



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, Czimmer 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 információértelme (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
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

FAIPARI ÉLZÁRÁSI TÍPUSOK KÖRNYEZETI HATÁSAINAK VIZSGÁLATA

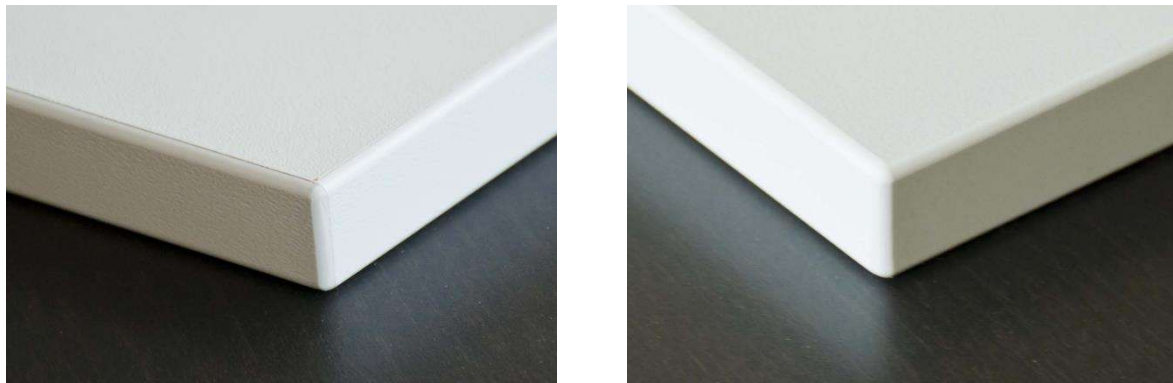
POLGÁR ANDRÁS¹, ANTAL MÁRIA RÉKA²

¹Soproni Egyetem, Erdőmérnöki Kar, Környezet- és Földtudományi Intézet

²Soproni Egyetem, Simonyi Károly Műszaki, Faanyagtudományi és Művészeti Kar, Faalapú Termékek és Technológiák Intézet
polgar.andras@uni-sopron.hu

Bevezetés

Az élzárás a lapalkatrészek gyártási folyamatának részét képezi a faiparban. Feladata az élek megfelelő minőségű és méretű anyaggal való borítása, valamint az élek védelme a környezet hatásaival szemben, mint például az ütések vagy a nedvesség (LUGOSI 1976). Ezen kívül esztétikus megjelenést ad a bútoroknak. Az élek lezárása történhet élleccel, élfumérral, élfóliával vagy műanyag élzáróval az erre alkalmas gépek segítségével (MOLNÁRNÉ 2002). Ma már korszerű élzárógépeken történik a lapalkatrészek élzárása, legyen szó kisüzemi gyártásról vagy akár ipari sorozatgyártásról. A késztermék mind a hagyományos PUR (poliuretán)/EVA (etilén-vinil-acetát) ragasztós élzárás, mind pedig a korszerű, új élzárási technológiák felhasználása esetén megfelelő minőségű (szabványminősítésnek megfelel).



1-2. ábra. Hagyományos és nullfugás ABS élzárás. (Fotó: VAS ZSIGMOND)

Megkülönböztetünk hagyományos élzárási technológiát és az elmúlt pár év új bútorigipari vívmányaként megjelenő nullfugás élzárást. A „valódi nullfugás” (továbbiakban: nullfugás) élzárás egyre nagyobb jelentőséggel bír a nyugat-európai minőségi elvárásokban (URL1). Mindkét eljárás, akár hagyományos, akár nullfugás, jelentős technológiai művelet a faiparban, ezért a környezeti jelentőségük sem elhanyagolható.

Az ágazatra jellemző környezeti hatások vizsgálatában fontos szerepet kap a környezeti életciklus-elemzés (LCA) technikája. Az életciklus elemzés lehetővé teszi a faipari termékek és a hozzájuk kapcsolódó gyártástechnológiák fenntarthatóságának és környezeti minőségének megállapítását.

Tanulmányunkban célul tűztük ki a hagyományos és nullfugás faipari élzárás környezeti hatásainak megállapítását és összehasonlítását az LCA módszerével.

Anyag és módszer

Az LCA futtatásához vizsgáltuk a hagyományos és nullfugás faipari élzárás műveletei során a bemeneti és kimeneti oldalon jelentkező anyag- és energiaáramokat.

