



Élzáráások életciklus elemzése a faiparban

Antal Mária Réka, Polgár András
SOPRONI EGYETEM

Tartalom

- ▶ Bevezetés
- ▶ Élzárásról röviden
- ▶ Élzárási folyamatok
- ▶ LCA vizsgálat
- ▶ Többszempon­tú hatásértékelés
- ▶ Következtetések

Roxyl 6.0 élzáró gép



<http://www.hanna-styl.hu/oldal/elzarok> (2019.11.07)

https://www.youtube.com/watch?v=L-5f_mkfApU (2019.11.07)

Élzárás a faiparban



Hagyományos ABS élzárás



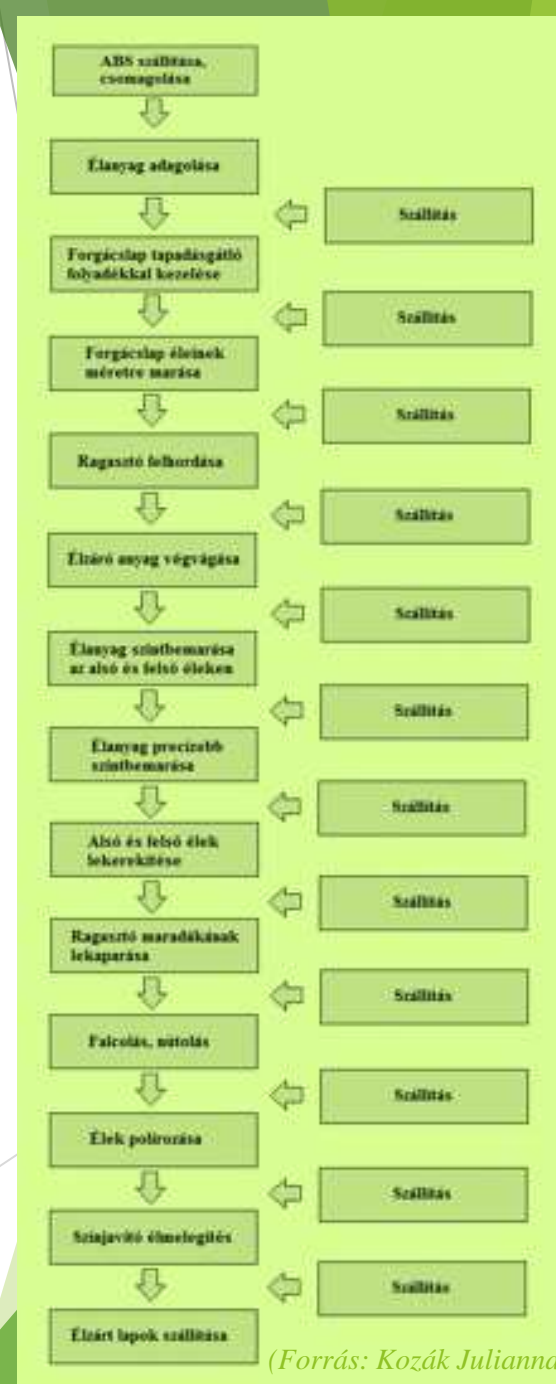
Nullfugás ABS élzárás



Roxyl 6.0 élzáró gép élzárási folyamatának lépései

- ▶ A gép élzárási folyamatának lépései egyben az LCA rendszerhatárok, ezek a következők:

alapanyagok szállítása - élmény adagolása - forgácslap élének kezelése - forgácslap élmarása - ragasztó felhordása (nullfugás élzárásnál ez a lépés kimarad) - élzáró anyag élhez rögzítése - élzáró anyag végvágása - nagyoló és finomított 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.



Rendszerhatárok/Roxyl 6.0 gép élzárási folyamatának lépései

12
13 alapanyagok szállítása



1 éanyag adagolása

1 forgácslap kezelése



2 forgácslap élmarása

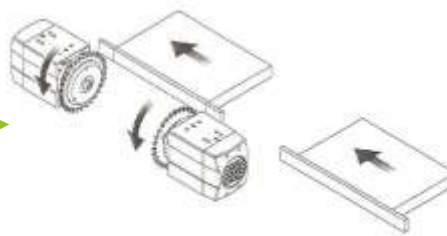
3 ragasztó felhordása
(nullfugás élzárásnál ez a lépés kimarad)

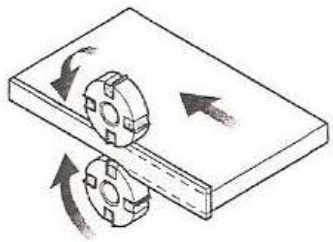


3 élzáró anyag élhez rögzítése



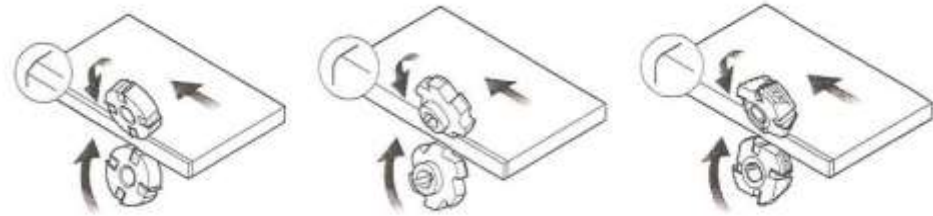
4 élzáró anyag végvágása





5
6

nagyoló szintbemarás,
finomító szintbemarás

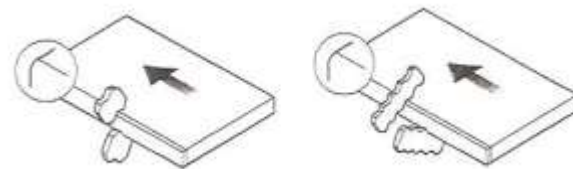


7

élek lekerekítése

8

műanyag élek
finommegmunkálása



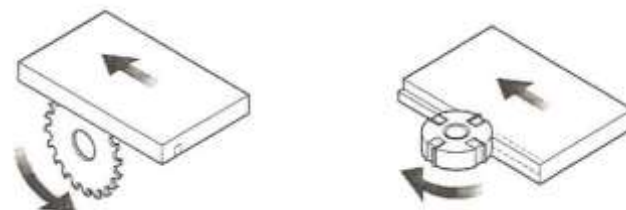
8

ragasztómaradványok
eltávolítása (nullfugás
élzárásnál ez a lépés kimarad)



