

XVII. LCA Konferencia
Társadalmi-, gazdasági- és
környezeti kihívások hatása
az életciklus-elemzésekre

*Szalmáné Dr habil Csete Mária,
Dr Bíró Kinga
Dr Török Ádám*

Életciklus költségek
elemzése a közúti
közlekedésben



OTKA-K21-138053

Tartalom

- Bevezetés
- Határkötség elmélet
- Elhárítási határköstések
- Életciklus köstések
- Östzefoglalás

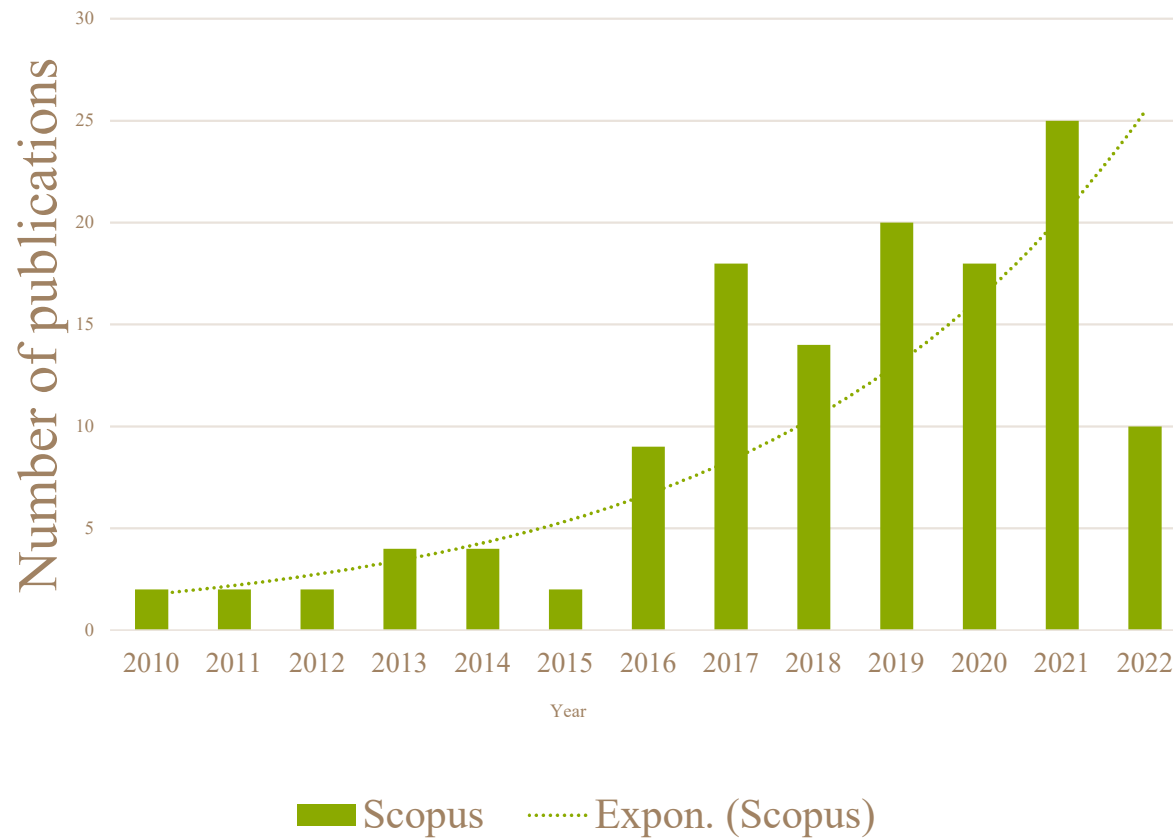


Bevezetés

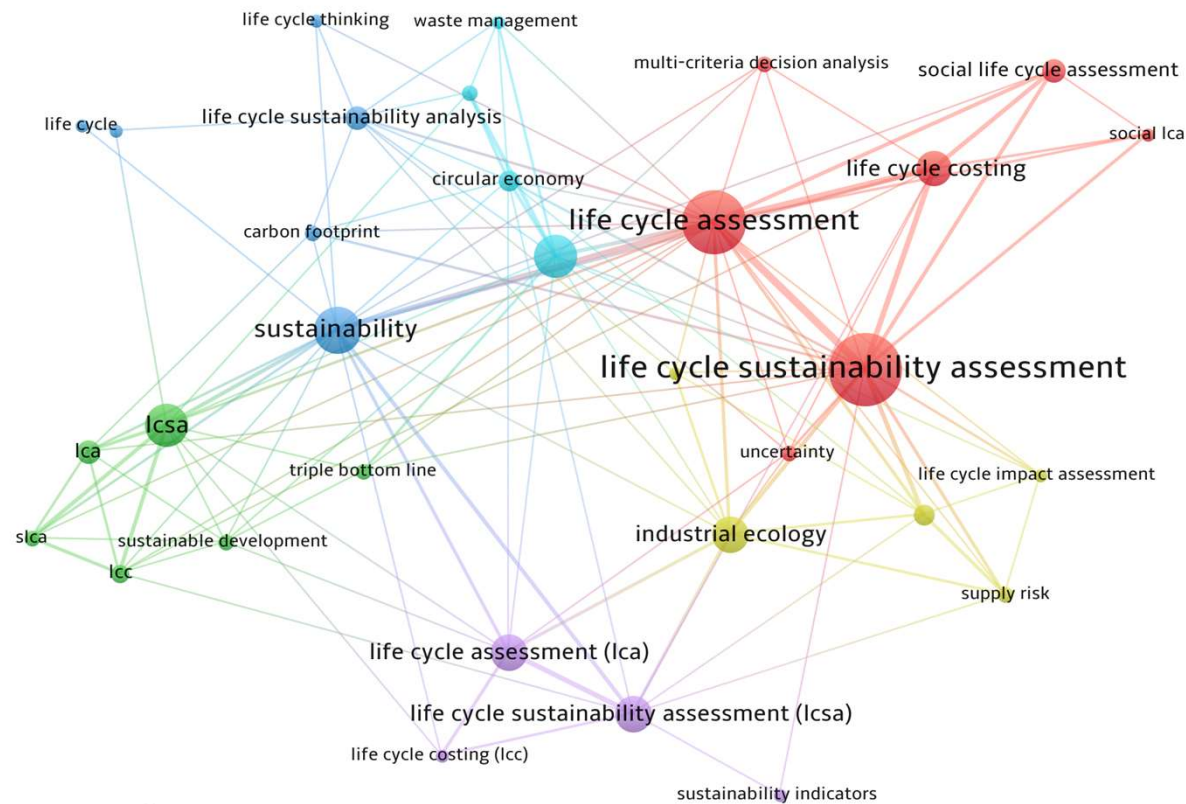
...a kezdetek



Miért az élekciklus költségek?