GaBi 6.0 Professional LCA szoftverrel felépítettük a gyártástechnológia környezeti leltáradatbázisát és életciklus modelljét. A hatásértékelés során a gyártástechnológia műveleti sorrendje

alapján technológiánként elemeztük az egyes gyártási folyamatok jellemző környezeti hatáskategóriáit. Az elemzés megbízhatósága érdekében többféle hatásértékelési módszer és modell alkalmazásával (CML2001, EI99, ReCiPe 1.08, Water footprint, Primary energy) számítottuk ki a hatáskategória indikátor eredményeket. Végül kimutattuk, hogy milyen környezeti összhatás jellemzi a két élzárasi alternatívát.

Funkcióegység: adott bútorcsalád forgácslap elemeinek élzárása ABS élzáróanyaggal:
referenciaáram (hagyományos): 1006,98 m ABS anyagú, 2,00 mm vastag, 22,65 mm széles élzáró

referenciaáram (nullfugás): 1006,98 m ABS anyagú, 2,35 mm vastag, 23,15 mm széles élzáró
Az alapanyagok szállításánál 100 tkm-t és EURO 4 besorolású tehergépkocsit vettünk figyelembe.

Elektromos energia esetén a magyar energiamixet használtuk fel. Az adatok forrásai: hazai, saját adatok, szakértői becslés, publikált adatok. Vonatkoztatási időszak: 2016.



3. ábra. A Roxyl 6.0 élzáró gép (URL2)

A Roxyl 6.0 élzáró gép hagyományos és nullfugás élzárásra is alkalmas (KOZÁK 2006). A gép élzárási folyamatának lépései, melyek egyben az LCA rendszerhatárok is, ezek a következők: alapanyagok szállítása - élananyag adagolása - forgácslap élének kezelése - forgácslap élmarása - ragasztó felhordása (nullfugás élzárásnál ez a lépés kimarad) - élzáró anyag élhez rögzítése - élzáró anyag végvágása - nagyoló és finomító szintbemarás - élek lekerekítése - műanyag élek finommegmunkálása - ragasztómaradványok eltávolítása (nullfugás élzárásnál ez a lépés kimarad) - élmarás (szükség esetén árok és aljazás kialakítása) - élek polírozása - színjavító élmelegítés - lapok szállítása.

Eredmények

Az alkalmazott környezeti *életciklus-elemzési (LCA)* módszer megfelel az ISO 14040:2006 és ISO 14044:2006 szabvány követelményeinek.

Az eredményeket az 1-2. táblázatok, illetve a 4-9. ábrák segítségével mutatjuk be.

Alábbiakban összefoglaljuk a legfontosabb környezeti leltáradatokat, mint a folyamatra jellemző bemeneteket és kimeneteket.

1. táblázat. Az élzárési technológiák összesített környezeti leltáradatai (Magyarország, vonatkoztatási időszak: 2016)

Élzárás		Hagyományos	Nullfugás
Környezeti leltár	M.e.	Mennyiség	Mennyiség
Input			
Akrilnitril-butadién-sztirol (ABS) élzáró anyag	kg	48,50	53,69
Elektromos energia	kWh	171,68	246,59
Kezelőfolyadék (etanol)	ml	458,10	458,10
Forgácslap 18 mm	kg (m ³)	2277,99 (3,50)	2277,99 (3,50)
Etilén-vinilacetát kopolimer, ragasztó granulátum (E/VA)	kg	0,10	-
Kenőolaj	kg	0,0016	0,0016
Ragasztó csomagolása (műanyag)	kg	0,002	0,002
Élanyag csomagolása (karton)	kg	3,65	3,65
Output			
Akrilnitril-butadién-sztirol (ABS) élzáró anyag	kg	35,42	39,84
Kezelőfolyadék (etanol)	ml	343,56	343,56
Forgácslap 18 mm	kg (m ³)	2257,44 (3,47)	2257,44 (3,47)
Etilén-vinilacetát kopolimer, ragasztó granulátum (E/VA)	kg	0,09	-
Ragasztó hulladéka	kg	0,011	-
Élzáró anyag hulladéka	kg	13,08	13,85
Forgácslap hulladéka	kg (m ³)	20,55 (0,032)	20,55 (0,032)
Kezelőfolyadék hulladéka	ml	114,54	114,54
Ragasztó csomagolása (műanyag)	kg	0,002	0,002
Élanyag csomagolása (karton)	kg	3,65	3,65
Fáradt olaj (reciklált)	kg	0,0016	0,0016

A többszemponú hatásértékelés (probléma-orientált, károrientált és kombinált) eredményeit a következőkben mutatjuk be.