9

élmarás (szükség
esetén árok és aljazás
kialakítása)

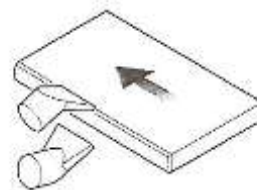


10

élek polírozása

10

színjavító élmelegítés



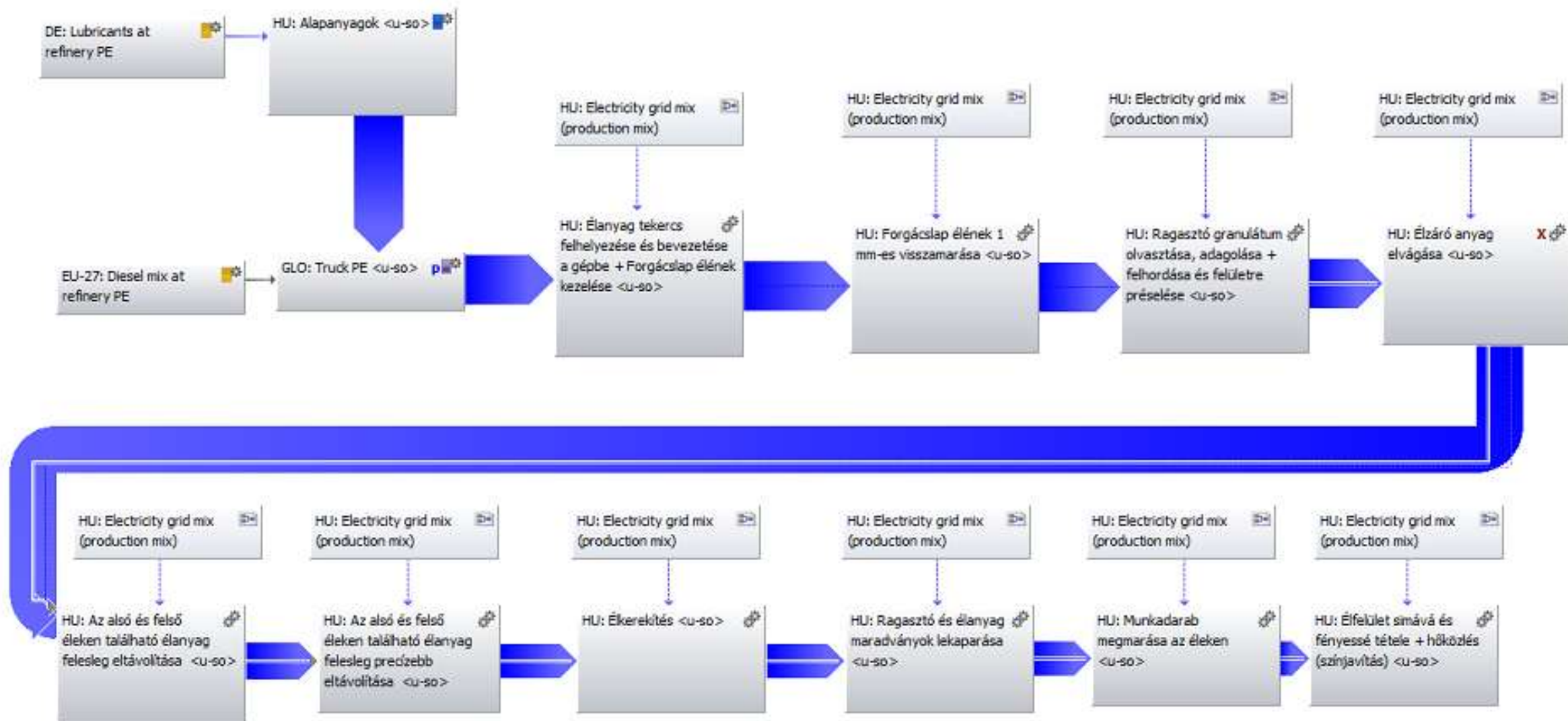
lapok szállítása

Összehasonlító LCA vizsgálat

- ▶ **Funkcióegység:** adott bútorcsalád forgácslap elemeinek élzárása ABS élzáróval
 - ▶ Referenciaáram (hagyományos): 1006,98 m ABS élzáró, 2 mm vastag, 22.65 mm széles
 - ▶ Referenciaáram (nullfugás): 1006,98 m ABS élzáró, 2.35 mm vastag, 23.15 mm széles
 - ▶ Alapanyagok szállítása: 100 tkm és EURO 4 besorolású tehergépkocsi
 - ▶ Elektromos energia: magyar energiamix (szakértői becslés, publikált adatok)
- ▶ **Vizsgálat:** a hagyományos és nullfugás faipari élzárás műveletei során a bemeneti és kimeneti oldalon jelentkező anyag- és energiaáramok vizsgálata

