

E-CONOM

Online tudományos folyóirat
Online Scientific Journal

Tanulmányok a gazdaság- és társadalomtudományok területéről
Studies on the Economic and Social Sciences



E-CONOM

Online tudományos folyóirat | Online Scientific Journal

Főszerkesztő | Editor-in-Chief
SZÓKA KÁROLY

Kiadja | Publisher
Soproni Egyetem Kiadó |
University of Sopron Press

A szerkesztőség címe | Address
9400 Sopron, Erzsébet u. 9., Hungary
e-conom@uni-sopron.hu

A kiadó címe | Publisher's Address
9400 Sopron, Bajcsy-Zs. u. 4., Hungary

Szerkesztőbizottság | Editorial Board
CZEGLÉDY Tamás
HOSCHEK Mónika
KOLOSZÁR László
TÓTH Balázs István

Tanácsadó Testület | Advisory Board
BÁGER Gusztáv
BLAHÓ András
FARKAS Péter
GILÁNYI Zsolt
KOVÁCS Árpád
LIGETI Zsombor
POGÁ TSA Zoltán
SZÉKELY Csaba

Technikai szerkesztő | Technical Editor
TAKÁCS Eszter

A szerkesztőség munkatársa | Editorial Assistant
IONESCU Astrid

ISSN 2063-644X



**LOVASNÉ AVATÓ Judit¹ – ERDÉLYI ÉVA² – MANNHEIM VIKTÓRIA³
– TÖRCSVÁRI ZSOLT ISTVÁN⁴**

Körkörös ÉS zöld gazdaság – elmélet és esettanulmány a vendéglátásban

A legújabb gazdasági elmélet (körkörös gazdaság), az algoritmikus és rendszerszemléletű gondolkodásmód (LCA) együttes alkalmazásának gyakorlati megvalósítását mutatja be a tanulmány a vendéglátás területén. A növekvő és átalakuló fogyasztói igényeknek korlátot szab az erőforrások szűkössége, ezzel újabb és újabb technológiai újításokat ösztönöz. A környezeti hatások mérésével különböző forgatókönyveket hasonlítunk össze egy ismert éttermi fogásra, mindezt életciklus szemléletben. Kimutatjuk, a karbonlábnyom számítógépes szoftverrel történő meghatározásával, hogy a folyamat különböző fázisaiban véghez vitt változtatás mely szakaszokban és mekkora mértékben teszi „zöldebbé” a hagyományos konyhatechnológiai eljárást.

Kulcsszavak: körkörös gazdaság, fenntarthatóság, karbonlábnyom, LCA
JEL-kódok: L66, N54, O13, Q53

Circular AND green economy – theory and case study in hospitality

The paper presents the practical application of the latest economic theory (circular economy), the combination of algorithmic and systems thinking (LCA) in the field of hospitality. Growing and changing consumer demands are constrained by resource scarcity, driving new technological innovations. By measuring the environmental impacts, different scenarios are compared for a known catch, all from a life-cycle perspective. We will show, by determining the carbon footprint using computer software, at which stages and to what extent a change at different stages of the process makes the conventional process “greener”.

Keywords: circular economy, sustainability, carbon footprint, LCA
JEL Codes: L66, N54, O13, Q53

¹ Lovasné dr. Avató Judit PhD főiskolai docens, Budapesti Gazdasági Egyetem Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar

² Dr. Erdélyi Éva PhD egyetemi docens, Budapesti Gazdasági Egyetem Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar

³ Dr. Mannheim Viktória PhD vezető tudományos főmunkatárs, Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Kar Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

⁴ Dr. Töröcsvári Zsolt István CSc főiskolai tanár, Budapesti Gazdasági Egyetem Kereskedelmi, Vendéglátóipari és Idegenforgalmi Kar

Bevezetés

Napjainkban egyre nagyobb az ellentmondás a gazdasági növekedés és a természeti erőforrások szűkössége között. Kuznets (Kuznets, 1955) már 1955-ben rámutatott, hogy a gazdasági növekedés és a környezetszennyezés közötti kapcsolat fordított U alakú görbét ír le. A jövedelem növekedésével a szennyezés (és ezzel együtt a keletkezett hulladékmennyiség) mértéke növekszik, majd egy csúcspont elérése után csökken (Grossman, 1995; Friedl, 2003). A hulladékgazdálkodás egyik jelentős kihívása a települési szilárd hulladék kezelése, amelynek mennyisége a gazdasági fejlődés következtében növekszik. A települési szilárd hulladék globális éves termelése 2,01 milliárd tonna, de 2050-re várhatóan 3,4 milliárd tonnára nő. Ennek mennyiségét a gyors és egyre gyorsabb ütemű iparosodás mellett az egyre növekvő népesség is befolyásolja, beleértve az élelmiszerhulladékot is. A hulladékmegelőzés nem kapcsolódott szorosan a fogyasztói magatartáshoz: a lakosság gondolkodásmódja általában még mindig a fogyasztás növelésére összpontosít. Több olyan tanulmány (Djekic, 2019; Kaza, 2018; Mallison, 2016; Evans, 2012) is megjelent, amely a fogyasztói szintű élelmiszer-hulladéktermelést az attitűdök és a viselkedési elemek szempontjából közelíti meg. Szakos és munkatársai (2021) a háztartási élelmiszer-hulladék mögött meghúzódó viselkedésmintákat vizsgálták részleges legkisebb négyzetek strukturális egyenletmodellezésének (PLS-SEM) segítségével. Az Európai Unió élelmiszer-pazarlással kapcsolatos jogszabályai (2018, 2019) szerint minden uniós tagállamnak tudatosságnövelő kampányokat kell folytatnia az élelmiszer-pazarlás megelőzése érdekében.

Ahhoz, hogy pontos képet kapjunk a háztartási élelmiszerhulladék mennyiségéről, háztartási minta alapján (Kasza et al., 2020, 2019) vizsgálták az ételmaradék összetételét az EU szabványosított módszertana alapján, amelyet mostanra az Európai Bizottság kiegészítő irányelvbe (European Commission 2019) is beépítettek. A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) kutatási eredményei (Szabó et al., 2018) szerint 2017-ben a szilárd élelmiszerhulladék aránya a teljes háztartási hulladékon belül 51% volt. A háztartásokban keletkező élelmiszerhulladék közel 63%-a hulladékgyűjtő edényekben (folyadékok esetében a csatornahálózatban) kerül elhelyezésre. Az elkerülhető élelmiszerhulladék aránya 49% körüli (kb. 33 kg/fő/év), a potenciálisan elkerülhető hulladék aránya pedig 4%. A legtöbb élelmiszerhulladékot egyszerűen kidobják, és kevesebb mint 40%-át hasznosítják: adják háziállatoknak (18,45%) vagy komposztálják (18,72%). A főtt ételekből visszamaradt élelmiszerhulladék aránya az elkerülhető élelmiszerhulladékon belül 40,08%, amelyben a kutatásunk szempontjából a legjelentősebb arányok csökkenő sorrendben a következők: nyers hús (0,84%), liszt, zsemlemorzsa (0,77%), tojás (0,24%) és zsírok (0,18%).

Ebből következően rendkívül időszerű, hogy a fogyasztók tudatában legyenek a környezettudatos magatartásnak és a környezetbarát termékeknek. A kutatók (Farr, 2014; Stancu, 2016; Stangherlin, 2018) általában egyetértenek abban, hogy a fogyasztói magatartás megváltoztatása a környezettudatosság növelésével nagyon fontos tényező az élelmiszerlánc fenntarthatóságának javításában.