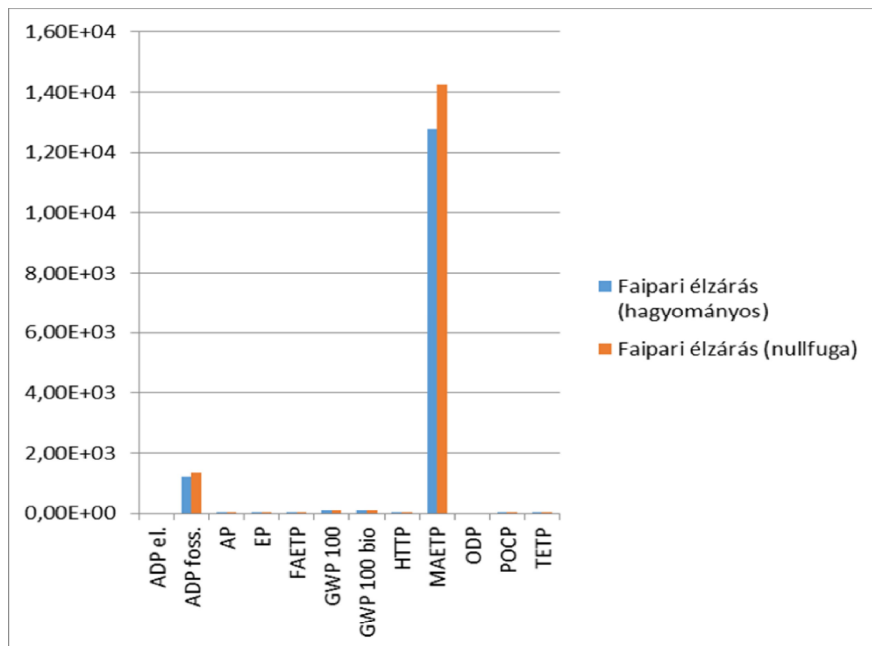
A hatásértékelés során a gyártástechnológia műveleti sorrendje alapján technológiánként kerültek elemzésre az egyes gyártási folyamatok jellemző környezeti hatáskategóriái.

A CML 2001 (2015. áprilisi) problémaorientált értékelési módszer alapján kapott eredményeket a 4. ábra tartalmazza.

A CML 2001 (2015. áprilisi) problémaorientált (köztipontokra koncentráció) értékelési módszer alapján a technológiák teljes életciklusuk során a legnagyobb hatással a „Tengervízi ökotoxicitásra” (MAETP) voltak. Ez a technológiák élanyag felhasználásával és a szállítással magyarázható. Jelentős hatáskategóriaként merült fel az „Abiotikus erőforrások (fosszilis) kimerülése” (ADP foss.).

A „Globális felmelegedési potenciál” (GWP) értékek elhanyagolhatók voltak. Az életciklus hozzájárulás hatáskategóriánként 47% hagyományos - 53% nullfugás arányban alakult.

Az 5. ábra mutatja be a hagyományos és nullfugás élzárési technológiák egyes műveleti lépéseinek fenti környezeti hatáskategóriákhoz való hozzájárulását.