GaBi 6.0 Professional LCA szoftver

- ▶ A gyártástechnológia környezeti leltáradatbázis kialakítása
- ▶ Életciklus modell felépítése



Az élzárási technológiák összesített környezeti leltáradatai

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

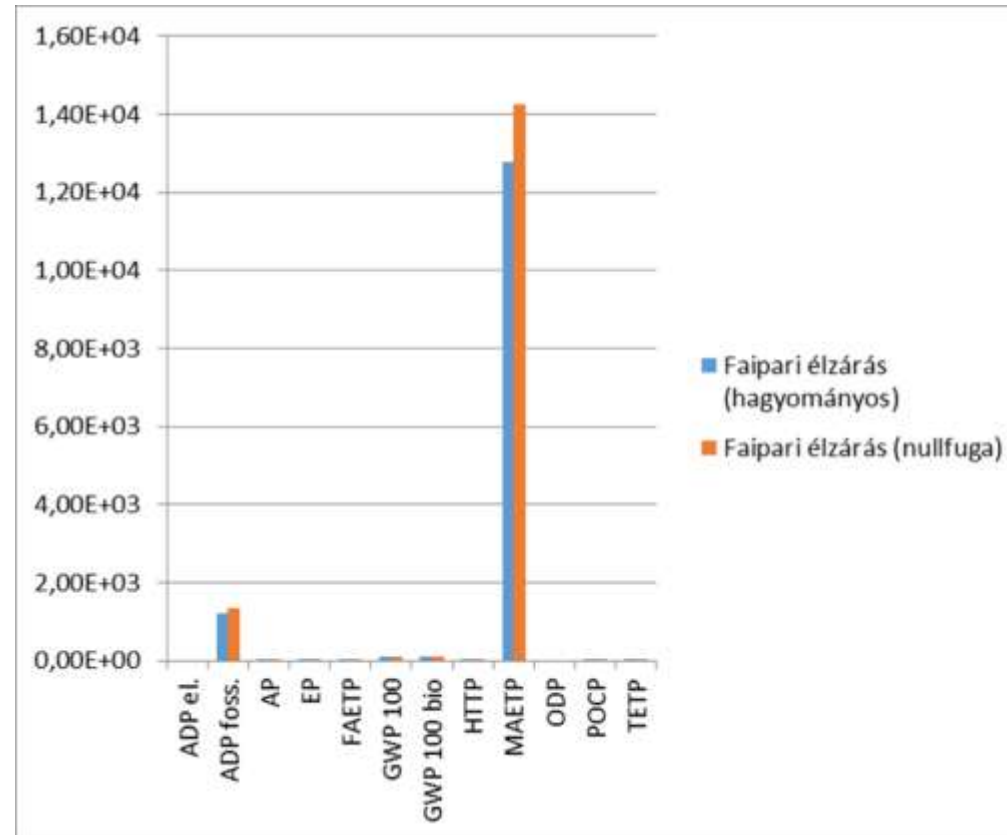
Többszempon্তু hatásértékelés

- ▶ A hatásértékelés során a gyártástechnológia műveleti sorrendje alapján technológiánként kerültek elemzésre az egyes gyártási folyamatok jellemző környezeti hatáskategóriái
- ▶ Többféle módszer és modell alkalmazásával (CML2001, EI99, ReCiPe 1.08, Water footprint, Primary energy) kerültek kiszámításra a hatáskategória indikátor eredmények
- ▶ Az életciklus hozzájárulás hatáskategóriánként 47% hagyományos - 53% nullfugás arányban alakult