A fenntartható fejlődési célok kerete és a 2030-ig szóló menetrend (UN 2021) célkitűzései egyre több mutatóval foglalkoznak, amelyek segítenek a környezeti hatások nyomon követésében és számszerűsítésében. Újabb tanulmányok [18-23] a szén-dioxid-kibocsátást befolyásoló tényezők körét kiegészítették a technológiai fejlődéssel, az urbanizáció mértékével, az ipar szerkezetével, a pénzügyi rendszer fejlődésével és az energiafelhasználás szerkezetével. Az Éghajlatváltozási Kormányközi Testület (IPCC; Masson et al., 2018) szerint a globális felmelegedés 1,0 Celsius-fokkal magasabb, mint az ipari forradalom előtt, és ha a növekedési ütem változatlan marad, akkor 2030 és 2052 között valószínűleg eléri a +1,5 Celsius-fokot. Az AR5 forgatókönyvek szerint az energiaellátási ágazat közvetlen CO²-kibocsátása 2050-re csaknem megduplázódik vagy megháromszorozódik. A globális felmelegedés fő okai a CO²-koncentráció növekedése és az emberi tevékenység változása (Li, 2019; Mallison, 2016). Ennek következ-

ményei – bár különböző mértékben, de – a Föld minden lakóját érintik, és a következmények enyhítése széleskörű és nemzetközi együttműködést igényel (Kaczmarczyk et al., 2022; Alwali et al., 2022; The global risk report, 2020).

Szakirodalmi összefoglalás

A globális felmelegedésre gyakorolt hatást általánosan elfogadottan a szénlábnyommal írják le. A fenntarthatósági mutatószám az ökológiai lábnyomnak az a része, amely a valamilyen tevékenység, személy, területegység stb. által közvetlenül vagy közvetve a levegőbe kibocsátott teljes CO²-mennyiséget, illetve az e CO²-mennyiség semlegesítéséhez szükséges területegységet méri (Wiedmann, 2007). A szénlábnyom kiszámításához az ISO 14040 és 14044 szabványok ajánlásainak megfelelően az életciklus-értékelés (LCA) módszertanát alkalmazzák (International Organisation for Standardization 2009). A szénlábnyom pontos megnevezése a globális felmelegedési potenciál (Global Warming Potential, GWP). Ezt 100 évre becsülik, de néhány évtizedtől több évszázadig terjedő időhorizontokkal is találkozhatunk (Amoo, 2020; Farinha, 2021; Dincer, 2018).

A szénlábnyom a vendéglátóiparban az egyik legkönnyebben számszerűsíthető mutató. A szénlábnyom az élelmiszertermelés és -fogyasztás során keletkező üvegházhatású gázkibocsátás értékét adja meg, függetlenül az ellátási láncoktól. Ez a mutató a gazdasági szereplők mindegyikének hasznos információval szolgál:

- a vállalkozók és a termelők számára a vállalati marketing egyik lehetséges eszköze,
- a vendéglátóegység vezetésének is hasznos a szénlábnyom értékének ismerete, mert hozzájárul a költséghatékonyabb működéshez,
- a fogyasztókat tájékoztatja az adott fogás környezeti hatásának mértékéről, például mint az okoscímkék egyik lehetséges eleme.

A „zöld marketing” fogalma már az 1980-as évek végén megjelent, és egyre több publikáció (Peattie, 2005; Larsson, 2014; Lee, 2015) vizsgálja az ökocímkével ellátott élelmiszerek fogyasztói magatartásra gyakorolt hatását. Ezekben igazolódik, hogy az „okos jelölések” segítik a fogyasztókat abban, hogy fenntarthatóbb választásokat és döntéseket hozzanak, továbbá az, hogy a „klímabarát magatartás” pozitívan kapcsolódik az emberi tevékenység környezeti hatásainak és kockázatainak tudatosításához (Dal, 2015; Kim, 2019).

Az utazás, a turizmus, a szabadidő fontossága napjainkban egyre nő a fizikai és mentális egészség helyreállításában betöltött szerepük miatt. E tevékenységekhez szorosan kapcsolódik a vendéglátóipar. Ezen belül a vendéglátás jelentős környezeti hatással bír (Baldwin, 2010; Borsato, 2018). Az életciklus-értékelés szempontjából egy éttermi fogás ugyanolyan termék, mint egy pet-palack vagy egy épület (Grygierek, 2020; Mannheim, 2021). Az élelmiszeriparban az ellátási és elosztási lánc összetettsége a fő meghatározója az éghajlatváltozásra gyakorolt hatásnak. Nem feledkezhetünk meg azonban az ágazat másik gazdasági szereplőjéről, a vendégről sem, akinek viselkedése (helytelen fogyasztói döntések, felelőtlen magatartás, élelmiszerpazarlás) szintén jelentős hatással van az ágazat üvegházhatású gázkibocsátására. Az élményszektor gazdaság a vendéglátóiparban is növeli a vendégek egészségtudatosságát és jólétét (Quadri-Felitti, 2012; Brancoli, 2019).

A vizsgálatok során használt számbavételi mód, az életciklus-elemzés (LCA) holisztikus megközelítés, amely magában foglalja a termék és a technológiai eljárás előállításának folyamatát. A termékláncok környezeti hatásainak számszerűsítésére és értékelésére szolgáló módszert jelent. 1988-ban fejlesztették ki a környezeti hatások vizsgálatára (McManus et al., 2015). Az utóbbi években növekedett az érdeklődés a módszer iránt, köszönhetően a környezetgazdálkodás fokozódó jelentőségének (Borodin et al., 2015; Curran, 2016). Az élelmiszeripari termékek környezeti hatásainak értékelésére is alkalmazzák, például Longo és munkatársai (2017) ezt a módszert alkalmazták az organikus élelmiszeripari termékek ellátási láncának és a hagyó-

mányos almafajok vizsgálatára. Sikeresnek bizonyult a szőlő- és gyümölcstermékek környezeti lábnyomának optimalizálásában (Tsangas et al., 2020). Iannone és munkatársai (2016) az LCA-t használták fel a bortermelésből származó CO²-kibocsátás csökkentésére. Ötvözve a DEA (Data Envelopment Analysis) módszerével a rizstermelés ökológiai hatékonyságát javították (Masuda, 2016). Napjainkban a fenntartható technológiai stratégiáknak az LCA környezeti adatait technológiai, társadalmi, energetikai és gazdasági adatokkal kell kombinálniuk (Sanyé-Mengual, 2022). Az európai Green Deal és a fenntartható fejlődési célok (SDG-k) a termelési folyamatok rendszerszemléletű megközelítését követelik meg. A Planetary Boundaries struktúrát figyelembe véve az életciklus-értékelés kapcsolatot teremt az SDG-k és az európai Green Deal között (Sanyé-Mengual 2022). Ennek 1. szakaszához kapcsolódik magának a főzésnek a technikája. Itt a hagyományos mellett egy modernebb eljárást (a „sous vide” technikát) is figyelembe vettünk. A sous vide eljárás lényege, hogy az élelmiszert vákuumzacskóba helyezik, és szigorúan ellenőrzött hőmérsékleten és időtartamban főzik (Onyeaka, 2022). Általánosan bizonyított, hogy a sous vide technológia alkalmazásakor elég alacsony, 50-80°C-os hőmérsékletet használni, és általában négy főzési idő-hőmérséklet kombinációt alkalmaznak ebben az eljárásban. Tíz perc és 90°C, két perc és 70°C, nagyon rövid melegítési folyamat (esetleges pasztörizálással) és gyors folyamat (főzés és pasztörizálás nélkül) (Bhuyan, 2022). Az alacsony hőmérsékletű élelmiszer-feldolgozás a hagyományos módon előállított húsoknál jobb érzékszervi tulajdonságokkal rendelkező végterméket eredményez. A különböző hústípusok optimális kombinációja matematikai-statisztikai módszerekkel meghatározható. Például a marhahús rövid bordák optimális sous vide feldolgozási módszere a 60°C-on 34,06 órán át tartó főzés kombinációja volt. Az érzékszervi vizsgálatok azt mutatták, hogy ez adta a legjobb eredményt a zseneség és a szín tekintetében. Emellett minimalizálta a főzési veszteségeket, és jól kötődő húst és csontot eredményezett (Karki, 2022). Ezt a módszert egyre gyakrabban alkalmazzák a zöldségelek elkészítésénél is. Egyre több kutató (Schellekens, 1996; Gibbs, 2010; Baldwin, 2012; Kilibarda, 2018) publikálta, hogy az eljárás nagyon jó minőségű ételt eredményez. Továbbá csökkenti a fehérjék és a lipidek hőkárosodását, a hővel lebomló vegyületek főzési veszteségeit, és növeli a kollagén zselatinizálódását (Modzelewska-Kapituła, 2022; Cui, 2021). A közelmúltban két irányban is megindult ennek a módszernek az alkalmazása. Az egyik az élelmiszeriparban való használata, a másik pedig az éttermekben és szállodákban történő alkalmazása a házon belüli, megszakítás nélküli főzésű ételek elkészítésére.