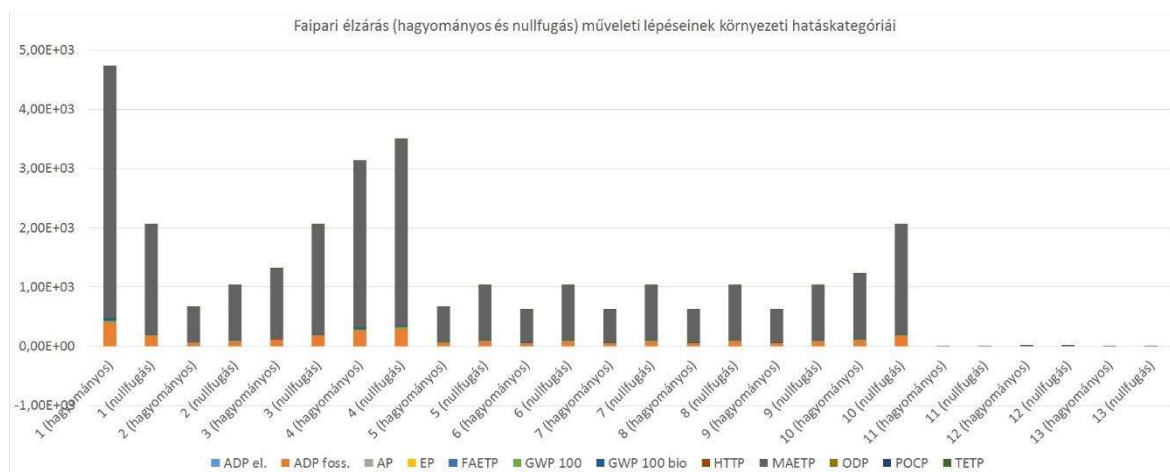
4. ábra. Az élzárási technológiák környezeti hatásai a CML 2001 (2015. áprilisi) hatáskategóriákban
 Rövidítések: ADP el.-Abiotic Depletion (ADP elements) [kg Sb-Equiv.]; ADP foss.-Abiotic Depletion (ADP fossil) [MJ]; AP-Acidification Potential (AP) [kg SO₂-Equiv.]; EP-Eutrophication Potential (EP) [kg Phosphate-Equiv.]; FAETP-Freshwater Aquatic Ecotoxicity Pot. (FAETP inf.) [kg DCB-Equiv.]; GWP 100-Global Warming Potential (GWP 100 years) [kg CO₂-Equiv.]; GWP 100 bio-Global Warming Potential (GWP 100 years), excl biogenic carbon [kg CO₂-Equiv.]; HTTP-Human Toxicity Potential (HTP inf.) [kg DCB-Equiv.]; MAETP-Marine Aquatic Ecotoxicity Pot. (MAETP inf.) [kg DCB-Equiv.]; ODP-Ozone Layer Depletion Potential (ODP, steady state) [kg R11-Equiv.]; POCP-Photochem. Ozone Creation Potential (POCP) [kg Ethene-Equiv.]; TETP-Terrestrial Ecotoxicity Potential (TETP inf.) [kg DCB-Equiv.]

Műveleti lépések (hagyományos): 1 Élanyag tekercs felhelyezése és bevezetése a gépbe + Forgácslap élének kezelése; 2 Forgácslap élének 1 mm-es visszamarása; 3 Ragasztó granulátum olvasztása, adagolása + felhordása és felületre préselése; 4 Élzáró anyag végvágása; 5 Az alsó és felső éleken található élanyag felesleg eltávolítása; 6 Az alsó és felső éleken található élanyag felesleg precízebb eltávolítása; 7 Élkerekítés; 8 Ragasztó és élanyag maradványok eltávolítása; 9 Munkadarab marása az éleken; 10 Élfelület simává és fényessé tétele + hőközlés (színjavítás); 11 Kenőolaj; 12 Alapanyagok szállítása 1.; 13 Alapanyagok szállítása 2.

Műveleti lépések (nullfuga): 1 Élanyag adagolása + Kezelés tapadásgátló folyadékkal; 2 Forgácslap élének 1 mm-es visszamarása; 3 Élanyag préselése a forgácslap élére; 4 Élzáró anyag végvágása; 5 Az alsó és felső éleken található élanyag felesleg eltávolítása; 6 Az alsó és felső éleken található élanyag felesleg precízebb eltávolítása; 7 Élkerekítés; 8 Élanyag maradékának eltávolítása; 9 Munkadarab marása az éleken; 10 Élfelület simává és fényessé tétele + Élek színének javítása hő felhasználásával; 11 Kenőolaj; 12 Alapanyagok szállítása 1.; 13 Alapanyagok szállítása 2.

A műveleti lépések vizsgálata esetén (lásd 5. ábra), kiugró környezeti hatással bírtak az élzárási technológiákban:

az 1-es lépéseket adó „Élanyag adagolási” műveletek. E tény annak tudható be, hogy e lépésben mindkét alternatíva esetén az elektromos energia felvétele jelentett többlet energiaigényt a többi lépéshez képest, ami a hatáskategóriáknál tapasztaltakban jelzés értékűen tükröződött.



5. ábra. A hagyományos és nullfugás elzárás műveleti lépéseinek környezeti hatáskategóriákhoz való hozzájárulása a CML 2001 (2015. áprilisi) hatáskategóriák szerint

Rövidítések: ADP el.-Abiotic Depletion (ADP elements) [kg Sb-Equiv.]; ADP foss.-Abiotic Depletion (ADP fossil) [MJ]; AP-Acidification Potential (AP) [kg SO₂-Equiv.]; EP-Eutrophication Potential (EP) [kg Phosphate-Equiv.]; FAETP-Freshwater Aquatic Ecotoxicity Pot. (FAETP inf.) [kg DCB-Equiv.]; GWP 100-Global Warming Potential (GWP 100 years) [kg CO₂-Equiv.]; GWP 100 bio-Global Warming Potential (GWP 100 years), excl biogenic carbon [kg CO₂-Equiv.]; HTTP-Human Toxicity Potential (HTP inf.) [kg DCB-Equiv.]; MAETP-Marine Aquatic Ecotoxicity Pot. (MAETP inf.) [kg DCB-Equiv.]; ODP-Ozone Layer Depletion Potential (ODP, steady state) [kg R11-Equiv.]; POCP-Photochem. Ozone Creation Potential (POCP) [kg Ethene-Equiv.]; TETP-Terrestrial Ecotoxicity Potential (TETP inf.) [kg DCB-Equiv.]