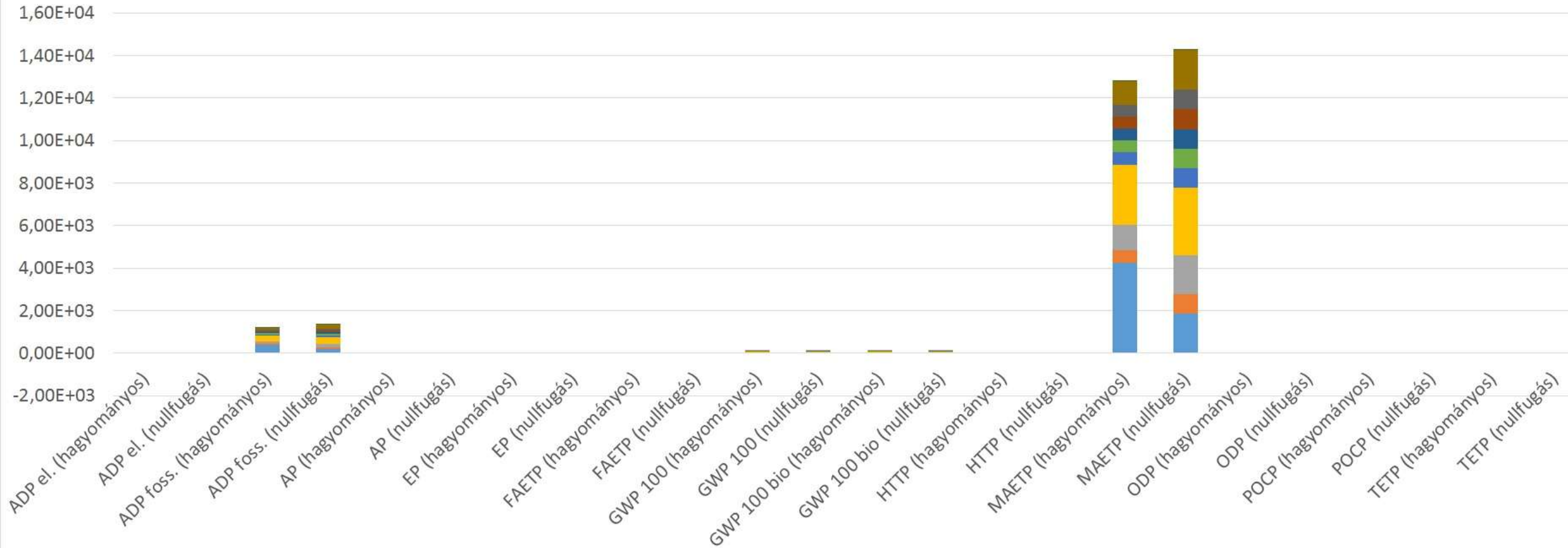
Többszempon্তু hatásértékelés

- ▶ **CML 2001 (2015. áprilisi) problémaorientált értékelési módszer** alapján a technológiák teljes életciklusuk során a legnagyobb hatással a „Tengervízi ökotoxicitásra” (MAETP) voltak
- ▶ Jelentős hatáskategóriaként merült fel az „Abiotikus erőforrások (fosszilis) kimerülése” (ADP foss.)

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.]



Faipari élzárás (hagyományos és nullfugás) műveleti lépéseinek hozzájárulása az egyes környezeti hatáskategóriákhoz



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Élzárás műveleti lépései

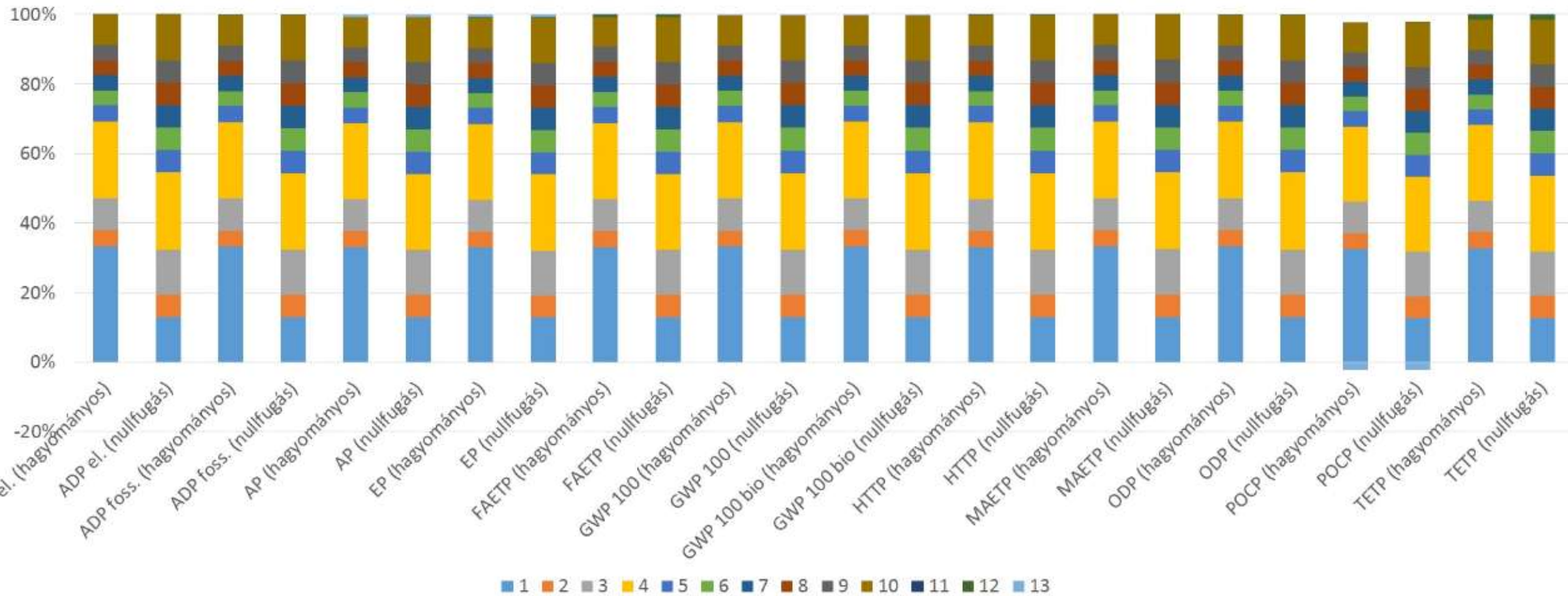
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Élany												
ag												
tekerc	Ragas				Az	alsó						
s	ztó				és	és						
felhel	granu				alsó	felső						
yezés	látum				és	éleke				Élfeü		
e és	olvas				felső	n				let		
bevez	rtása,				éleke	találh				simáv		
etése	adag				n	ató				á és		
a	olása				találh	élany	Ragasztó	és	Munk	ssé		
gépbe	Forgác	+			ató	ag	élnya	adara	tétele			
+	slap	felhor	Élzá	élany	felest	élnya	g	b	+			
Forgá	élnék	dása	ró	ag	eg	marad	megm	hőköz	Alapa	Alapa		
cslap	1 mm-	és	any	felesi	precíz	ványo	arása	lés	nyago	nyago		
élné	es	felüle	ag	eg	ebb							
k	vissza	tre	elvá	eltáv	eltáv	Élker	k	az	(szín)	Ken	k	
közelo	marás	prése	gás	olítás	olítás	ekité	lekapa	éleke	avítás	Gola	szállít	szállít
se	a	lése	a	a	a	s	rása	n)	j	ása 1-	ása 2.