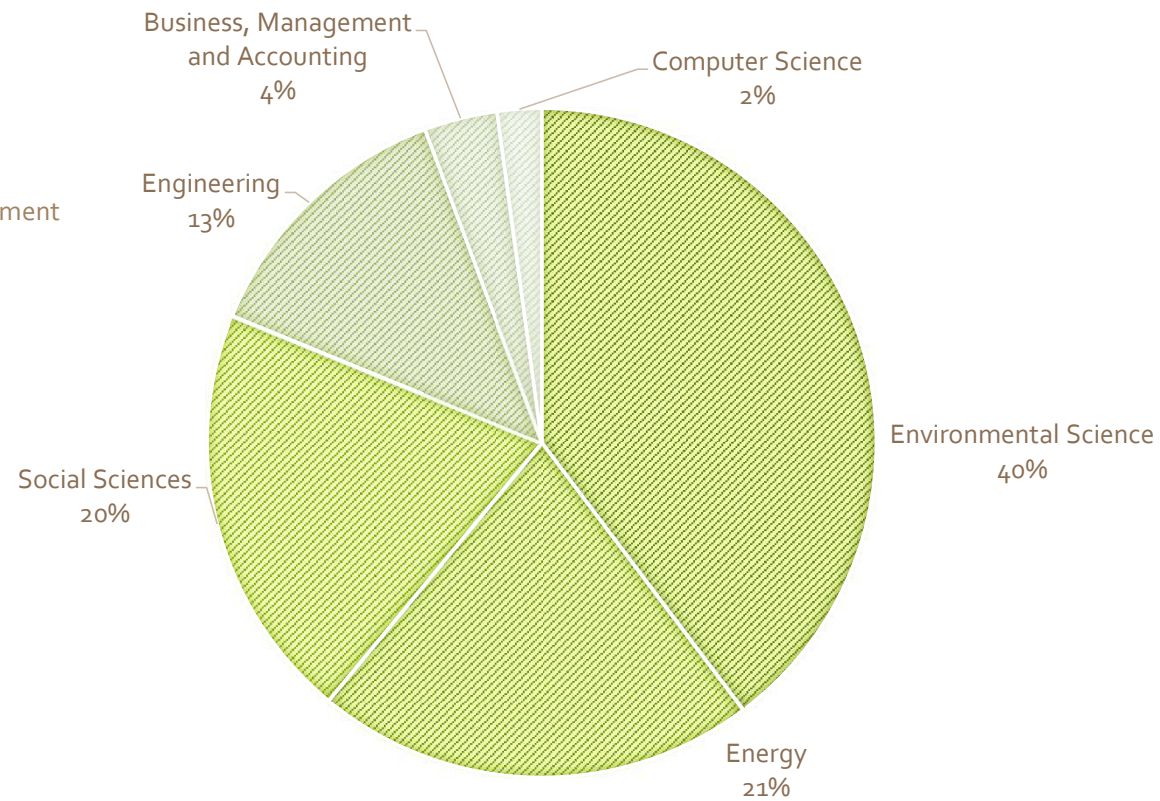


Miért az életciklus költségek?



Miért az életciklus költségek?

- Environmental Science
- Energy
- Social Sciences
- Engineering
- Business, Management and Accounting





Határkölttség elmélete

...az új út keresése





Arthur Cecil Pigou
1877 –1959

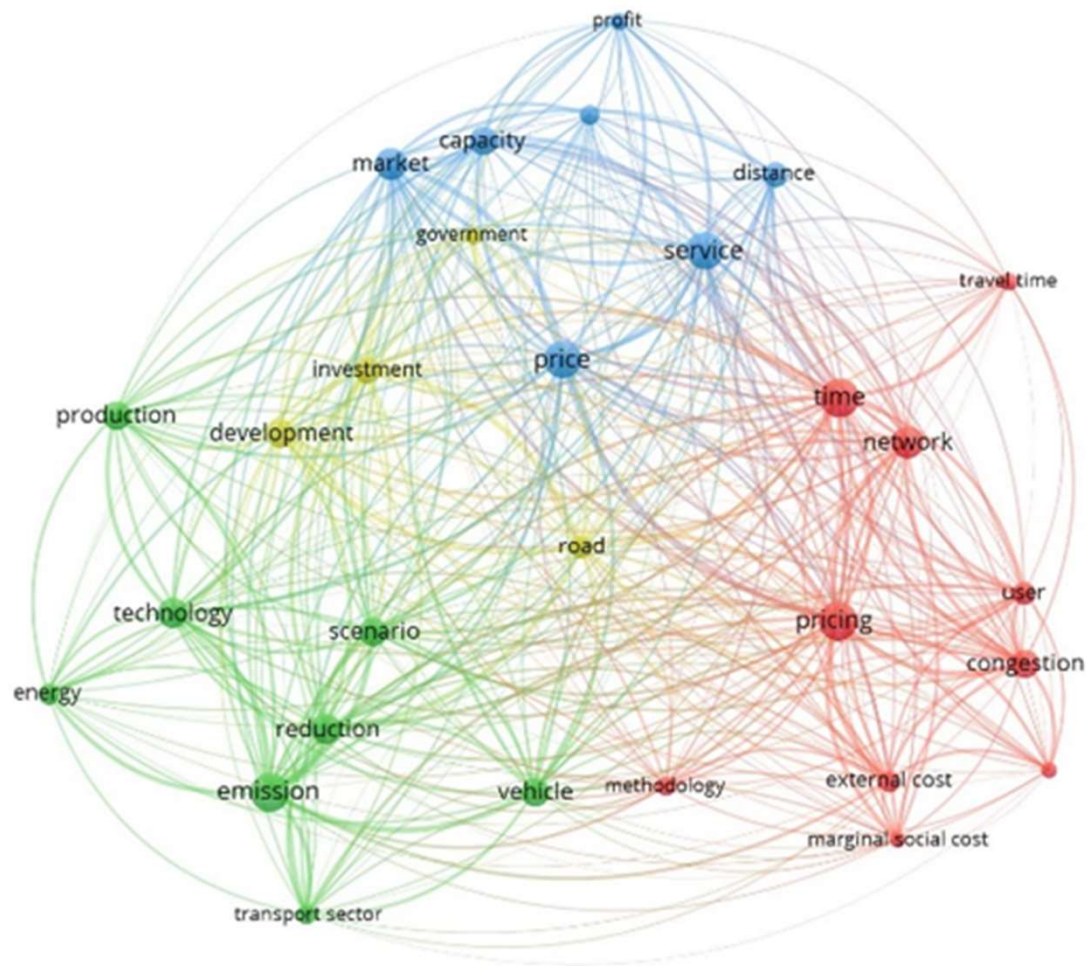
1920 A jólét közgazdaságtana

- A piacelmélet fogalomtárában a határbevétel a kibocsátás egy egységgel való növeléséből származó bevételeváltozás. Másként fogalmazva: az utolsó eladott jószág után kapott bevétel-többlet.
- A határköltség a kibocsátás egy egységgel való növeléséből származó költség-változás. Másként fogalmazva: az utolsó megvett jószág után fizetett többletköltség.
- A profitmaximalizálás első rendű feltétele alapján a vállalatnak mindaddig érdemes növelnie kibocsátását, amíg a határbevétel nagyobb a határköltségnél és célszerű visszafogni a kibocsátást, ha a határbevétel kisebb a határköltségnél.