A 3-as számmal jelölt műveleti lépések. Esetükben a hagyományos technológiánál a „Ragasztó granulátum olvasztása, adagolása + felhordása és felületre préselése” lépés, míg a nullfugás esetben „Élanyag préselése a forgácslap élére” lépés energiaigénye volt nagyobb, mint a többiben.

A 4-es műveleti lépések. Itt szintén nagyobb az energiaigény a modellünkben, mivel az „Éláró anyag végvágásának” energiaigénye mellett a kompresszor energiaigénye is megjelenik a hagyományos és nullfugás esetben is.

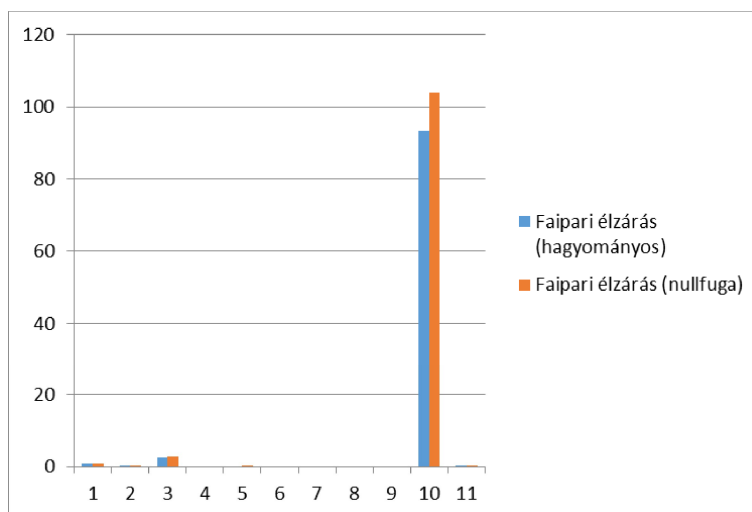
A 10. technológiai lépések. Itt a színjavítás miatti hőközlés többlet energiaigényével kellett számolni mindkét alternatívában.

Az Eco-indicator 99 károrientált (környezeti végpontokra, hatásviselőkre koncentrált) értékelési módszer alapján a technológiák teljes életciklusuk során a legnagyobb hatást a „Erőforrások - fosszilis energiahordozók” (10) tekintetében fejtették ki. Ez szintén a technológiák élanyag felhasználásával és a szállítással magyarázható. Említhető hatáskategóriaként merült fel az „Ökoszisztéma minősége - földhasználat” (3).

Az „Emberi egészség - klímaváltozás” kategóriában tapasztalt értékek e módszernél sem ugrottak ki.

Az életciklus hozzájárulás hatáskategóriáinként 47% hagyományos - 53% nullfugás arányban alakult.

Az Eco-indicator 99 károrientált értékelési módszer segítségével kapott eredmények a 6. ábrán láthatók.



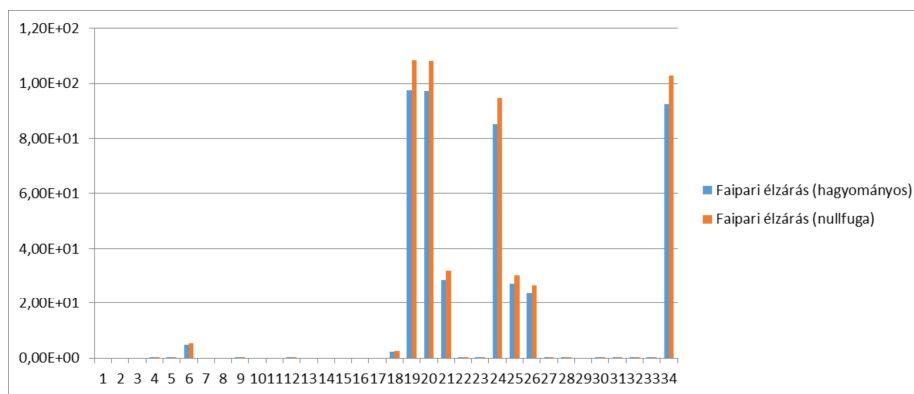
6. ábra. Az élzárási technológiák környezeti hatásai az EI 99 - EA hatáskategóriákban