Hagyományos élzárás

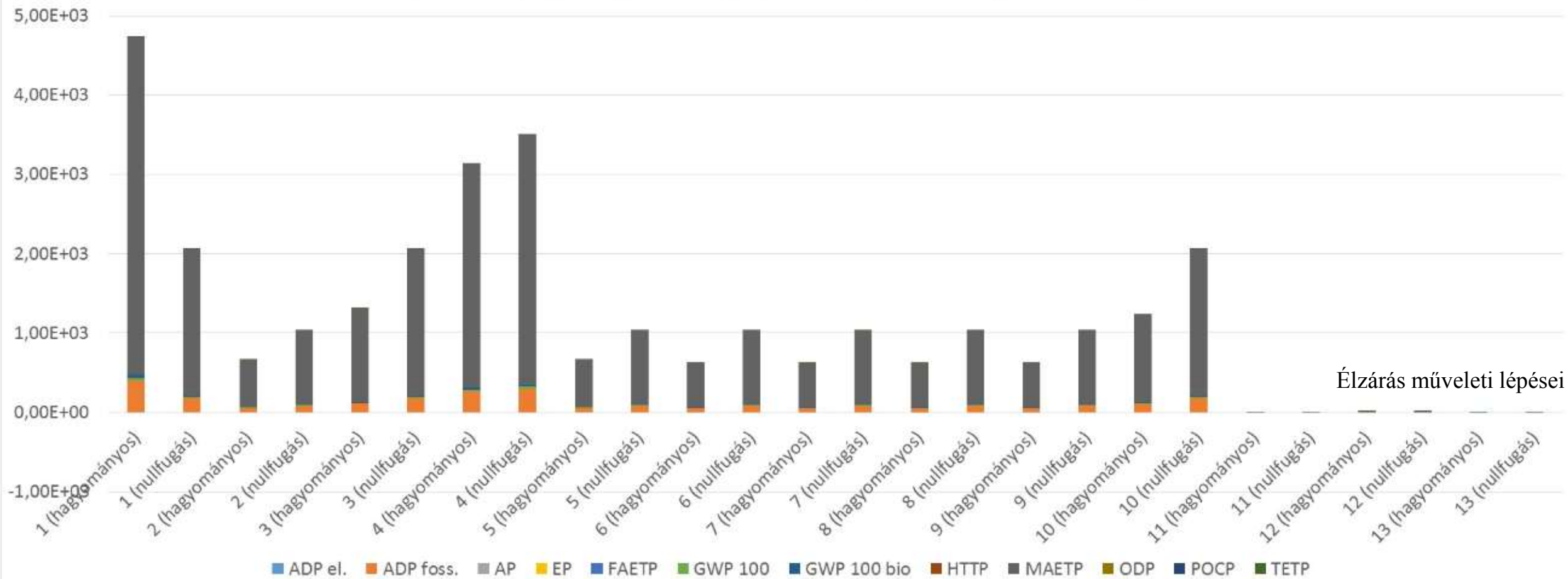
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Élanya												
g												
adago	Forgác	Élan	találh	élany								
lása +	slap	yag	ató	ag				Munk	adara	+ Élek		
Kezelé	élné	prés	Élzá	élany	felesi		Élanya	g	b	színéne		
s	k 1	elése	ró	ag	eg							
tapad	mm-	a	any	felesi	precíz	marad	megm	javitása	Alapa	Alapa		
ásgátl	es	forg	ag	eg	zebb	ékána	arása	hő	nyago	nyago		
ó	vissza	ácsla	elvá	eltáv	eltáv	Élker	k	az	felhasz	Ken	k	
folyad	marás	p	gás	olítás	olítás	ekité	eltávot	éleke	nálásáv	Gola	szállít	szállít
ékkal	a	élére	a	a	a	s	ítása	n	al	j	ása 1-	ása 2.

Nullfugás élzárás

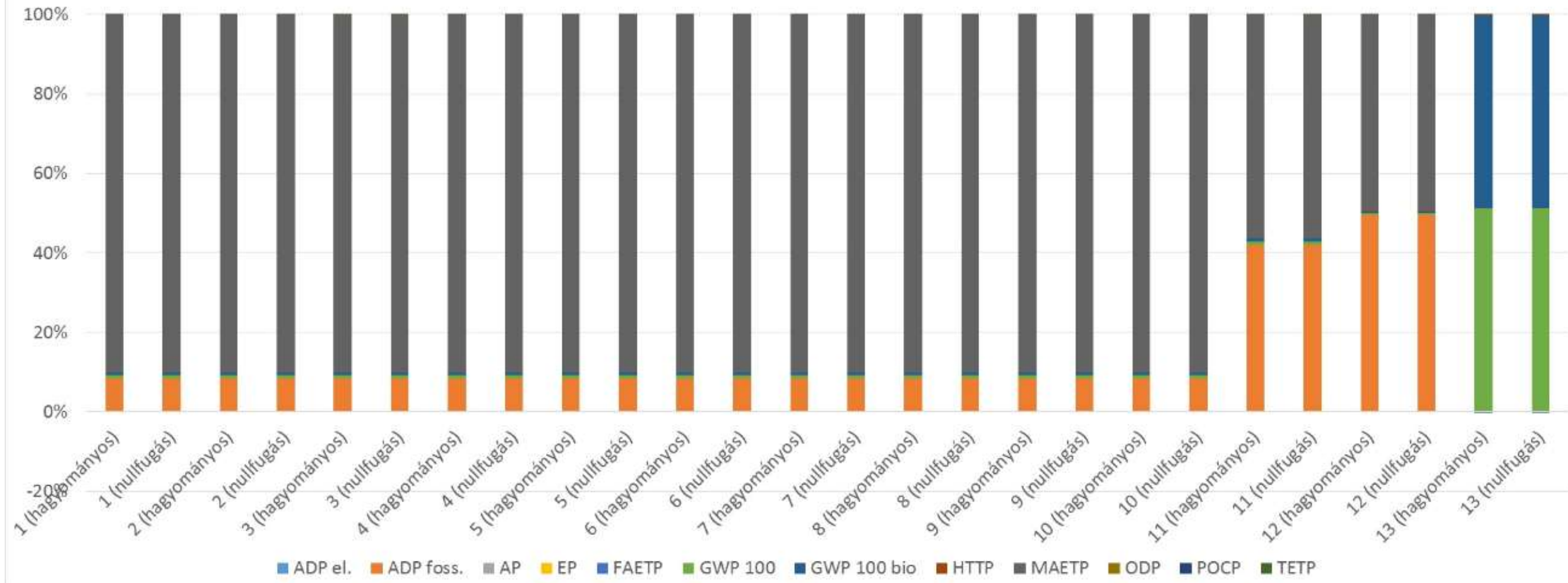
Faipari érzárás (hagyományos és nullfugás) műveleti lépéseinek hozzájárulása az egyes környezeti hatáskategóriákhoz



