8h)	Megtett út (m/8h)	Különbség (m/8h)
Gépkezelő	20	14,80	598	0,7400	29,90	648,65	19 395	608
Oktató	20	9,53	373	0,4765	18,65	1007,35	18 787	

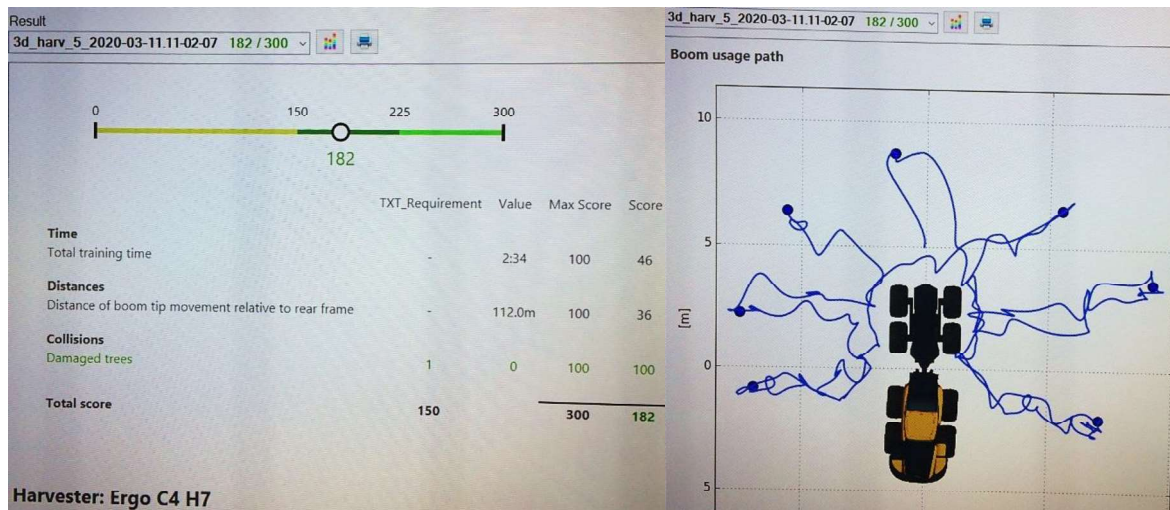


3. ábra: Harvesterfej által megtett út 20 db faegyed kitermelése során (PONSSE, 2020).



4. ábra: Harvesterfej mozgása a géptörzshöz viszonyítva, 20 db faegyed kitermelése során (PONSSE, 2020).

A kezdők számára a szimulátoros oktatás az alapoktól indul. A legegyszerűbb feladatoktól az egyre bonyolultabb és összetettebbekig. Az elvégzendő feladatok személyre és géptípusra szabható, igény esetén egyedei feladatok oktatócsomagok is összeállíthatók. Minden végrehajtott feladat kiértékelhető és csak a beállított teljesítmény minimum elérése után gyakorolható a következő feladat. Az 5. ábrán látható egy elvégzett feladat kiértékelése, ahol a következőket kellett végrehajtani: 7 db térben elhelyezett pontra kellett a harvesterfejet ráilleszteni, majd a behúzó hengereket működésbe hozni. Mindezt úgy hogy közben a faállomány egyedeiben a kárt nem szabad okozni. Az feladat végrehajtásának ideális ideje 90 s, a harvesterfej által bejárt út optimális távolsága 80 m. Az idő és távolság túllépés arányosan pontlevonással jár.



5. ábra: Darukar és a harvesterfej mozgatójának gyakorlása állományban, térben elhelyezett pontok felkeresése által (Fotó: HORVÁTH ATTILA, 2020).

Vizsgálati eredmények értékelése, megvitatása, következtetések

A kutatás alátámasztotta, hogy a harveszterek gépkezelőinek tudása erőteljesen befolyásolja a munka minőségét, a termelékenységet és gazdaságosságát. A közeljövőben nagy szerepet kell szentelni a többműveletes fakitermelő gépek kezelőinek képzésére és továbbképzésére. Erre legalkalmasabb eszköze egy szimulátor, amely mind a kezdőknek, mind a gyakorlattal rendelkezőknek segít a tudás biztonságos megszerzésében és a fejlődésben.

Köszönetnyilvánítás: Jelen publikáció a „GINOP-2.3.3-15-2016-00039 – Fás biomassza termesztési feltételeinek vizsgálata” című projekt támogatásával valósult 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.
- PONSSE (2020): Ponsse training - Effective Harvester working. Anne Härkönen előadása. Ponsse Plc, Vieremä, Finland.
- RUMPF J. (SZERK.), HORVÁTH A. L., MAJOR T., SZAKÁLOSNÉ MÁTYÁS K. (2016): Erdőhasználat, Mezőgazda Kiadó, Budapest, ISBN:9789632867199, 390 p.