Rövidítések: 1-Ecosystem quality, Acidification/nutrication [PDF*m2*a]; 2-Ecosystem quality, Ecotoxicity [PDF*m2*a]; 3-Ecosystem quality, Land-use [PDF*m2*a]; 4-Human health, Carcinogenic effects [DALY]; 5-Human health, Climate Change [DALY]; 6-Human health, Ozone layer depletion [DALY]; 7-Human health, Radiation [DALY]; 8-Human health, Respiratory (inorganic) [DALY]; 9-Human health, Respiratory (organic) [DALY]; 10-Resources, Fossil fuels [MJ surplus energy]; 11-Resources, Minerals [MJ surplus energy]

Az élzárási technológiák környezeti hatásait a ReCiPe 1.08 módszer (URL3) segítségével a 7. ábra tartalmazza.

A ReCiPe 1.08 kombinált értékelési módszer már változatosabb eredményeket adott, további globális környezeti problémakörökhöz való hozzájárulást tudunk kimutatni. A technológiák teljes életciklusuk során a legnagyobb hatással a „Klímaváltozásra” (19-20), „Humántoxicitásra” (24) és a „Vízkezelés kimerülésére” (34) voltak. Jelentős hatáskategóriaként merült fel a „Fosszilis erőforrások kimerülése” (21), az „Ionizáló sugárzás” (25), valamint a „Tengervízi ökototoxicitás” (26).

Az életciklus hozzájárulás hatáskategóriáinként 47% hagyományos - 53% nullfuga arányban alakult.

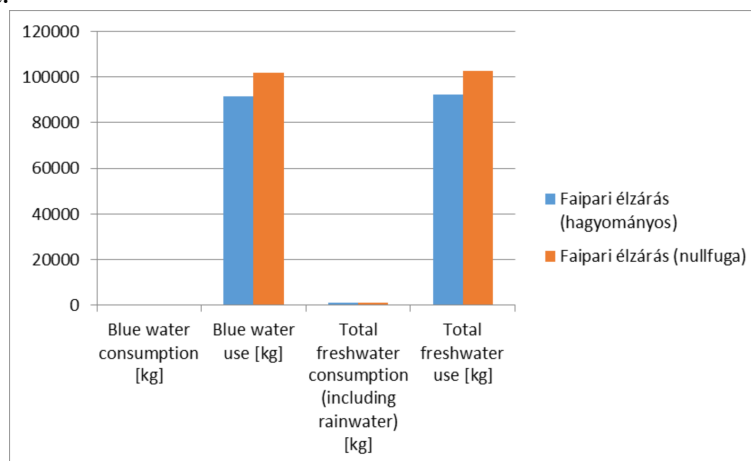


7. ábra. Az élzárási technológiák környezeti hatásai a ReCiPe 1.08 - EA hatáskategóriákban

Rövidítések: 1-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Agricultural land occupation [species.yr]; 2-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Climate change Ecosystems, default, excl biogenic carbon [species.yr]; 3-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Climate

change Ecosystems, incl biogenic carbon [species.yr]; 4-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Climate change Human Health, default, excl biogenic carbon [DALY]; 5-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Climate change Human Health, incl biogenic carbon [DALY]; 6-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Fossil depletion [\$]; 7-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Freshwater ecotoxicity [species.yr]; 8-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Freshwater eutrophication [species.yr]; 9-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Human toxicity [DALY]; 10-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Ionising radiation [DALY]; 11-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Marine ecotoxicity [species.yr]; 12-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Metal depletion [\$]; 13-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Ozone depletion [DALY]; 14-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Particulate matter formation [DALY]; 15-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Photochemical oxidant formation [DALY]; 16-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Terrestrial acidification [species.yr]; 17-ReCiPe 1.08 Endpoint (E) - Terrestrial ecotoxicity [species.yr]; 18-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Agricultural land occupation [m2a]; 19-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Climate change, default, excl biogenic carbon [kg CO2-Equiv.]; 20-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Climate change, incl biogenic carbon [kg CO2-Equiv.]; 21-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Fossil depletion [kg oil eq]; 22-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Freshwater ecotoxicity [kg 1,4-DB eq]; 23-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Freshwater eutrophication [kg P eq]; 24-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Human toxicity [kg 1,4-DB eq]; 25-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Ionising radiation [kg U235 eq]; 26-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Marine ecotoxicity [kg 1,4-DB eq]; 27-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Marine eutrophication [kg N-Equiv.]; 28-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Metal depletion [kg Fe eq]; 29-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Ozone depletion [kg CFC-11 eq]; 30-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Particulate matter formation [kg PM10 eq]; 31-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Photochemical oxidant formation [kg NMVOC]; 32-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Terrestrial acidification [kg SO2 eq]; 33-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Terrestrial ecotoxicity [kg 1,4-DB eq]; 34-ReCiPe 1.08 Midpoint (E) - Water depletion [m3]

A 8. ábra jól szemlélteti a vizsgált élzárési technológiák vízlábnyomát, a 9. ábra pedig a primer energiaigényeket.