Az LCA 3. szakaszához kapcsolódik leginkább az integrált hulladékgazdálkodás, mely szerint a hulladéklerakás és a hagyományos égetés a szilárd települési hulladék kezelésének legelterjedtebb módszerei (Vobérková, 2017; Koda, 2017). Az utóbbi időben azonban a komposztálási technológiák is előtérbe kerültek. Kiss és társai (2021) például évek óta végeznek LCA-elemzéssel környezeti hatásvizsgálatot a Hosoya komposztálási technológiára.

Alkalmazott módszerek

Adatgyűjtés

A kutatás egyik célja egy magyar élelmiszertermék (tipikus éttermi főétel) életciklusára vonatkozó anyag- és energiaforrás-, valamint környezeti hatáskategóriák meghatározása volt egy szakmai és élelmiszer-bővítő adathalmaz segítségével. Ez a tanulmány a kutatásnak arra a részére összpontosít, amely az éttermi étlap egyes tételeire vonatkozó szénlábnyom rugalmassági számításait mutatja be. A kiválasztott étel a bécsi steak (Wiener Schnitzel). Ez az étel több szempontból is a számítások kiindulópontja:

- a nemzetközi konyhában jól ismert;
- a recept nem túl bonyolult, de elég összetett a rugalmassági számítások elvégzéséhez;
- alternatív, környezetbarát elkészítési módot lehet találni ehhez az ételhez.

Az adatgyűjtéshez személyes találkozót szerveztünk egy magyar étterem (Szent Anna Étterem, Berkenye, Magyarország) séfjével, aki az egyes anyag- és energiaáramokra vonatkozó input-output adatokat bocsátotta rendelkezésünkre az egyes életciklus szakaszokra vonatkozóan. Ezek az input-output adatok szolgáltatták az alapját a leltárelemzésünknek a gyakorlatban, amely több hónapig tartott.

A számítások első szakaszában megfogalmaztunk egy termékéletciklus-modellt a bölcsőtől a sírig, a szükséges nyersanyagok kinyerésétől az előkészítési, főzési/sütési és felhasználási fázisokon át az életciklus végéig.

A második szakaszban forгатókönyveket (hulladéklerakás, hagyományos égetés és komposztálás) határoztunk meg, és hasonlítottunk össze a termék életciklusának egyes szakaszaiban, és a teljes időtartamára. A forгатókönyvek a hulladékkezelési eljárásban, a főzési technikában és a szállítási távolságban tértek el egymástól.

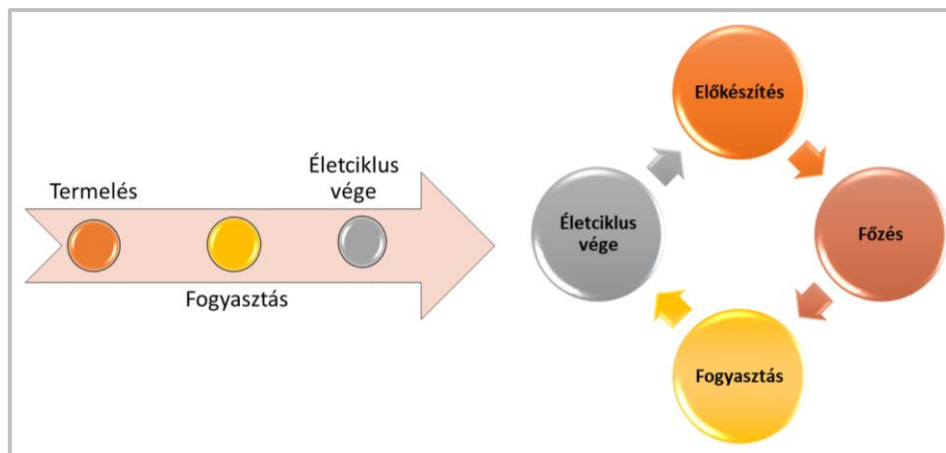
A fogás elkészítése során a technológiákat tekintve a hagyományosat hasonlítjuk össze a modern „sous vide” főzési technológiával. Ezt a kutatási lépést az indokolja, hogy napjaink egészségtudatos fogyasztói egyre inkább igénylik a minimálisan feldolgozott, kényelmes és megfizethető élelmiszereket, amelyek megőrzik természetes érzékszervi tulajdonságaikat, miközben tápértékük megmarad.

Kutatásunk harmadik szakaszában a különböző forгатókönyvek karbonlábnyomának értékét hasonlítottuk össze. Matematikai–statisztikai módszerrel vizsgáltuk, hogy az eltérésük a véletlennek tudható-e be, vagy pedig szignifikáns.

A negyedik szakaszban a fogyasztók körében mértük fel: befolyásolja-e a döntéseikben (melyik fogást választják az a la cart menüből) a karbonlábnyom ismerete, továbbá a környezettudatos döntést a vendég mely jellemzői motiválhatják.

Az életciklus-értékelés módszertana

Ez a kutatás a termék teljes életciklus-modelljét állítja fel a szükséges nyersanyagok kinyerésétől a gyártási szakaszon (az előkészítési és főzési fázisok együtt) és a felhasználási szakaszon át az életciklus végéig. Ez a megközelítés lehetővé teszi a vizsgált termék különböző életciklus-fázisa-hoz kapcsolódó környezeti hatások és erőforrások életciklus-értékelését egészen az élelmiszer-hulladékok különböző kezeléséig. Az értékelés során figyelembe lehet venni az emberi egészségre gyakorolt környezeti hatásokat, valamint az ökoszisztéma vagy az abiotikus kimerülést. A vendéglátóipar sajátosságai miatt, a körkörös termelés pontosabb mérése érdekében a hagyományos LCA szakaszokat (termelés, fogyasztás, életciklus vége) módosítottuk az *1. ábra* szerint:



1. ábra: A hagyományos és a kutatásban alkalmazott LCA fázisok

Forrás: saját szerkesztés

A termelés fázisát ketté bontottuk előkészítésre és főzésre, a többit változatlanul hagytuk.

Rendszerhatárok, funkcionális egység és kiosztás

A környezeti hatások meghatározásakor a nyers- és segédanyagokat a klasszikus megfogalmazás szerint, a bölcsőtől a sírig terjedő rendszerhatárokkal vettük figyelembe. Az életciklus végi szakaszban a hulladékokat élelmiszerhulladékként kezelik, és az energiát hasznosítják. A be rendezéseket, gépeket és teherautókat a rendszer határain kívülre helyeztük (erre vonatkozó pontos információk hiányában). A segédrendszerek közé tartozott az alapanyagok (hús és narancs a tálaláskor történő díszítéshez) szállítása az előkészítéshez és a főzéshez/sütéshez, az elektromos energia beszerzése az Európai Unió (EU-28) energiamixéből az életciklus minden szakaszában, valamint a segédanyagok szállításához szükséges gázolaj. A fő terméken kívül ez a folyamat élelmiszer-hulladékot (a burgonyahéj eltávolításából, a hús nyúzásából és a panírozási folyamatból az előkészítési és főzési/sütési fázisban, valamint a felhasználási fázisban a maradék ételből), valamint a sütési fázisban használt étolajat termel. Tartalmazza az előkészítési fázisban a nyersanyagok mosásából, a főzési fázisban a burgonya főzéséből, a gyártási fázisban az edények mosásából, valamint a sütésből származó használt sütőolajból származó szennyvíz tömegáramlását. Az életciklus-értékelés és a rendszerhatárok tekintetében az 1. táblázat mutatja az elemzési folyamatot, a bemenetekkel, kimenetekkel és kölcsönhatásokkal.