- A neoklasszikus közgazdasági iskola alapvető szemléleti változást hozott a XX. század első felében. A „határszemlélet” szakított a korábbi elméletek összköltség-összbevétel megközelítésével, és a meglévő termelési kapacitás optimumát keresvén a termelt mennyiség egységnyi többletét állította a vizsgálat középpontjába. Ezzel az új módszerrel sikerült olyan matematikai modellt létrehozni, amely zárt egységet képezve útmutatást ad az optimális termelési (szolgáltatási) volumen létrehozására, annak társadalmi szempontból is legjobb mértékére vonatkozóan és így a szűkös erőforrások allokálását a lehető legjobban valósítja meg.
- Minden bizonnyal az elmélet közgazdasági „izgalma”, az alkalmazás ezerféle alapötlete és a költségek sokféle értelmezhetősége és tartalma vezetett oda, hogy napjainkra a határköltség-fogalom számtalan meghatározást kapott. Az egyes definíciók eltérnek abban, hogy hosszú- vagy rövid távon értelmezik a határköltséget, de a függvény tartalma a szerint is változik, hogy a költségszámításba bevont összetevők hogyan alakulnak a létrehozott kibocsátás (pl.: közlekedési teljesítmény) növekedése során.
- A közlekedés határköltségeként sokszor csak az infrastruktúraüzemeltetéssel kapcsolatos határköltségeket érti (annak érdekében, hogy az infrastruktúra használatáért fizetendő árat társadalmi szempontból hatékonyan számíthassa ki). Más esetben azonban a fuvarozó vállalkozó által a fuvarozási, illetve személyszállítási piacon érvényesítendő árak meghatározására kell a határköltségek elméletét segítségül hívni. Ilyenkor az infrastruktúra használatáért fizetendő díj exogén változó, amely a fuvarozó egységnyi többletköltségét más költségekhez hasonlóan növeli, és így az a határköltség részévé válik.

A határkötség kibocsátás szerinti alakulása több olyan kérdést is felvet, amely a határkötség-elmélet kritika nélküli alkalmazását veszélyessé teszi:

- arra a termelési tartományra, amikor az átlagkötség felette van a határkötségnek.
- nehezen becsülhető előre.
- dinamikus.
- robosztus díjstruktúra nem képezhető belőle.