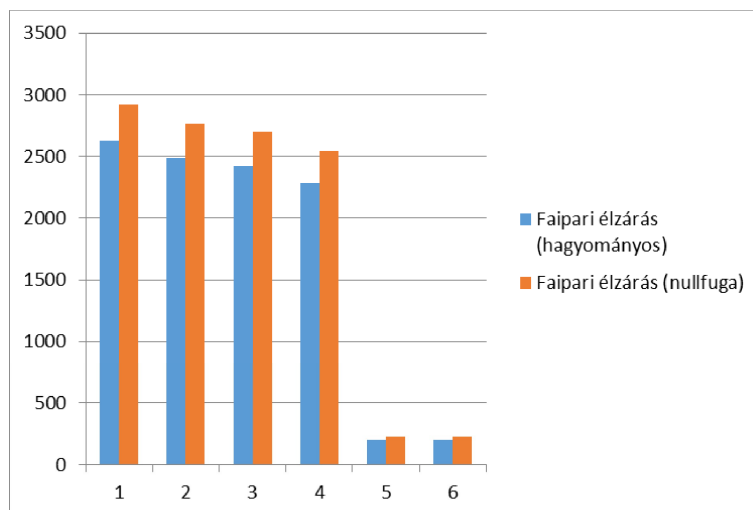
8. ábra. Az élzárési technológiák vízlábnyoma [kg]

A GaBi LCA szoftver beépített modulként a technológiák vízlábnyomának kalkulálására is alkalmas. A modell szerint a technológiák anyag- és energiaáramaik alapján *jelentős tengervíz és édesvíz használattal* járnak, ám vízfogyasztásuk nem jelentős.

Az életciklus hozzájárulás a vízfelhasználások esetén is 47% hagyományos - 53% nullfugás arányban alakult.

Szintén beépített modul a technológiák primer energiaigényének számítása is. Az energiafelhasználás modellje szerint az *életciklus hozzájárulás 47% hagyományos - 53% nullfugás arányban alakult.*

A felépített életciklus modellekre jellemző, hogy *a gyártástechnológiákban a megújuló energiaforrások használata (8,41%) csupán töredéke a felhasznált nem megújuló energiaforrásoknak*, mely mutatja az ebben rejlő magas környezeti szempontú fejlesztési potenciált.



9. ábra. Az élzárási technológiák primer energiaigénye [MJ]

Rövidítések: 1-Primary energy demand from ren. and non ren. resources (gross cal. value) [MJ]; 2-Primary energy demand from ren. and non ren. resources (net cal. value) [MJ]; 3-Primary energy from non renewable resources (gross cal. value) [MJ]; 4-Primary energy from non renewable resources (net cal. value) [MJ]; 5-Primary energy from renewable resources (gross cal. value) [MJ]; 6-Primary energy from renewable resources (net cal. value) [MJ]

Következtetések

A hagyományos és nullfugas élzárási technológiát illetően hatásértékelési módszerként egységesen 47% *hagyományos* - 53% *nullfugas* arány volt tapasztalható az életciklus hozzájárulásban hatáskategóriánként.

A *nullfugas eljárás magasabb értékei a nagyobb mennyiségű felhasznált élanagnak és a nagyobb energiaigénynek* tudhatók be. Láthatóan a nullfugas technológia a hagyományos ragasztóanyag alkalmazását mellőzi, ám ennek kiváltása nem feltétlenül eredményez kedvezőbb környezeti mutatókat.

A *környezeti összhatás* összehasonlító táblázatában (2. táblázat) is hasonló eredményekre jutottunk (többféle módszerrel futtatva is) a technológiák minősítésére vonatkozóan, *megerősítve* az egyes hatásértékelési módszertanok alapján tapasztaltakat.