1. táblázat: Az életciklus-értékelés tartalma a fogás 1 adagjára vetítve

LCA szakasz	Input	Output
Termelés I. (Előkészítés)	borjófelsál,	megtisztított nyersanyagok
	burgonya,	szerves hulladék (húsnyesedék, burgonyahéj),
	narancs (díszítés)	szennyvíz (nyersanyagok mosása, takarítás)
	elektromos áram, ivóvíz	
Termelés II. (Főzés)	megtisztított nyersanyagok	fogyasztásra kész fogás
	liszt, zsemlemorzsa, tojás, sütőolaj/frituzsír	használt sütőolaj/frituzsír
	elektromos áram, ivóvíz, gáz	szennyvíz (nyersanyagok mosása, takarítás)
Fogyasztás	fogyasztásra kész fogás	élelmiszerhulladék
End Of Life	élelmiszerhulladék	hulladékkezelési maradványanyagok, vagy
		komposzt, vagy
		energia (energiavisszanyerés esetén)

Forrás: Saját szerkesztés

Életciklus-leltár

A kapcsolódó életciklus-leltár (LCI) módszertana tartalmazza és számszerűsíti az összes életciklus szakaszra vonatkozó input-output anyagáramlást és energiaellátást. A számítógépes karbonlábnyom-számító program adatbázisát összekapcsoltuk a receptúra alapján az előkészítési és főzési/sütési folyamatokra vonatkozó adatokkal, hogy a vizsgált élelmiszertermékre vonatkozóan életciklus-leltárt készítsünk. A termékre és az élelmiszerhulladéokra vonatkozó mennyiségek a vendéglátóegység közlése alapján a 2021-re meghatározott éves átlagok voltak. Az életciklus-leltár főként a nemzetközileg elterjedt gyártási folyamatokból származó elsődleges ipari adatokon alapult. A kezelt hulladéktermék-rendszerek modellezésében termékspecifikus bemeneti információkat használtunk. A vendéglátóegység állandó költségeinek kategóriájába tartozó tételek (fűtéshez, hűtéshez és világításhoz felhasznált energia) nem kerültek bele az életciklus-leltárba, csak a közvetlen költségek. Az alkalmazott módszertan ISO 14040:2006 szabványban ismertetett LCI-módszer. A szennyvízként felhasznált vezetékes vízáramról az életciklus valamennyi szakaszában azt feltételeztük, hogy a csatornahálózatba vezetik el (a kommunális szennyvíztisztító telepre irányítják). A termelési szakaszban az élelmiszer-hulladék az EOL (életciklus vége) fázisba kerül. Tekintettel arra, hogy a felhasználási szakaszban az élelmiszereket helyben fogyasztják el, ebben a szakaszban feltételeztük, hogy 1 adag főétel elfogyasztása után 5% maradék keletkezik

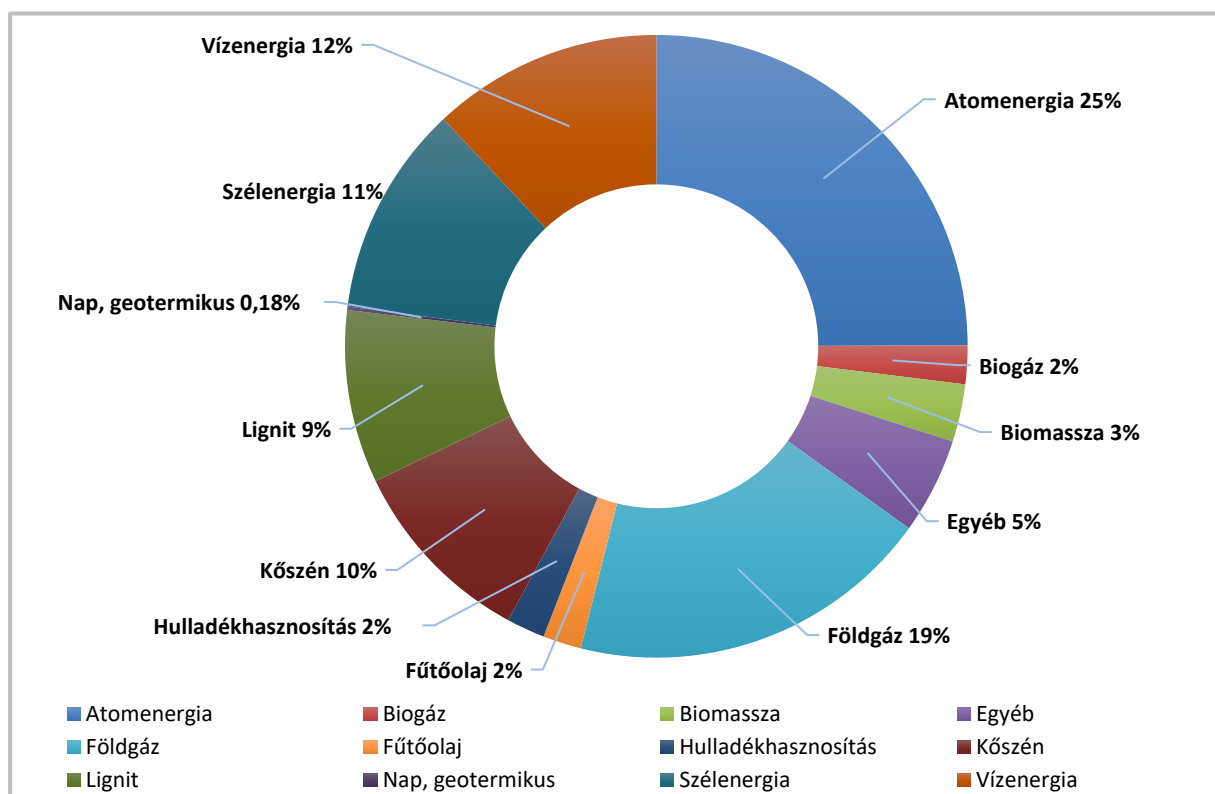
a tányéron. Ezt az ételmaradékot az EOL szakaszba vittük be élelmiszer-hulladékként a termelési szakaszból származó élelmiszer-hulladékkal együtt.

Az életciklus-hatásvizsgálat módszere

Az életciklus-hatásvizsgálat (LCIA) módszerének célja a környezeti hatások vizsgálata. Az alkalmazott módszer segítségével meghatároztuk a fogás elkészítésének erőforrásszükségletét, környezeti kibocsátásait és hatáskategóriáit egy funkcionális egységre (1 adag, ami megfelel 0,4269 kg tömegű feltétnek és köretnek) vetítve.

Az életciklus-értékelés felépítése és mérőszámai

A termékre a számos figyelembe vehető tényező és környezeti terhelés közül a széndioxid egyenértékre átszámolt üvegházhatású gázok kibocsátását (karbonlábnyomot, Global Warming Potential 100 éves időtartamra) választottuk ki. A globális felmelegedési potenciál hatásainak kiszámításakor nem vettük figyelembe a szén-dioxid tárolását és a késleltetett kibocsátást. A villamosenergia felhasználás során az Európai Unió 2021-re megadott villamosenergia-mixét alkalmaztuk, melynek összetételét a 2. ábra mutatja be.