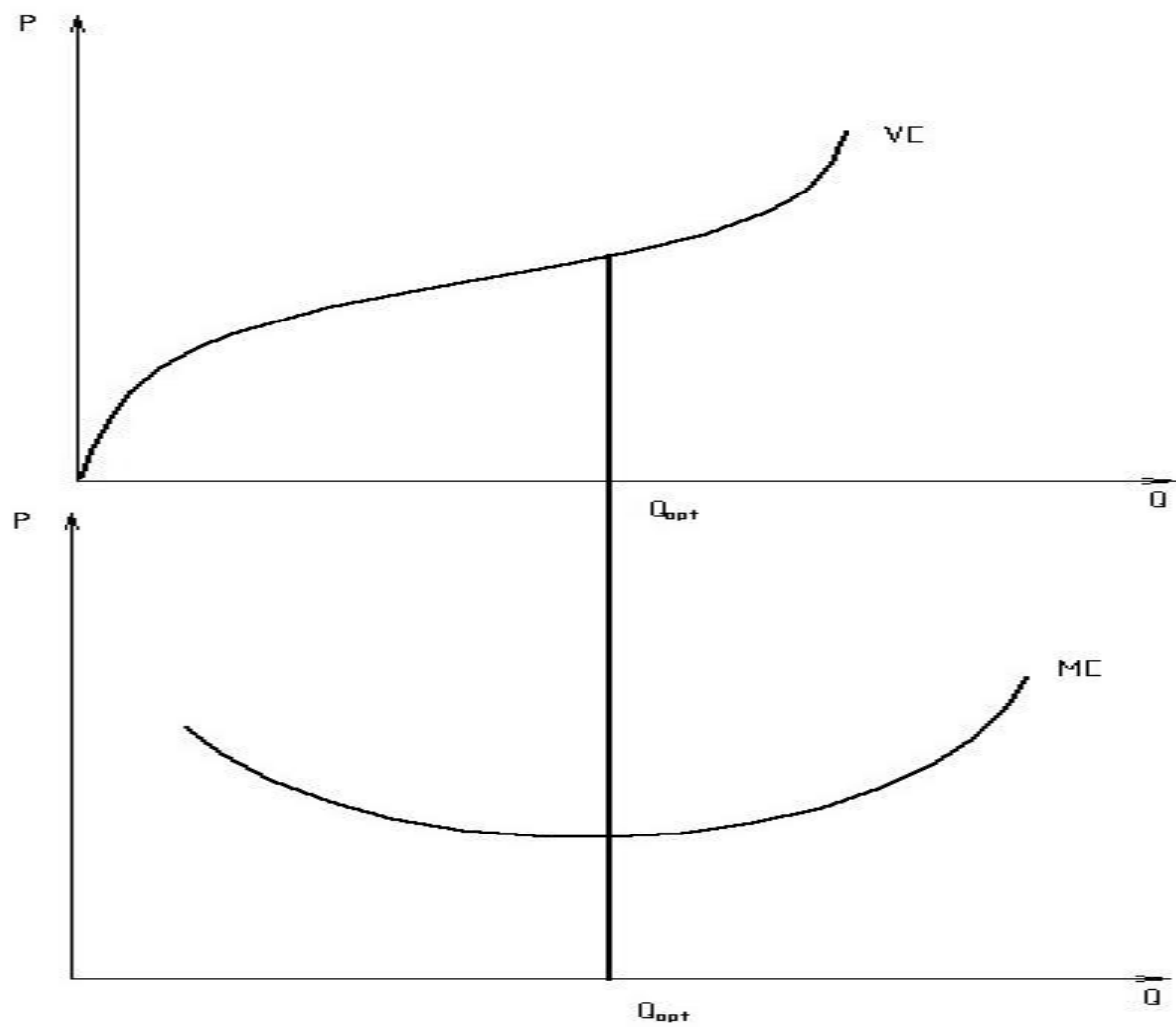


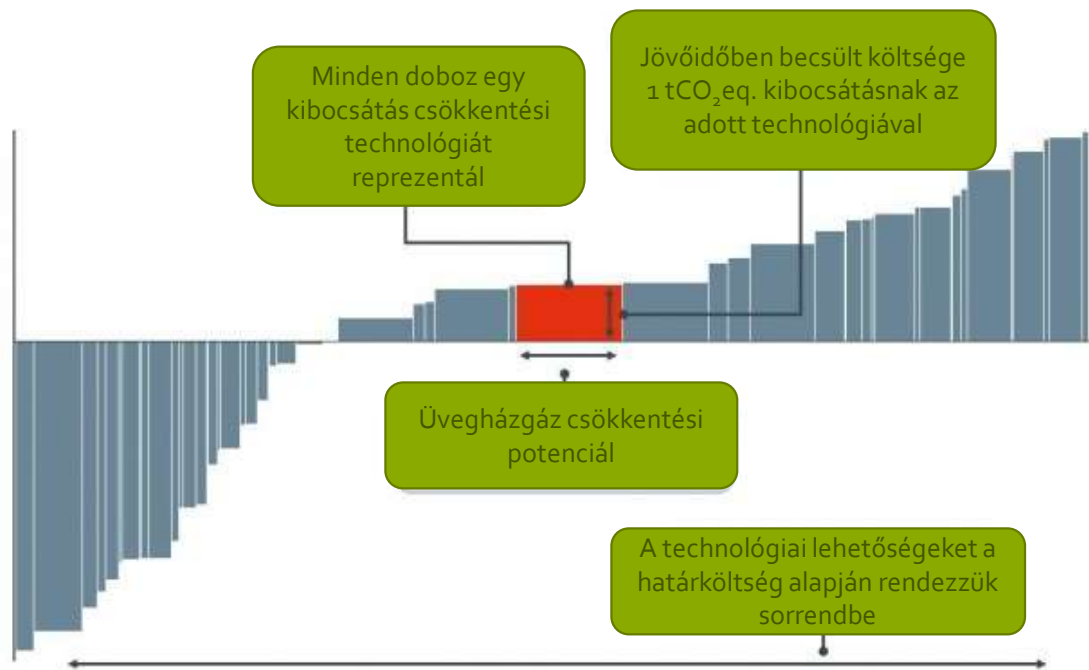


Elhárítási határkölségek

...döntéstámogatás



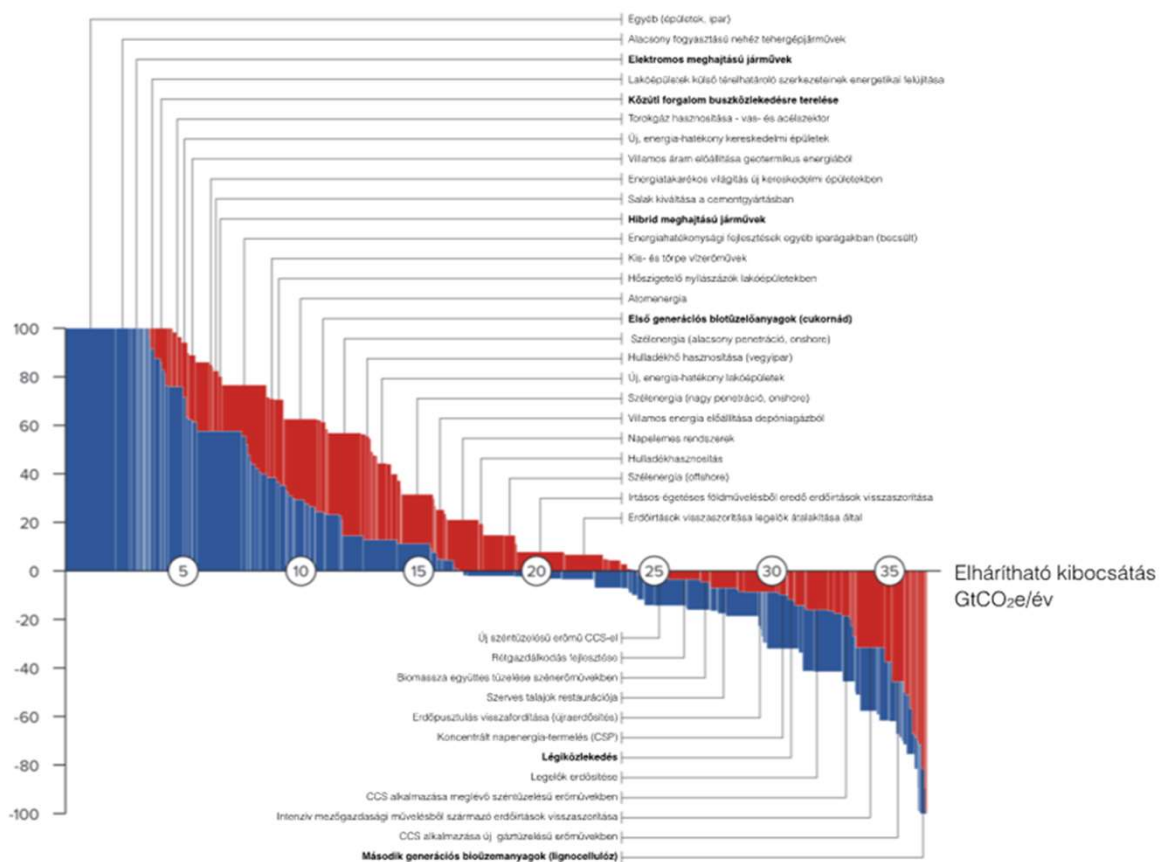




- **Vízszintesen:** potenciálisan elhárítható széndioxid mennyiség [tCO₂eq./év]
- **Függőlegesen:** Elhárítás költsége [EUR/tCO₂eq.]
- A technológiai megoldásokat **költségek szerint sorba rendezve**

(forrás: <http://www.climateworksaustralia.org/project/tools-resources/how-read-marginal-abatement-cost-curve> alapján szerkesztés)

Elhárítás hasznai
\$/tCO₂e



...megfigyelhető, hogy a közlekedéssel kapcsolatos adatok elsősorban technológiai, és nem közlekedéspolitikai megoldások. Szintén látható, hogy a költségek és az elhárítható kibocsátások széles skála mentén változnak az elektromos meghajtás elterjedésétől (jelentős elhárítási hasznok, alacsony potenciál) a lignocellulóz alapú biotüzelőanyagokig (jelentős költségek, de nagy megtakarítási potenciál).