Faipari élzárás (hagyományos és nullfugás) műveleti lépéseinek környezeti hatáskategóriái



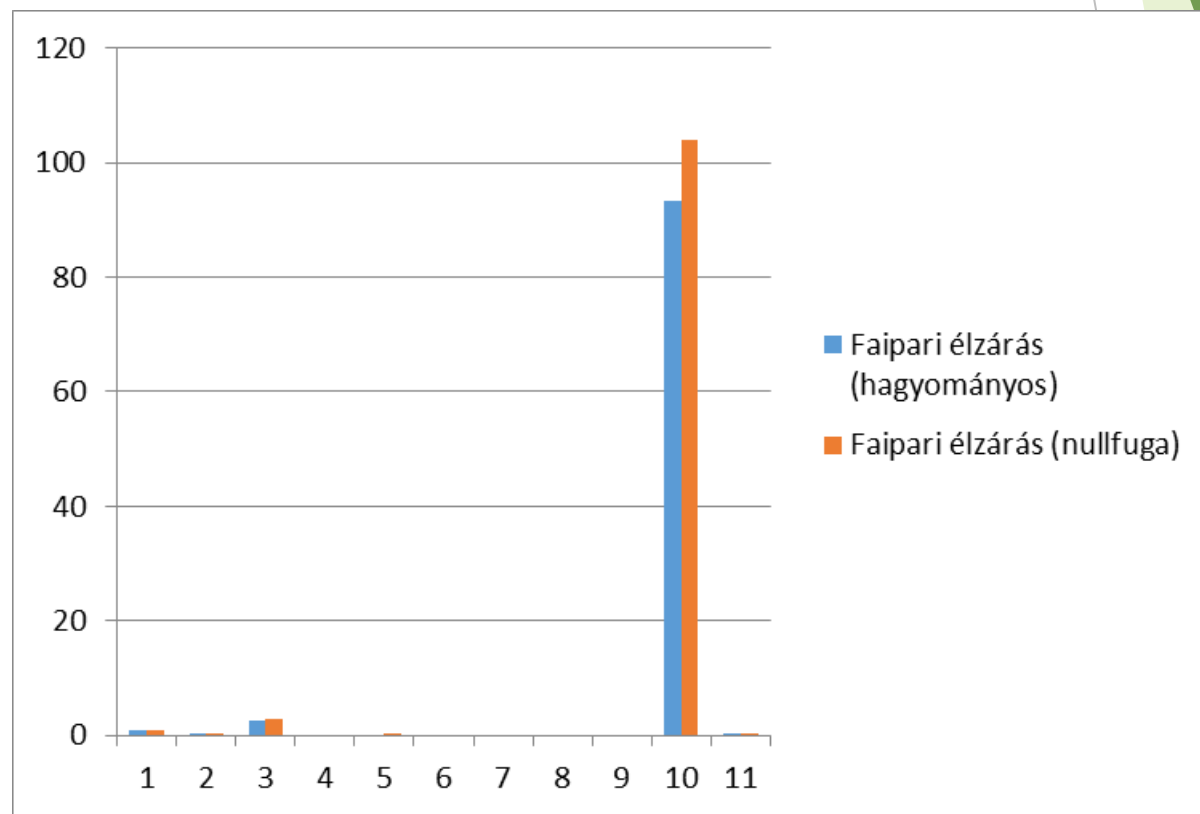
Faipari élzárás (hagyományos és nullfugás) műveleti lépéseinek környezeti hatáskategóriái



Többszempon­tú hatásértékelés

- ▶ **Eco-indicator 99 károrientált értékelési módszer** alapján a technológiák teljes életciklusuk során a legnagyobb hatást a „Erőforrások - fosszilis energiahordozók” (10) tekintetében fejtették ki
- ▶ Említhető hatáskategóriaként merült fel az „Ökoszisztéma minősége - földhasználat” (3)