2. ábra Az Európai Unió villamosenergia-mixe

Forrás: GaBi 9.0 Extension adatbázis II. energia 2022

LCA szoftver

A vizsgált rendszer életciklus-értékelését a GaBi 9.0 szoftver (Sphera Solutions Ltd., Stuttgart, Németország) alkalmazásával végeztük el a Budapesti Gazdasági Egyetemen. Az alkalmazott szoftver értékes forrásokat biztosított az életciklus következetes modellezésének támogatásához (Kalakul et al., 2014). Az LCA szoftver eredményei rávilágítanak a becsült környezeti teljesítményre különböző szempontok szerint. A fő célunk az volt, hogy a megvásárolt licenc alapján rendelkezésre álló szakmai és élelmiszer-bővítési adathalmazban rendelkezésre álló, nyolc fő környezeti hatást és a primerenergia értékeket a kiválasztott élelmiszertermékre vonat-

kozóan az életciklus minden szakaszában meghatározzuk és számszerűsítjük. A lehetőségek közül a 0 pontban már említett karbonlábnyom mérőszámát használtuk, az Előkészítés, az EOL és az Együttesen fázisban. A Főzést és a Fogyasztást azért nem vettük figyelembe, mert ott nem keletkezik a rendszert elhagyó élelmiszerhulladék.

Matematika-statisztikai módszerek

A számítógépes programmal (GaBi 10.6.2.9 változat), LCA módszerével, 1 adagra vonatkozó 30-féle forgatókönyvet határoztunk meg. Ezek paraméterei:

- elkészítési módban (hagyományos/sous vide);
- nyersanyagok és élelmiszerhulladék szállítási távolságában (100 km/50 km);
- hulladékhasznosítási módban (égetés/lerakás/komposztálás)

különböztek egymástól. A többi feltétel (receptúra, ételmaradék aránya, erőforrások fajtája) megegyezett. A karbonlábnyom értékeit Excel táblázatban foglaltuk össze, és készítettük elő további statisztikai elemzésekhez: a hulladékhasznosítási módok szerint varianciaanalízissel hasonlítottuk össze. Előtte teszteltük a szórásuk egyezőségét Levene-próbával. Az ehhez kapcsolódó számításokat az SPSS 28.0.1-es változatú programmal végeztük.

Kutatási eredmények

A tudományos munka ezen szakaszában azt vizsgáltuk, hogy

1. Meghatározható-e egy vendéglátóipari termék teljes életciklusának környezeti hatása a karbonlábnyom mutató alapján
2. Összeállítható-e fenntarthatósági forgatókönyv a kiválasztott fogásra, melyek elkészítési módban, szállítási távolságban, illetve hulladékkezelési eljárásban különböznek, és ezek milyen eredményeket adnak.
3. Kiválasztva a hulladékkezelési eljárások szempontját, kimutatható-e tendenciaszerű különbség a háromféle hulladékkezelési eljárás környezeti hatásában.

Az összes lehetséges kombinációban (receptúra, elkészítési mód, szállítási távolság, hulladékkezelési eljárás) nem tudtuk meghatározni a környezeti hatásokat, mert nem állt rendelkezésünkre elegendő információ. A GaBi szoftverrel meghatározott harmincféle forgatókönyv (Recept1, Recept2, ... felirattal) értékei a

2. táblázatban láthatók.

2. táblázat: A 100 és 50 km-es szállítási távolsággal számolt karbonlábnyomok értékei

Megnevezés		100 km-es szállítási távolság					50 km-es szállítási távolság				
		Előkészítés	Főzés	Fogyasztás	EOL	Összesen	Előkészítés	Főzés	Fogyasztás	EOL	Összesen
Recept 1	Égetés (alap)	2,130	0,212	0,000	0,011	2,353	1,090	0,212	0,000	0,011	1,313
		0,905	0,090	0,000	0,005	1,000	0,831	0,162	0,000	0,008	1,000
		-0,488	0,000	0,000	0,791	-0,439	-0,488	0,000	0,000	0,000	-0,442
	Lerakás	1,090	0,212	0,000	0,019	1,321	1,090	0,212	0,000	0,019	1,321
		0,825	0,161	0,000	0,014	1,000	0,825	0,161	0,000	0,014	1,000
		-0,488	0,000	0,000	0,791	-0,439	-0,488	0,000	0,000	0,791	-0,439
	Komposzt	1,090	0,212	0,000	0,002	1,304	1,090	0,212	0,000	0,002	1,304
		0,836	0,163	0,000	0,002	1,000	0,836	0,163	0,000	0,002	1,000
		-0,488	0,000	0,000	-0,788	-0,446	-0,488	0,000	0,000	-0,788	-0,446
Recept 2	Égetés	0,928	0,452	0,000	0,010	1,390	0,927	0,452	0,000	0,010	1,389
		0,668	0,325	0,000	0,007	1,000	0,667	0,325	0,000	0,007	1,000
		-0,564	1,132	0,000	-0,029	-0,409	-0,565	1,132	0,000	-0,055	-0,410
	Lerakás	0,924	0,452	0,000	0,002	1,378	0,929	0,452	0,000	0,014	1,395
		0,671	0,328	0,000	0,001	1,000	0,666	0,324	0,000	0,010	1,000
		-0,566	1,132	0,000	-0,851	-0,414	-0,564	1,132	0,000	0,343	-0,407
	Komposzt	0,924	0,452	0,000	0,002	1,378	0,924	0,452	0,000	0,002	1,378
		0,671	0,328	0,000	0,001	1,000	0,671	0,328	0,000	0,001	1,000
		-0,566	1,132	0,000	-0,851	-0,414	-0,566	1,132	0,000	-0,851	-0,414
Recept 3	Égetés	2,130	0,212	0,000	0,011	2,353	1,090	0,212	0,000	0,011	1,313
		0,905	0,090	0,000	0,005	1,000	0,831	0,162	0,000	0,008	1,000
		-0,488	0,000	0,000	0,791	-0,439	-0,488	0,000	0,000	0,000	-0,442
	Lerakás	1,090	0,212	0,000	0,019	1,321	1,090	0,212	0,000	0,019	1,321
		0,825	0,161	0,000	0,014	1,000	0,825	0,161	0,000	0,014	1,000
		-0,488	0,000	0,000	0,791	-0,439	-0,488	0,000	0,000	0,791	-0,439
	Komposzt	1,090	0,212	0,000	0,002	1,304	1,090	0,212	0,000	0,002	1,304
		0,836	0,163	0,000	0,002	1,000	0,836	0,163	0,000	0,002	1,000
		-0,488	0,000	0,000	-0,788	-0,446	-0,488	0,000	0,000	-0,788	-0,446
Recept 4	Égetés	0,928	0,452	0,000	0,010	1,390	0,927	0,452	0,000	0,010	1,389
		0,668	0,325	0,000	0,007	1,000	0,667	0,325	0,000	0,007	1,000
		-0,564	1,132	0,000	-0,029	-0,409	-0,565	1,132	0,000	-0,055	-0,410
	Lerakás	0,924	0,452	0,000	0,002	1,378	0,929	0,452	0,000	0,014	1,395
		0,671	0,328	0,000	0,001	1,000	0,666	0,324	0,000	0,010	1,000
		-0,566	1,132	0,000	-0,851	-0,414	-0,564	1,132	0,000	0,343	-0,407
	Komposzt	0,924	0,452	0,000	0,002	1,378	0,924	0,452	0,000	0,002	1,378
		0,671	0,328	0,000	0,001	1,000	0,671	0,328	0,000	0,001	1,000
		-0,566	1,132	0,000	-0,851	-0,414	-0,566	1,132	0,000	-0,851	-0,414
Recept 5	Égetés	2,130	0,212	0,000	0,011	2,353	1,090	0,212	0,000	0,011	1,313
		0,905	0,090	0,000	0,005	1,000	0,831	0,162	0,000	0,008	1,000
		-0,488	0,000	0,000	0,791	-0,439	-0,488	0,000	0,000	0,000	-0,442
	Lerakás	1,090	0,212	0,000	0,019	1,321	1,090	0,212	0,000	0,019	1,321
		0,825	0,161	0,000	0,014	1,000	0,825	0,161	0,000	0,014	1,000
		-0,488	0,000	0,000	0,791	-0,439	-0,488	0,000	0,000	0,791	-0,439
	Komposzt	1,090	0,212	0,000	0,002	1,304	1,090	0,212	0,000	0,002	1,304
		0,836	0,163	0,000	0,002	1,000	0,836	0,163	0,000	0,002	1,000
		-0,488	0,000	0,000	-0,788	-0,446	-0,488	0,000	0,000	-0,788	-0,446