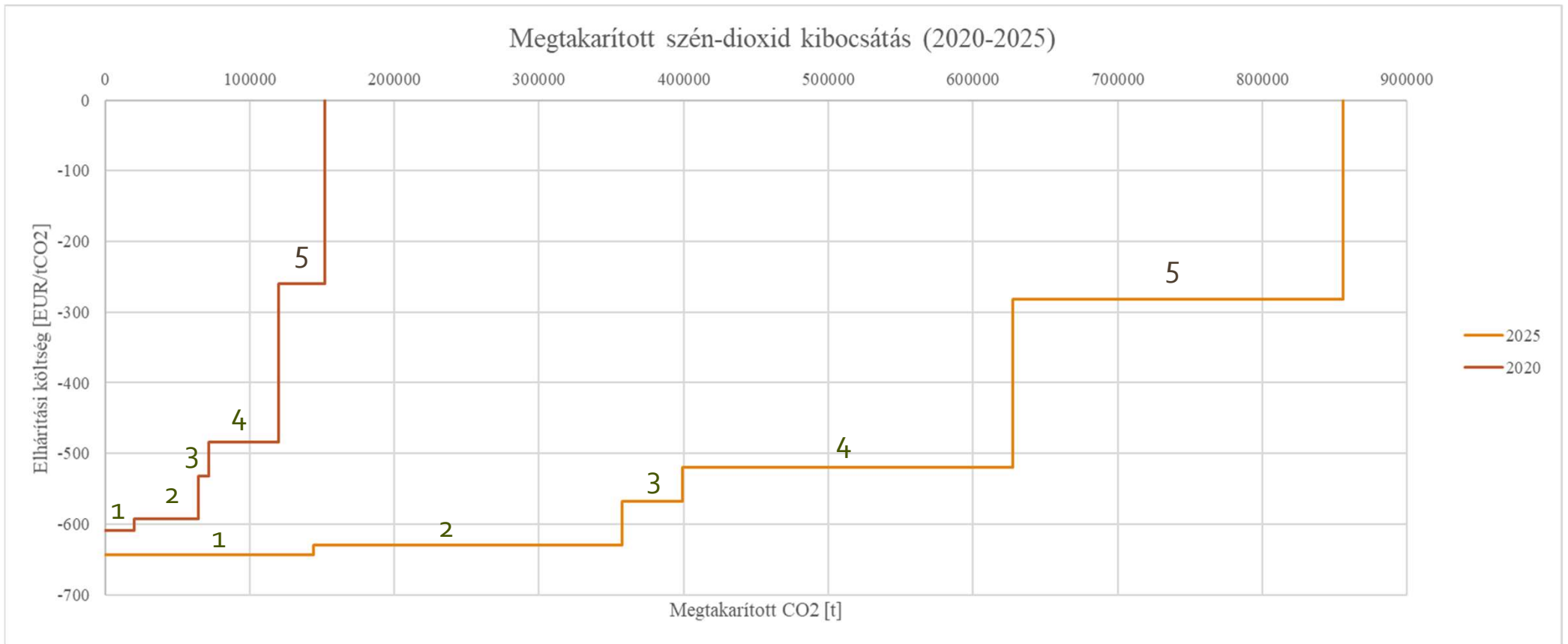
● Eredeti költséggörbe
● Indirekt hatásokkal megcsiszolt költséggörbe

MEGJEGYZÉS:

A költségadatokat az egyes területeken maximumán elvárható, \$100/tCO₂e szint alatti intézkedések hatásainak becslést értékeit mutatják, nem pedig az egyes technológiák jövőbeni relatív fontosságát. Feltételezések: 1. egészszélességben jelenlévő hasznok a széntülnelés visszaszorulásából - \$100t a fejlett, \$50t a fejlődő országokban 2. vídékfejlesztési hasznok (REDD+), kerületi tájak restaurációja 3. energiabiztonsággal és alacsonyabb volatilitással összefüggő hasznok (\$5t) valamennyi energiahatékonysági intézkedés esetében energiaportra szoruló országokban (Kína, India, EU, Japán, Korea) 4. a megelőző szennyezésből, balesetekből és torlódásból származó ószipont hasznok (\$6t)

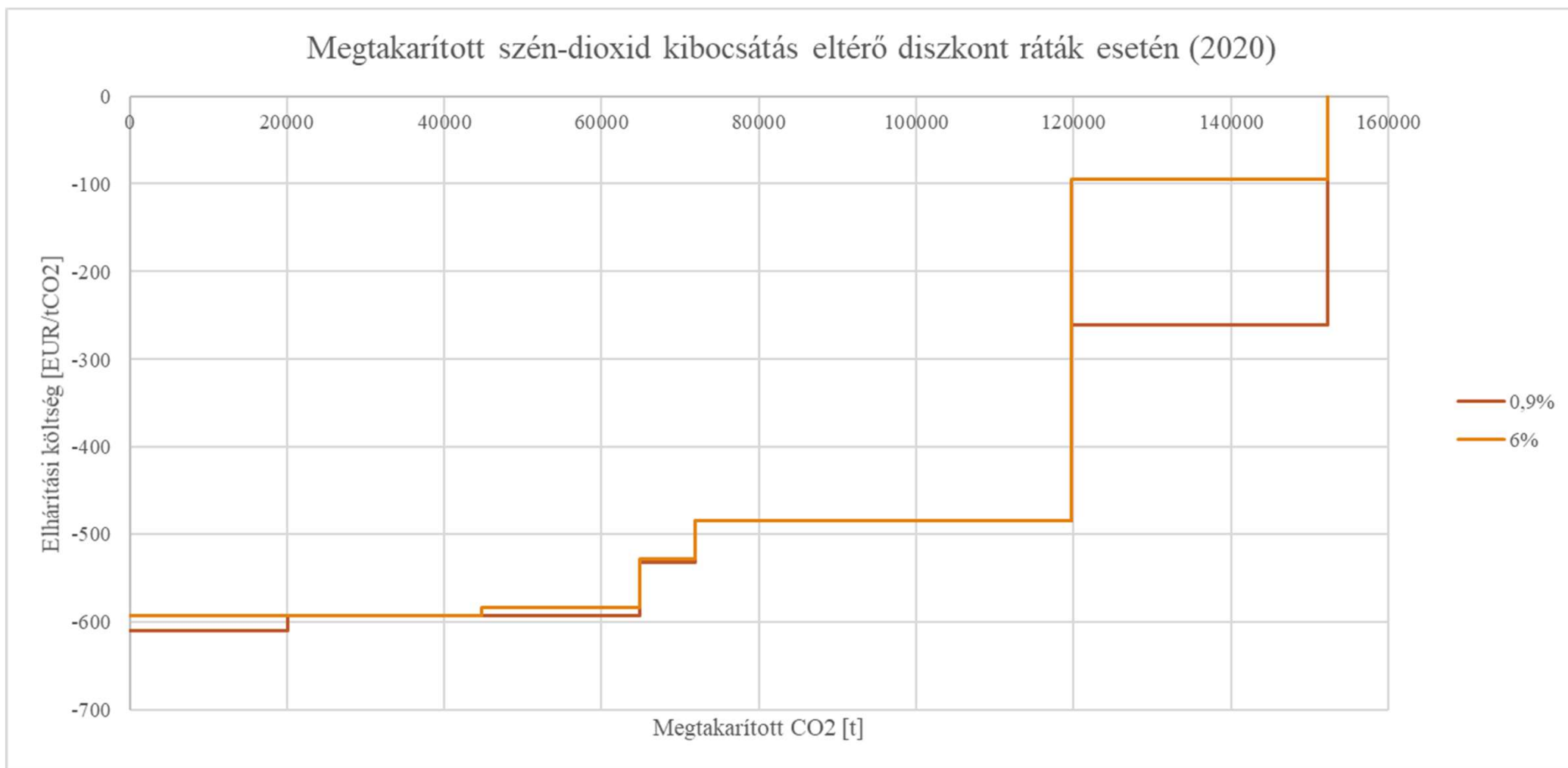
Intézkedés sorszáma	2025		2030		2035	
	CO ₂ megtakarítás [t]	Elhárítási költség [EUR/tCO ₂]	CO ₂ megtakarítás [t]	Elhárítási költség [EUR/tCO ₂]	CO ₂ megtakarítás [t]	Elhárítási költség [EUR/tCO ₂]
1.	1483,8	-486,79	20121,5	-609,26	144035,4	-643,24
2.	3297,3	-460,90	44714,3	-592,85	213385,7	-629,02
3.	618,6	-417,47	7125,8	-532,44	41766,9	-567,56
4.	3525,7	-361,20	47811,4	-483,93	228165,7	-519,44
5.	1128,2	-154,35	32511,8	-260,22	228165,7	-281,66