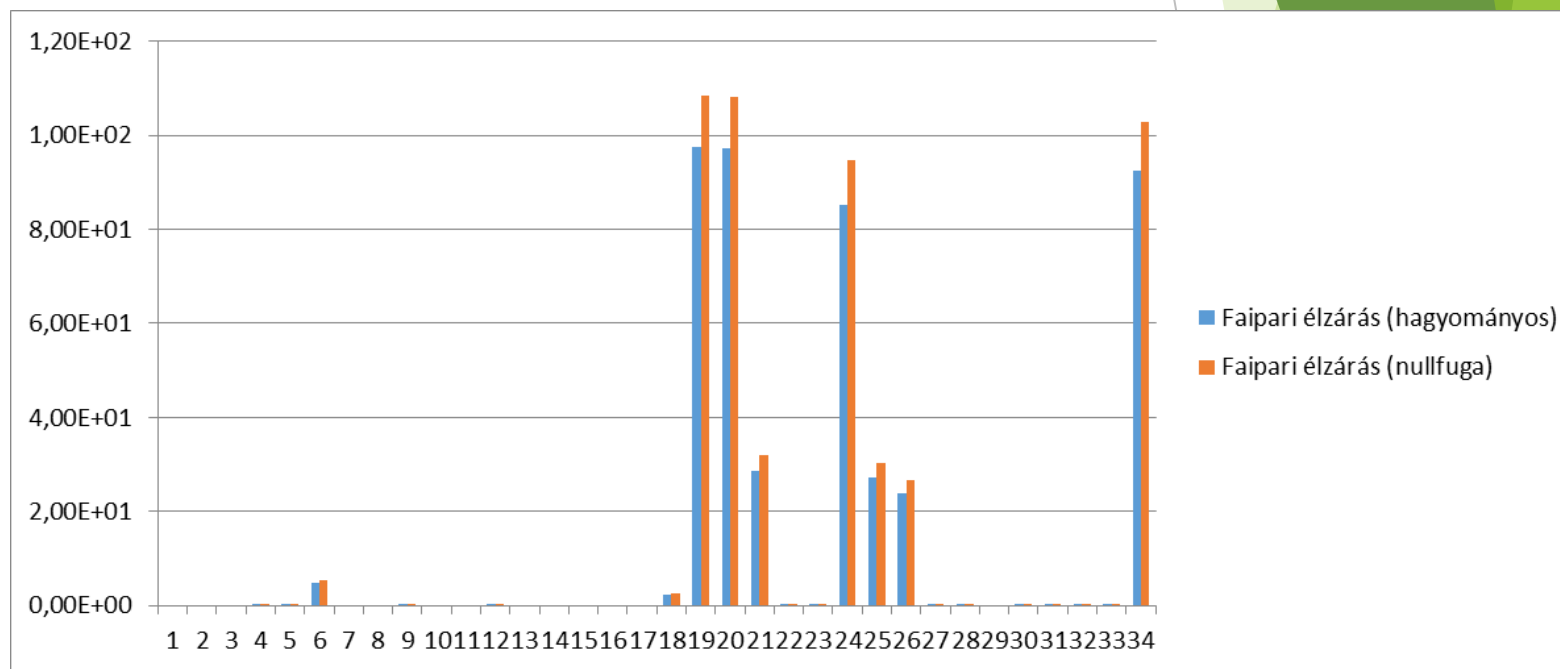
Rövidítések: 1-Ecosystem quality, Acidification/nutrication [PDF*m2*a]; 2-Ecosystem quality, Ecotoxicity [PDF*m2*a]; **3-Ecosystem quality, Land-use [PDF*m2*a];** 4-Human health, Carcinogenic effects [DALY]; 5-Human health, Climate Change [DALY]; 6-Human health, Ozone layer depletion [DALY]; 7-Human 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]



Többszempon্তু hatásértékelés

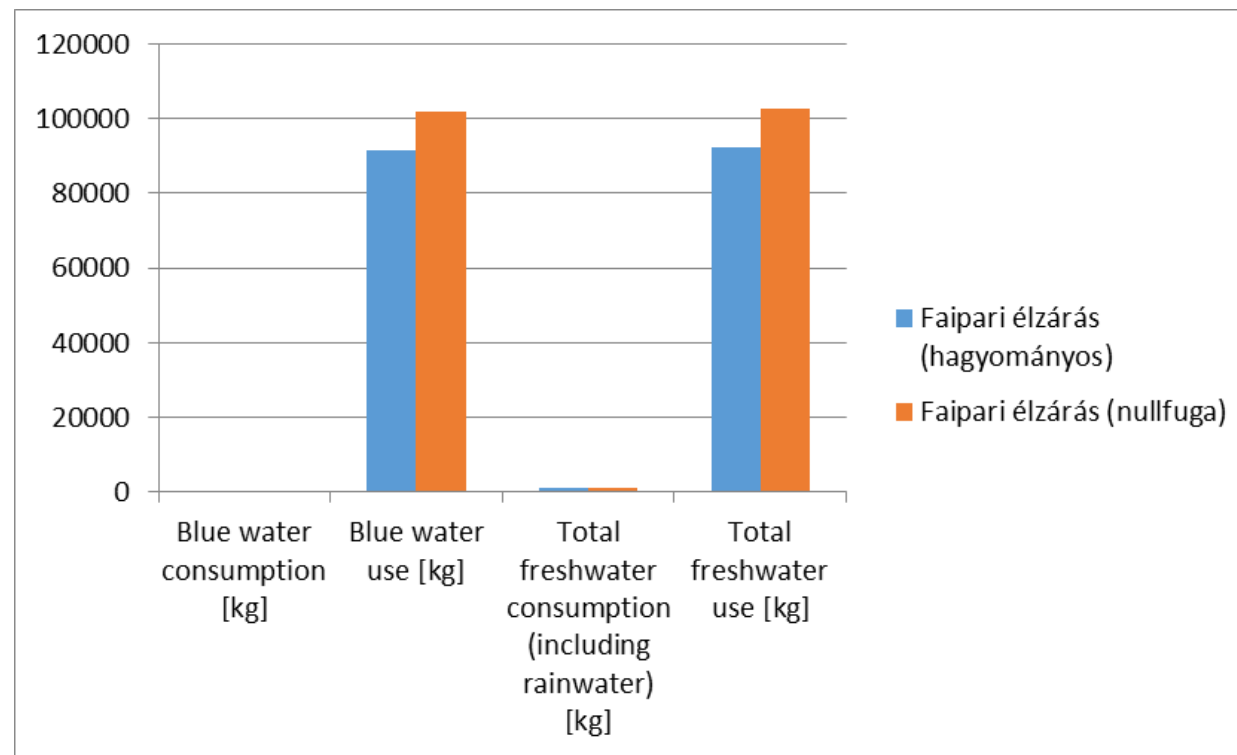
- **ReCiPe 1.08 kombinált értékelési módszer** alapján a technológiák teljes élelciklusuk során a legnagyobb hatással a „Klímaváltozásra” (19-20), „Humántoxicitásra” (24) és a „Vízkezeltek kimerülésére” (34) voltak. Jelentős hatáskategóriaként merült fel a „Fosszilis erőforrások kimerülése” (21), az „Ionizáló sugárzás” (25), valamint a „Tengervízi ökototoxicitás” (26).