Forrás: Saját számítások

A legnagyobb karbonlábnyomú fogatókönyvet tekintetük alapváltozatnak, a 2,35 kg-s értéket. Ez hagyományos elkészítési móddal, 100 km-es szállítási távolsággal és égetéssel számolt eredmény. Szakirodalomban 6,95 kg CO² érték szerepel hasonló fogás esetében (Filionau et al. 2017). A feltételek módosításával az alapváltozathoz képest +13,2%-tól -78,8%-ig terjedő eltérések mutatkoztak, a különböző fázisokban. Az Előkészítés/Főzés/Fogyasztás/EOL fázisok közti megoszlást ebben a szakaszban nem vizsgáltuk, csak az Összesen értékeit. A háromféle a hulladékkezelési mód karbonlábnyomainak szórása szignifikánsan eltér egymástól (3. táblázat – 5. táblázat) az Előkészítés, az EOL fázisban és az „Összesen” adatra (teljes folyamatra).

3. táblázat: Az Előkészítés szakaszban a karbonlábnyomok szórása hulladékkezelési eljárások szerint

A szórások egyezősége		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Karbonlábnyom	Átlag alapján	118,609	2	27	<0,001
	Medián alapján	7,177	2	27	0,003

Forrás: Saját számítások

4. táblázat: Az EOL szakaszban a karbonlábnyomok szórása hulladékkezelési eljárások szerint

A szórások egyezősége		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Karbonlábnyom	Átlag alapján	29,11	2	27	<0,001
	Medián alapján	10,74	2	27	<0,001

Forrás: Saját számítások

5. táblázat: Az Összesen (teljes folyamatra) szakaszban a karbonlábnyomok szórása hulladékkezelési eljárások szerint

A szórások egyezősége		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Karbonlábnyom	Átlag alapján	38,768	2	27	<0,001
	Medián alapján	3,639	2	27	0,04

Forrás: Saját számítások

A varianciaanalízis eredményei (6. táblázat – 7. táblázat) alapján szignifikáns a hulladékkezelési eljárások hatása a karbonlábnyom értékeinek eltérésében a vizsgált 3 szakaszra.

6. táblázat: A CO₂-értékek eltérése az Előkészítés szakaszban hulladékkezelési eljárások szerint

ANOVA	SS	df	MS	F	Sig.
Csoportok közötti	1,218	2	0,609	4,963	0,015
Csoportokon belüli	3,313	27	0,123		
Teljes	4,531	29			

Forrás: Saját számítások

7. táblázat: A CO₂-értékek eltérése az EOL szakaszban hulladékkezelési eljárások szerint

ANOVA	SS	df	MS	F	Sig.
Csoportok közötti	0,001	2	0	15,393	<0,001
Csoportokon belüli	0,001	27	0		
Teljes	0,001	29			

Forrás: Saját számítások

8. táblázat: A CO₂-értékek eltérése az Összesen (teljes folyamatra) szakaszban hulladékkezelési eljárások szerint

ANOVA	SS	df	MS	F	Sig.
Csoportok közötti	0,67	2	0,335	4,373	0,023
Csoportokon belüli	2,069	27	0,077		
Teljes	2,739	29			

Forrás: Saját számítások

A hulladékkezelés eljárásokénti értékeit páronként összehasonlítva felírható a sorrend közöttük, hogy a kiemelt LCA szakaszokban melyik „környezetbarátabb” a többinél:

1. Előkészítésben: Égetés>Komposztálás>Lerakás
2. EOL-ban: Lerakás>Égetés>Komposztálás
3. Együttesen: Égetés>Lerakás>Komposzt

A sorrendek eltérésének az az oka, hogy más fajta élelmiszerhulladék keletkezik a különböző szakaszokban.

1. táblázat: Az Előkészítés szakaszban a hulladékkezelési eljárások karbonlábnyomainak összehasonlítása

	Hulladékhasznosítás (I)	Hulladékhasznosítás (J)	Átlagok különbsége (I-J)	Sig.
Tukey HSD	Égetés	Lerakás	0,4493*	0,021
		Komposztálás	0,4016*	0,042
	Lerakás	Égetés	-0,4493*	0,021
		Komposztálás	-0,0477	0,95
	Komposztálás	Égetés	-0,4016*	0,042
		Lerakás	0,0477	0,95
Bonferroni	Égetés	Lerakás	0,4493*	0,024
		Komposztálás	0,4016*	0,049
	Lerakás	Égetés	-0,4493*	0,024
		Komposztálás	-0,0477	1
	Komposztálás	Égetés	-0,4016*	0,049
		Lerakás	0,0477	1
Tamhane	Égetés	Lerakás	0,4493	0,119
		Komposztálás	0,4016	0,176
	Lerakás	Égetés	-0,4493	0,119
		Komposztálás	-0,0477	0,507
	Komposztálás	Égetés	-0,4016	0,176
		Lerakás	0,0477	0,507
Dunnett T3	Égetés	Lerakás	0,4493	0,112
		Komposztálás	0,4016	0,165
	Lerakás	Égetés	-0,4493	0,112
		Komposztálás	-0,0477	0,494
	Komposztálás	Égetés	-0,4016	0,165
		Lerakás	0,0477	0,494
Games-Howell	Égetés	Lerakás	0,4493	0,095
		Komposztálás	0,4016	0,14
	Lerakás	Égetés	-0,4493	0,095
		Komposztálás	-0,0477	0,414
	Komposztálás	Égetés	-0,4016	0,14
		Lerakás	0,0477	0,414
Dunnett C	Égetés	Lerakás	0,4493	
		Komposztálás	0,4016	
	Lerakás	Égetés	-0,4493	
		Komposztálás	-0,0477	
	Komposztálás	Égetés	-0,4016	
		Lerakás	0,0477	

Forrás: Saját számítások

2. táblázat: Az EOL szakaszban a hulladékkezelési eljárások karbonlábnyomainak összehasonlítása

	Hulladékhasznosítás (I)	Hulladékhasznosítás (J)	Átlagok különbsége (I-J)	Sig.
Bonferroni	Égetés	Lerakás	-0,0019	0,973
		Komposztálás	0,0083*	<0,001
	Lerakás	Égetés	0,0019	0,973
		Komposztálás	0,0103*	<0,001
	Komposztálás	Égetés	-0,0083*	<0,001
		Lerakás	-0,0103*	<0,001
Tamhane	Égetés	Lerakás	-0,0019	0,818
		Komposztálás	0,0083*	0
	Lerakás	Égetés	0,0019	0,818
		Komposztálás	0,0103*	0,006
	Komposztálás	Égetés	-0,0083*	0
		Lerakás	-0,0103*	0,006
Dunnett T3	Égetés	Lerakás	-0,0019	0,798
		Komposztálás	0,0083*	<0,001
	Lerakás	Égetés	0,0019	0,798
		Komposztálás	0,0103*	0,006
	Komposztálás	Égetés	-0,0083*	<0,001
		Lerakás	-0,0103*	0,006
Games-Howell	Égetés	Lerakás	-0,0019	0,7
		Komposztálás	0,0083*	<0,001
	Lerakás	Égetés	0,0019	0,7
		Komposztálás	0,0103*	0,005
	Komposztálás	Égetés	-0,0083*	<0,001
		Lerakás	-0,0103*	0,005
Dunnett C	Égetés	Lerakás	-0,0019	
		Komposztálás	0,0083*	
	Lerakás	Égetés	0,0019	
		Komposztálás	0,0103*	
	Komposztálás	Égetés	-0,0083*	
		Lerakás	-0,0103*	