1. Eco-vezetés
2. Bioetanol alacsony bekeverés
3. Vezető képzés
4. Biodízel alacsony bekeverés
5. Hibrid autók



Rövidtávon az bioetanol és biodízel alacsony keverése jelent nagymértékű szén-dioxid megtakarítást, alacsony költségen. Hosszú távon a hibrid autók számának növekedésével egyre jelentősebb, a bioüzemanyagok keveréséhez hasonló mértékű megtakarítás érhető el, ám magasabb költséggel. A legkisebb elhárítási költséggel ezen öt vizsgált intézkedés közül az eco-driving rendelkezik. Ennek megtakarítása a bioüzemanyag keveréshez képest viszont kb. 25%-kal kevesebb. A legkisebb szeletet a vezető képzés teszi ki.

Megtakarított szén-dioxid kibocsátás eltérő diszkont ráták esetén (2020)



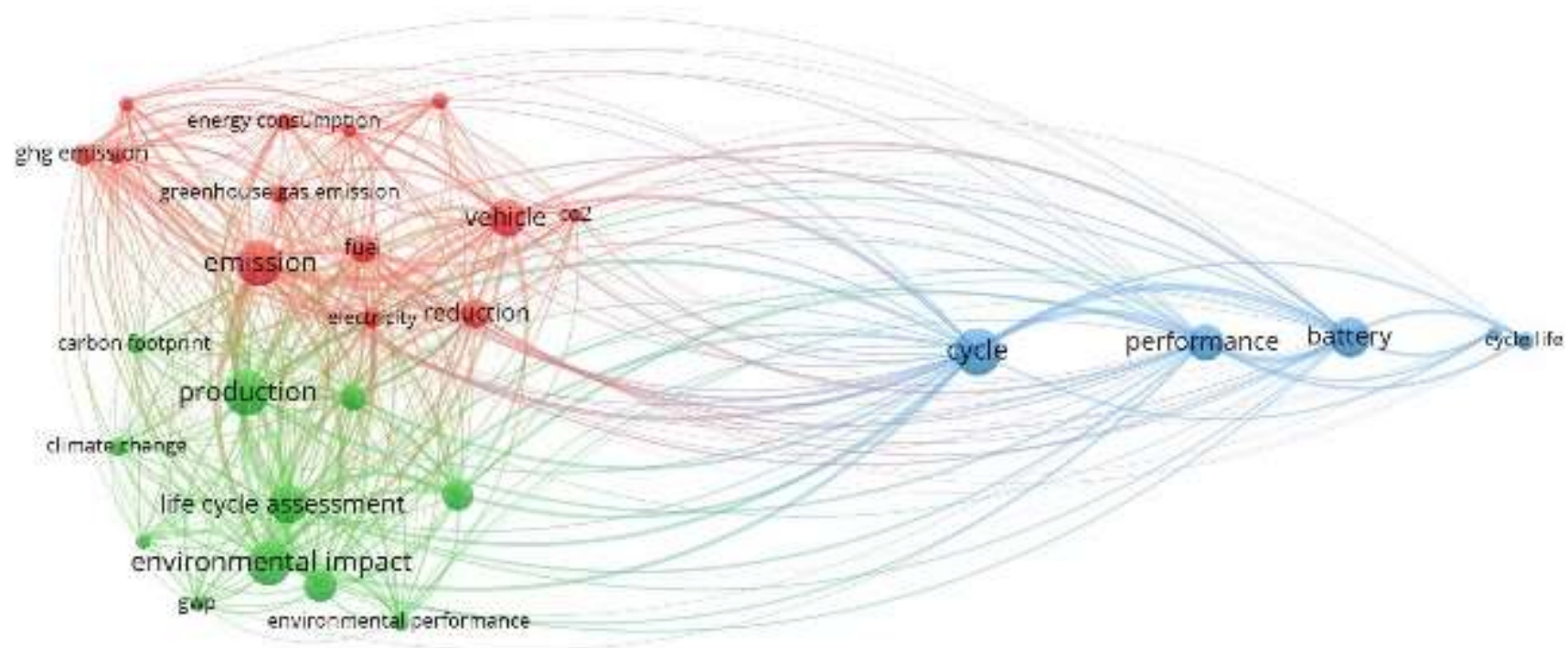
Látható, hogy magasabb diszkont rátánál az előrebecsült időszakokra a költségek növekednek, így szükségessé válhat nagy időtávlatú előrebecsléseknél a diszkont ráta változásának implementálása a modellbe.