2. táblázat. A technológiák hozzájárulása [%] környezeti összhatáshoz

Élzárás	Hagyományos	Nullfugas
Környezeti összhatás futtatási módszere	%	%
CML2001, Experts IKP (Central Europe)	47	53
EI99, EA-HA-IA	47	53
ReCiPe 1.07+1.08 (Average)	47	53

Összefoglalás

Tanulmányunkban megvizsgáltuk a faipari élzárás környezeti hatását egy korszerű élzárógép (Roxyl 6.0) technológiai műveletét követve. A hagyományos és nullfugas élzárási technológiát illetően hatásértékelési módszerként egységesen 47% *hagyományos* - 53% *nullfugas* arány volt tapasztalható az életciklus hozzájárulásban hatáskategóriánként. A *nullfugas eljárás magasabb értékei a nagyobb mennyiségű felhasznált élanagnak és a nagyobb energiaigénynek* tudhatók be. A felépített életciklus modellekre jellemző, hogy a *gyártástechnológiákban a meg-*

újuló energiaforrások használata (8,41%) csupán töredéke a felhasznált nem megújuló energiaforrásoknak, mely mutatja az ebben rejlő kiaknázatlan környezeti szempontú fejlesztési potenciált.

Láthatóan a nullfugás technológia a hagyományos ragasztóanyag alkalmazását mellőzi, ám ennek kiváltása nem feltétlenül eredményez kedvezőbb környezeti mutatókat. Ám a nullfugás élzárás nemcsak esztétikai szempontból javítja a látványt (ragasztási fugavonal nem látszik a lapalkatrészeken), hanem tartóssági szempontból is túlszárnyalja a hagyományos élzárási technológiát. Annak ellenére, hogy mindkét esetben az élzárás minősége elfogadott (szabványnak megfelel), a kutatás folytatásaként, az élettartam figyelembevételével, az egyes technológiák élzárása között újabb környezeti hatásvizsgálatok végezhetőek el, várhatóan a nullfugás alternatíva kedvezőbb eredményeivel.

További elemzési és összehasonlítási lehetőségeket jelentene a „SlimLine” technológia vagy a forrólevegős (hot air) technológia modellezése is. Az utóbbi például kevesebb energiát és erőforrást igényel a lézeres technológiával szemben, viszont az eredmény hasonló a lézerrel élzárt megoldáséhoz.

Az LCA vizsgálatokban kapott eredmények természetesen az elemző programban felépített modell jellegétől is függenek, valamint attól, hogy az elektromos energia igény hogyan oszlik meg az egyes műveleti lépések között.

Köszönetnyilvánítás: Jelen publikáció az „EFOP-3.6.1-16-2016-00018 – A felsőoktatási rendszer K+F+I szerepvállalásának növelése intelligens szakosodás által Sopronban és Szombathelyen” című projekt támogatásával valósult meg.

Irodalomjegyzék

ECO-INDICATOR 99 MANUAL FOR DESIGNERS (2000): A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment Communications Directorate, The Netherlands, The Hague

GUINÉE, J.B. - GORRÉE, M. - HEIJUNGS, R. - HUPPES, G. - KLEIJN, R. - KONING, A. DE - OERS, L. VAN - WEGENER SLEESWIJK, A. - SUH, S. - UDO DE HAES, H.A. - BRUIJN, H. DE - DUIN, R. VAN - HUIJBREGTS, M.A.J.: Handbook on life cycle assessment. Operational guide to the ISO standards. I: LCA in perspective. IIa: Guide. IIb: Operational annex. III: Scientific background. Kluwer Academic Publishers, ISBN 1-4020-0228-9, Dordrecht, 2002, 692 pp. on-line: <http://cml.leiden.edu/research/industrialecology/researchprojects/finished/new-dutch-lca-guide.html>

HAGYOMÁNYOS ÉS NULLFUGÁS ABS ÉLZÁRÁS. (Fotó: Vas Zsigmond, 2017.05.16)

KOZÁK J. (2016): Életciklus elemzés alkalmazása faipari élzáró gépen. Szakdolgozat. Nyugat-magyarországi Egyetem, Sopron

LUGOSI A. (1976): Faipari kézikönyv. Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

MOLNÁRNÉ POSCH P. (2002): Faipari kézikönyv II. Faipari Tudományos Alapítvány, Sopron

MSZ EN ISO 14040:2006 - Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Alapelvek és keretek (ISO 14040:2006)

MSZ EN ISO 14044:2006 - Környezetközpontú irányítás. Életciklus-értékelés. Követelmények és útmutatók (ISO 14044:2006)

URL1: <http://lignomat.hu>

URL2: <http://www.hanna-styl.hu/oldal/elzarok> (2017.05.15.)

URL3: <http://www.lcia-recipe.net/project-definition> (2014.06.15)