Forrás: Saját számítások

11. táblázat: Az Összesen (teljes folyamatra) szakaszban a hulladékkezelési eljárások karbonlábnyomainak összehasonlítása

	Hulladékhasznosítás (I)	Hulladékhasznosítás (J)	Átlagok különbsége (I-J)	Sig.
Tamhane	Égetés	Lerakás	0,3029	0,21
		Komposzt	0,3295	0,161
	Lerakás	Égetés	-0,302976	0,21
		Komposzt	0,026556	0,316
	Komposzt	Égetés	-0,329532	0,161
		Lerakás	-0,026556	0,316
Dunnett T3	Égetés	Lerakás	0,302976	0,197
		Komposzt	0,329532	0,151
	Lerakás	Égetés	-0,302976	0,197
		Komposzt	0,026556	0,306
	Komposzt	Égetés	-0,329532	0,151
		Lerakás	-0,026556	0,306
Games-Howell	Égetés	Lerakás	0,302976	0,166
		Komposzt	0,329532	0,128
	Lerakás	Égetés	-0,302976	0,166
		Komposzt	0,026556	0,256
	Komposzt	Égetés	-0,329532	0,128
		Lerakás	-0,026556	0,256
Dunnett C	Égetés	Lerakás	0,302976	
		Komposzt	0,329532	
	Lerakás	Égetés	-0,302976	
		Komposzt	0,026556	
	Komposzt	Égetés	-0,329532	
		Lerakás	-0,026556	

Forrás: Saját számítások

Következtetések, összefoglalás

A vendéglátásban számítógépes szoftverrel meghatározott karbonlábnyom publikálására nem találtunk példát. Kézi módszer használatával esetenként előfordult. Közel egy évig tartott, míg a Sphera adatbázisát a receptúrával össze tudtuk hangolni és az ételkészítési eljárást az LCA módszerének megfelelően.

Az 1. kutatási kérdésre pozitív választ tudunk adni: alkalmazható a Sphera/Thinkstep GaBi programja a vendéglátásban, és segítségével kalkulálható az éttermi fogás karbonlábnyoma.

A 2. kutatási kérdésnél már az adatbázis korlátai érezhetőek voltak: nem állt rendelkezésre mindegyik forgatókönyvhöz elégséges adatbázis. Ennek ellenére sikerült elegendő számú változatot összeállítani, és mérhetőnek mutatkozott a különböző hulladékkezelési eljárások hatása a karbonlábnyomban, a kis vetítési alap (1 adag, 0,427 kg) mellett is.

A 3. kutatási kérdésre igazolódott, hogy a karbonlábnyomok értékei nem véletlenszerűen különböznek, hanem szignifikáns a hulladékkezelési eljárások hatása (égetés/lerakás/komposztálás).

A körkörös gazdaság (Circular Economy, CE) céljaival összefüggésben, alapvetően az erőforrások fenntartható felhasználása, a hulladékképződés minimalizálása, illetve a hulladék gyártási folyamaton belül történő visszaforgatása és újrahasznosítása kell legyen az elsődleges

célunk, mely alapcélokkal a gyártási folyamatok környezeti terheléseit egyértelműen optimalizálhatjuk. A vendéglátásban ennek megvalósítását, a lehetőségek feltárását segíti a karbonlábnyom meghatározása. A tanulmányból származó kutatási eredményeink segítséget nyújthatnak a vendéglátóiparban keletkező élelmiszer-hulladékok kezelésére irányuló, irányított, érvényes kibocsátáscsökkentő intézkedések kidolgozásában, valamint a gazdasági szereplők számára hasznos tájékoztatást adnak a tudatosabb, fenntarthatóbb és költséghatékonyabb döntések meghozatalában.

Irodalomjegyzék

- Alwaeli, M. – Mannheim, V. (2022): Investigation into the Current State of Nuclear Energy and Nuclear Waste Management – A State-of-the-Art Review. *Energies* 15, 4275.
DOI: <https://doi.org/10.3390/en15124275>.
- Amoo, L. M. – Fagbenle, L. (2020): Climate change in developing nations of the world. *Woodhead Publishing Series in Energy*, 437-471. Available online:
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817949-9.00023-2>
- Avató, J. L. – Mannheim, V. (2022): Life Cycle Assessment Model of a Catering Product: Comparing Environmental Impacts for Different End-of-Life Scenarios. *Energies* (15):5423.
DOI: <https://doi.org/10.3390/en15155423>.
- Baldwin, C. – Wilberforce, N. – Kapur, A. (2010): Restaurant and food service life cycle assessment and development of a sustainability standard. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(1):40-49. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-010-0234-x>
(accessed on September 2011)
- Baldwin, D. E. (2012): Sous Vide Cooking: A Review. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2011.11.002>
(accessed on 16 September 2018)
- Bhuyan, A. – Hussain, I. A. – Sarma, P. (2022): Sous-Vide Technique. *Agriculture & Food: E-newsletter* 2022 4 5. Available online: https://www.researchgate.net/publication/360306641_Volume_Sous-Vide_Technique_Article_ID_37140 (accessed on 05 2022)
- Borodin, Y. V. – Aliferova, T. E. – Ncube, A. (2015): Waste management through life cycle assessment of products. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci.Eng.* 2015, 81, 012085.
DOI: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/81/1/012085>
- Borsato, E. – Marinello, F. – Tarolli, P. (2018): Sustainable patterns of main agricultural products combining different footprint parameters. *Journal of Cleaner Production*, 179:357–367.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.044> (accessed on April 2018)
- Brancoli, P. – Bolton, K. (2019): Life Cycle Assessment of Waste Management Systems. *Sustainable Resource Recovery and Zero Waste Approaches* 2019, 23-33.
DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64200-4.00002-5>.
- CML. Institute of Environmental Sciences, Leiden University (2016): CML-IA Characterisation Factors Portal [Internet]. Available online: <https://www.universiteitleiden.nl/en/research/researchoutput/science/cml-ia-characterisation-factors> (accessed on 29 June 2018).
- Cui, Z. – Yan, H. – Manoli, T. – Zhang, H. – Zhen, H. – Ji, M. – Bi, C. (2021): Advantages and challenges of sous vide cooking. *Food Science and Technology Research* 2021 27(1):25-34.
DOI: <https://doi.org/10.3136/fstr.27.25> (Accessed on 07 March 2021)
- Curran, M. (2016): Life-Cycle Assessment. In *Encyclopedia of Ecology*, 2nd ed.; BAMAC, Ltd.: Rock Hill, SC, USA; Volume 4, 359–366.
DOI: <https://doi.org/10.1002/0471238961.lifeguin.a01.pub2>
- Dal, B. – Alper, U. – Özdem-Yilmaz, Y. – Öztürk, N. – Sönmez, D. (2015): A model for pre-service teachers' climate change awareness and willingness to act for pro-climate change friendly behavior: adaptation of awareness to climate change questionnaire. *International Research in Geographical and Environmental Education* (184-200).
DOI: <https://doi.org/10.1080/10382046.2015.1034456>.
- Dincer, I. (2018): Refrigerants. *Comprehensive Energy Systems* 2018 2, 435-474.
DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809597-3.00232-7>.