Életciklus költségek

...egy életen át

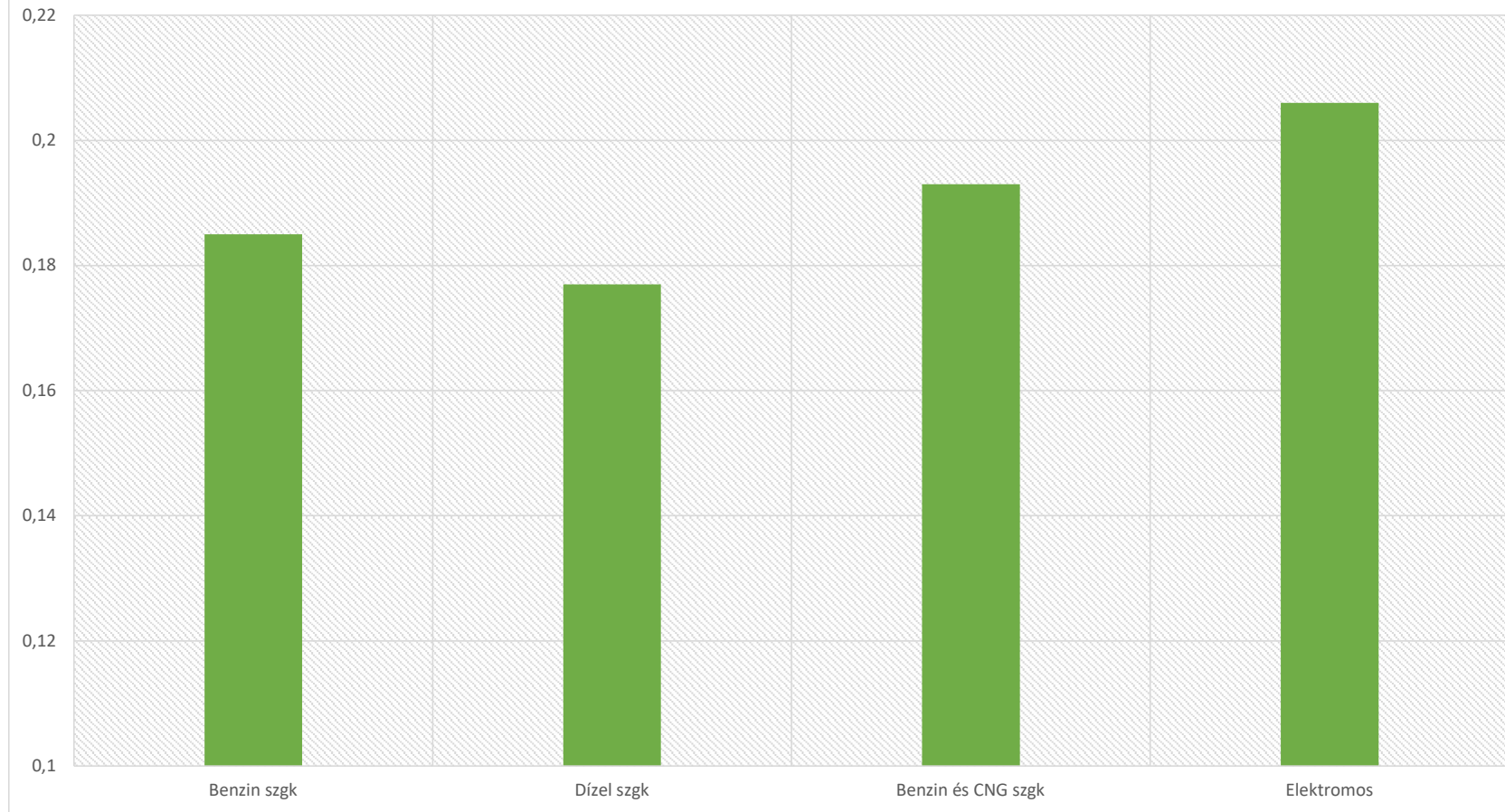






$$\begin{aligned}
 & \int_0^T \frac{MC(T)dT}{(1+r)^T} \\
 &= \int_0^{t_1} \frac{MC_1(t)dt}{(1+r)^{t_1}} \\
 &+ \int_{t_1}^{t_2} \frac{MC_2(t)dt}{(1+r)^{t_2-t_1}} + \dots \\
 &+ \int_{T-1}^T \frac{MC_T(t)dt}{(1+r)^{T-(T-1)}}
 \end{aligned}$$

Hajtásláncok életciklus költsége [€/km]