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]



Élzárási technológiák vízlábnyoma

- ▶ Az életciklus hozzájárulás a vízfelhasználások esetén 47% hagyományos és 53% nullfugás arányban alakult
- ▶ A modell szerint a technológiák jelentős tengervíz és édesvíz használattal járnak

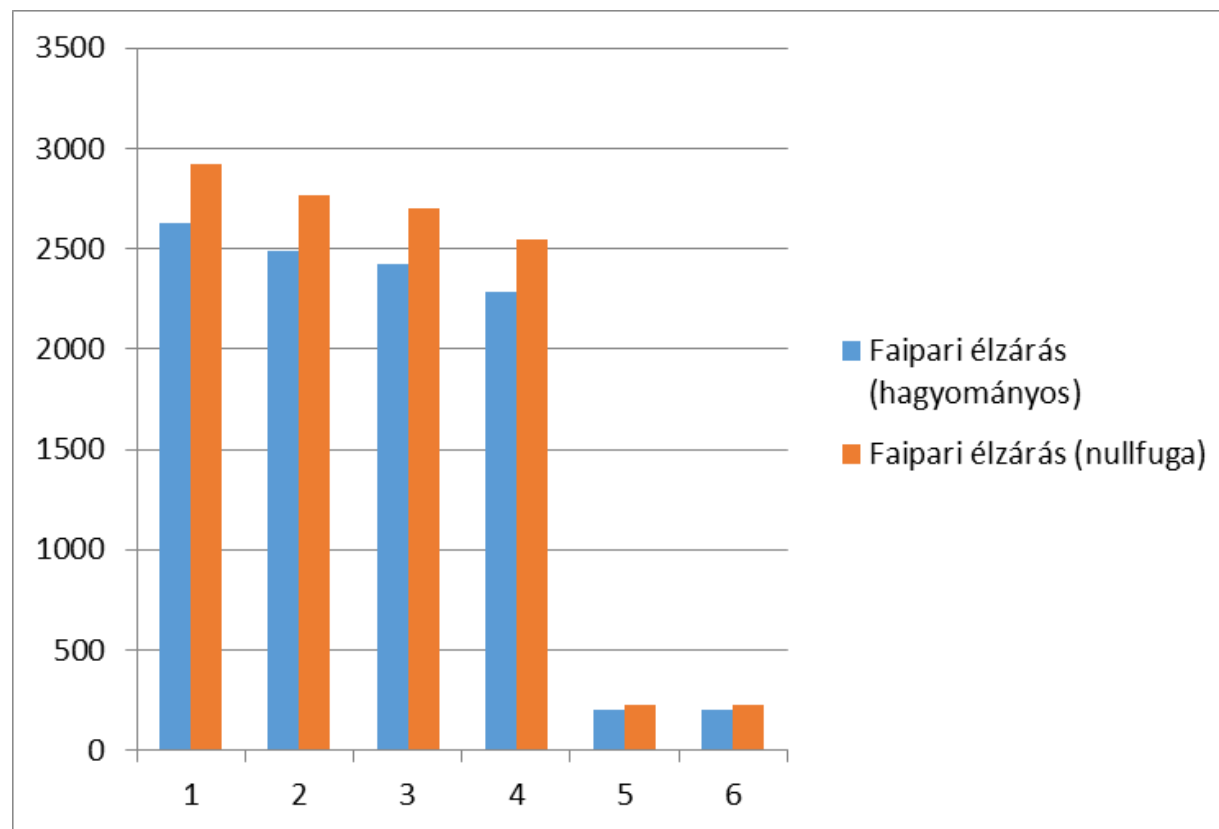


Az élzárási technológiák vízlábnyoma [kg]

Élzárási technológiák primer energiaigénye

- ▶ Az energia felhasználás 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 fejlesztési potenciált.

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]



Az élzárási technológiák primer energiaigénye [MJ]

Összefoglalás, következtetések

- ▶ A hagyományos és nullfugás élzárési technológiát illetően hatásértékelési módszerenként egységesen *47% hagyományos és 53% nullfugás* arány volt tapasztalható az életciklus hozzájárulásban hatáskategóriánként
- ▶ A nullfugás eljárás magasabb értékei a nagyobb mennyiségű felhasznált élménynek és a nagyobb energiaigénynek tudhatók
- ▶ A felépített életciklus modellekre jellemző, hogy a gyártástechnológiákban a megújuló energiaforrások használata (8,41%) csupán töredéke a felhasznált nem megújuló energiaforrásoknak
- ▶ A nullfugás technológia a hagyományos ragasztóanyag alkalmazását mellőzi, ám ennek kiváltása nem eredményez kedvezőbb környezeti mutatókat

Köszönjük megtisztelő figyelmüket!