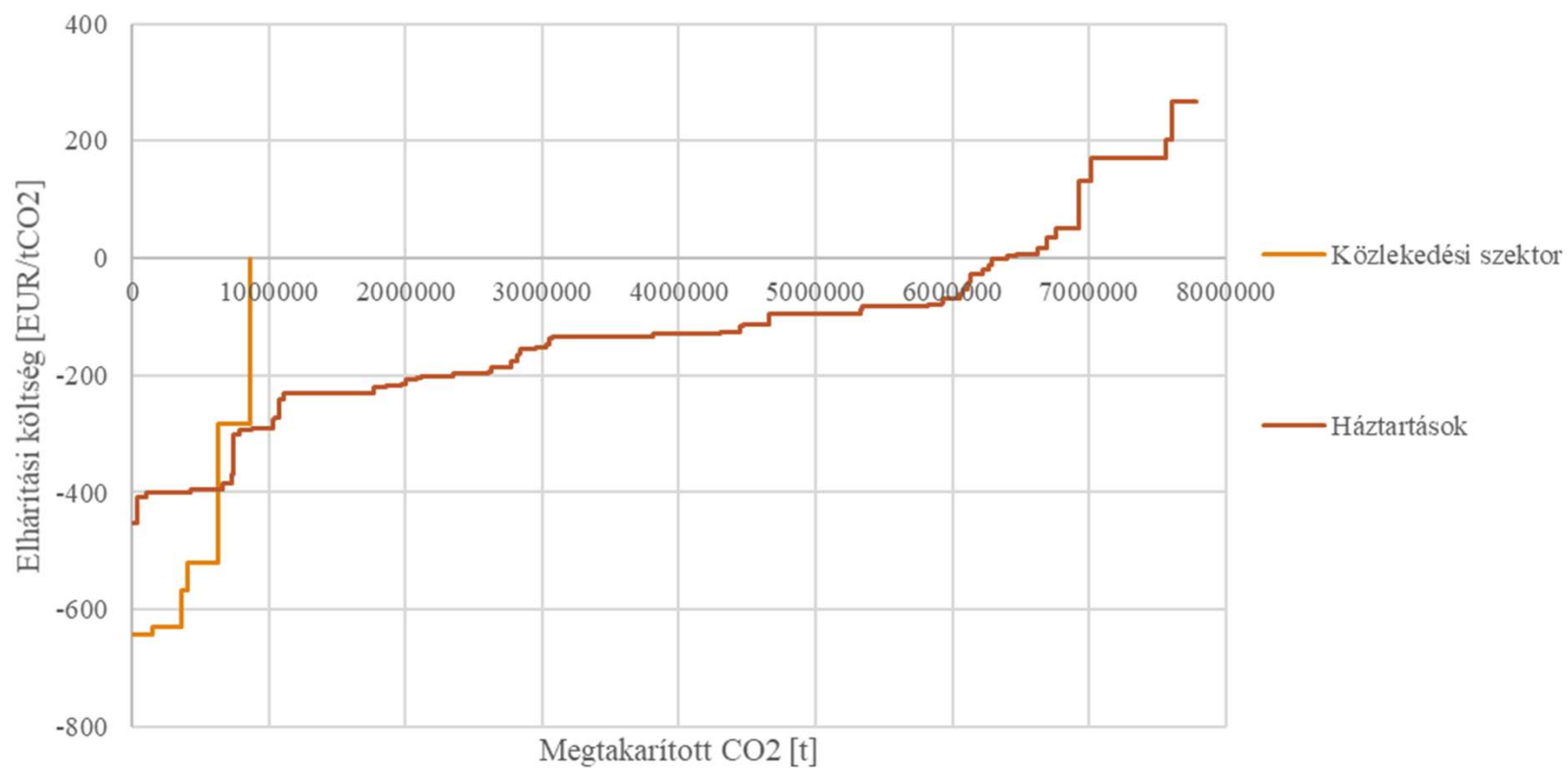



Összefoglalás

...vége?



Megtakarított szén-dioxid kibocsátás (2025)





Köszönöm a
figyelmüket

...vége!



Felhasznált irodalom

- Asghar, R., Rehman, F., Ullah, Z., Qamar, A., Ullah, K., Iqbal, K., ... & Nawaz, A. A. (2021). Electric vehicles and key adaptation challenges and prospects in Pakistan: A comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123375. DOI: <https://doi.org/hfmg>
- Fűr, A., & Csete, M. (2010). Modeling methodologies of synergic effects related to climate change and sustainable energy management. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 18(1), 11-19. DOI: <https://doi.org/hbkw>
- Buzási, A., & Csete, M. (2015). Sustainability indicators in assessing urban transport systems. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 43(3), 138-145. DOI: <https://doi.org/hfrd>
- Đurišová, M. (2011). Application of cost models in transportation companies. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 19(1), 19-24. DOI: <https://doi.org/hfrk>
- Fauzi, R. T., Lavoie, P., Tanguy, A., & Amor, B. (2021). Life cycle assessment and life cycle costing of multistorey building: Attributional and consequential perspectives. *Building and Environment*, 197, 107836. DOI: <https://doi.org/gjmxnb>
- Ficzere, P. (2021). Effect Of 3d Printing Direction On Manufacturing Costs Of Automotive Parts. *International Journal For Traffic & Transport Engineering*, 11(1). DOI: <https://doi.org/hb76>
- Ficzere, P., Borbás, L., & Török, Á. (2013). Economical investigation of rapid prototyping. *International Journal For Traffic And Transport Engineering*, 3(3), 344-350. DOI: <https://doi.org/djst>
- Furch, J., Konečný, V., & Krobot, Z. (2022). Modelling of life cycle cost of conventional and alternative vehicles. *Scientific Reports*, 12(1), 1-14. DOI: <https://doi.org/jgff>
- Hawkins, T. R., Singh, B., Majeau-Bettez, G., & Strømman, A. H. (2013). Comparative environmental life cycle assessment of conventional and electric vehicles. *Journal of industrial ecology*, 17(1), 53-64. DOI: <https://doi.org/f4q6tx>
- Ivković, I., Čokorilo, O., & Kaplanović, S. (2018). The estimation of GHG emission costs in road and air transport sector: Case study of Serbia. *Transport*, 33(1), 260-267. DOI: <https://doi.org/c5cd>
- Klöppfer, W. (2008). Life cycle sustainability assessment of products. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(2), 89-95. DOI: <https://doi.org/ck2vw5>
- Koltai, T. (1995). Fixed cost oriented bottleneck analysis with linear programming. *Omega*, 23(1), 89-95. DOI: <https://doi.org/fvq7p6>
- Maffii, S., Parolin, R., & Ponti, M. (2010). Social marginal cost pricing and second best alternatives in partnerships for transport infrastructures. *Research in Transportation Economics*, 30(1), 23-28. DOI: <https://doi.org/ddmbns>
- Martin, T. C., & Thoresen, T. R. (2015). Estimation of the marginal cost of road wear as a basis for charging freight vehicles. *Research in Transportation Economics*, 49, 55-64. DOI: <https://doi.org/hfnb>
- Miskolczi, M., Földes, D., Munkácsy, A., & Jászberényi, M. (2021). Urban mobility scenarios until the 2030s. *Sustainable Cities and Society*, 72, 103029. DOI: <https://doi.org/gmvfw8>
- Nadanyiova, M., Gajanova, L., & Majerova, J. (2020). Green marketing as a part of the socially responsible Brand's communication from the aspect of generational stratification. *Sustainability*, 12(17), 7118. DOI: <https://doi.org/hbk8>
- Nadanyiova, M., Gajanova, L., Majerova, J., & Lizbetinova, L. (2020). Influencer marketing and its impact on consumer lifestyles. In *Forum Scientiae Oeconomia* (Vol. 8, No. 2, pp. 109-120). DOI: <https://doi.org/hgcr>
- Pomucz, A. B., & Csete, M. (2015). Sustainability assessment of Hungarian lakeside tourism development. *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences*, 23(2), 121-132. DOI: <https://doi.org/hf9v>
- Rothengatter, W. (2003). How good is first best? Marginal cost and other pricing principles for user charging in transport. *Transport policy*, 10(2), 121-130. DOI: <https://doi.org/d9gn33>
- Shatanawi, M., Abdelkhalek, F., & Mészáros, F. (2020). Urban Congestion Charging Acceptability: An International Comparative Study. *Sustainability*, 12(12), 5044. DOI: <https://doi.org/hf9x>
- Simoni, M. D., Pel, A. J., Waraich, R. A., & Hoogendoorn, S. P. (2015). Marginal cost congestion pricing based on the network fundamental diagram. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 56, 221-238. DOI: <https://doi.org/f7hr83>
- Zamagni, A. (2012). Life cycle sustainability assessment. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 17(4), 373-376. DOI: <https://doi.org/hfnf>
- Zöldy, M., & Zsombók, I. (2018). Modelling fuel consumption and refuelling of autonomous vehicles. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 235, p. 00037). EDP Sciences.