- Djekic, I. – Miloradovic, Z. – Djekic, S. – Tomasevic, I. (2019): Household food waste in Serbia – attitudes, quantities and global warming potential. *J Clean Prod* 229:44–52.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.400>.
- European Commission (2018): DIRECTIVE (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste
- European Commission (2019): Supplementing Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council as regards a common methodology and minimum quality requirements for the uniform measurement of levels of food waste. European Commission official website. <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/3/2019/EN/C-2019-3211-F1-EN-MAIN-PART-1.PDF> (accessed 14 May 2019).
- Evans, D. (2012): Beyond the throwaway society: ordinary domestic practice and a sociological approach to household food waste. *Sociology* 46(1):41–56.
DOI: <https://doi.org/10.1177/0038038511416150>.
- Farinha, C. – de Brito, J. – Do Veiga, M. (2021): Eco-Efficient Rendering Mortars. Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering, 205-234.
DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818494-3.00008-8> (accessed 23 April 2021)
- Farr, W. G. – Foth, M. – Choi, J. H. J. (2014): Identifying factors that promote consumer behaviours causing expired domestic food waste. *J Consum Behav* 13(6):393-402.
DOI: <https://doi.org/10.1002/cb.1488>.
- Filimonau, B. – Lemmer, Ch. – Marshall, D. – Bejjani, G. (2017): ‘Nudging’ as an architect of more responsible consumer choice in food service provision: The role of restaurant menu design. *Journal of Cleaner Production* 144:161-170.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.010>.
- Friedl, B. – Getzner, M. (2003): Determinants of CO2 emissions in a small open economy. *Ecol.Econ.* 45:133-148. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00008-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00008-9).
- Gibbs, W. – Myhrvold, N. (2010): The Science of Sous Vide. *Scientific American*, 304(1):24-24.
DOI: <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0111-24> (Accessed on 1 January 2011)
- GlobalChange.gov (2021): Global Atmospheric Carbon Dioxide 1970-2019, Changes in Average Global Temperature 1970-2019. <https://www.globalchange.gov/browse/multimedia/global-temperature-and-carbon-dioxide> (accessed on 15 October 2021).
- Grossman, G. – Krueger, A. (1995): Economic Growth and Income Inequality. *The Quarterly Journal of Economics*, 110:353-377. DOI: <https://doi.org/10.2307/2118443>.
- Grygierek, K. – Ferdyn-Grygierek, J. – Gumińska, A. – Baran, Ł. – Barwa, M. – Czerw, K. – Gowik, P. – Makselan, K. – Potyka, K. – Psikuta, A. (2020): Energy and Environmental Analysis of Single-Family Houses Located in Poland. *Energies* 13:2740.
DOI: <https://doi.org/10.3390/en13112740>.
- Iannone, R. – Miranda, S. – Riemma, S. – De Marco, I. (2016): Improving environmental performances in wine production by a life cycle assessment analysis. *J. Clean. Prod.*, 111:172–180.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.006>.
- International Organisation for Standardization (2006): ISO 14044:2006, Environmental Management—Life Cycle Assessment—Requirements and Guidelines; ISO: Geneva, Switzerland. Available online: <https://www.iso.org/standard/38498.html> (accessed on 6 June 2019)
- International Organisation for Standardization (2019): ISO 14040:2006, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Principles and Framework; ISO: Geneva, Switzerland, 2006. Available online: <https://www.iso.org/standard/37456.html> (accessed on 6 June 2019).
- Kaczmarczyk, B. – Urych, I. (2022): Perception of the Transition to a Zero-Emission Economy in the Opinion of Polish Students. *Energies* 15:1102. DOI: <https://doi.org/10.3390/en15031102>.
- Kalakul, S. – Malakul, P. – Siemanond, K. – Gani, R. (2014): Integration of life cycle assessment software with tools for economic and sustainability analyses and process simulation for sustainable process design. *J. Cleaner Prod.* 71:98–109.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.022>.
- Karki, R. – Bremer, P. – Silcock, P. – Oey, I. (2022): Effect of Sous vide Processing on Quality Parameters of Beef Short Ribs and Optimisation of Sous vide Time and Temperature Using ThirdOrder Multiple Regression. *Food and Bioprocess Technology* 15:1629–1646.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-022-02849-6> (accessed on 09 June 2022)

- Kasza, G. – Dorkó, A. – Kunszabó, A. – Szakos, D. (2020): Quantification of Household Food Waste in Hungary: A Replication Study Using the FUSIONS Methodology. *Sustainability* 12:3069. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12083069>.
- Kaza, S. – Yao, L. – Bhada-Tata P. – Van Woerden, F. (2018): What a waste 2.0: a global snapshot of solid waste management to 2050. Urban Development Series. Washington, DC: World Bank. DOI: <https://doi.org/10.1596/978-14648-1329-0>.
- Kilibarda, N. – Brdar, I. – Branislav, B. – Baltic, M. – Stanišić, S. (2018): The Safety and Quality of Sous Vide Food. *Meat Technology* 59(1):38-45. DOI: <https://doi.org/10.18485/meattech.2018.59.1.5> (Accessed on 16 February 2012)
- Kim, M. J. – Hall, C. M. (2019): Can Climate Change Awareness Predict Pro-Environmental Practices in Restaurants? Comparing High and Low Dining Expenditure. *Sustainability* (11):6777. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11236777>.
- Kiss, N. É. – Tamás, J. – Szöllösi, N. – Gorliczay, E. – Nagy, A. (2021): Assessment of Composted Pelletized Poultry Litter as an Alternative to Chemical Fertilizers Based on the Environmental Impact of Their Production. *Agriculture* (11):1130. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture11111130>.
- Koda, E. – Miskowska, A. – Siczka, A. (2017): Levels of Organic Pollution Indicators in Groundwater at the Old Landfill and Waste Management Site. *Applied Sciences* (7):638. DOI: <https://doi.org/10.3390/app7060638>.
- Kunszabó, A. – Szakos, D. – Dorkó, A. – Farkas, Cs. – Kasza, Gy.: Household food waste composting habits and behaviours in Hungary: A segmentation study. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 2022, 30, 100839. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100839>.
- Kuznets, S. (1955): Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review* (45):1-28. Available online: <http://www.jstor.org/stable/1811581>. (Accessed on 15 October 2021)
- Larsson, S. – Khan, M. A. (2014): A Study of Factors That Influence Green Purchase. *Advanced Materials Research* (1051):1035-1039. Available online: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:614312/FULLTEXT02> (accessed on 15 October 2021).
- Lee, T. M. – Markowitz, E. M. – Howe, P. D. – Ko, C. Y. – Leiserowitz, A. A. (2015): Predictors of Public Climate Change Awareness and Risk Perception around the World. *Nat. Clim. Chang.* (5):1014–1020. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate2728>.
- Li, L. – Liu, D. – Hou, J. – Xu, D. – Chao, W. (2019): The Study of the Impact of Carbon Finance Effect on Carbon Emissions in Beijing-Tianjin-Hebei Region – Based on Logarithmic Mean Divisia Index Decomposition Analysis. *Sustainability* (11):1465. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11051465>.
- Longo, S. – Mistretta, M. – Guarino, F. – Cellura, M. (2017): Life Cycle Assessment of organic and conventional apple supply chains in the North of Italy. *J. Clean. Prod.* (140):654–663.
- Mallinson, L. J. – Russell, J. M. – Barker, M. E. (2016): Attitudes and behaviour towards convenience food and food waste in the United Kingdom. *Appetite* (103):17–28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2016.03.017>.
- Managi, S. – Jena, P. R. (2008): Environmental productivity and Kuznets curve in India. *Ecol. Econ.* (65):432-440. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.07.011>.
- Mannheim, V. (2021): Life Cycle Assessment Model of Plastic Products: Comparing Environmental Impacts for Different Scenarios in the Production Stage. *Polymers* (13):777. DOI: <https://doi.org/10.3390/polym13050777>.
- Masson-Delmotte, V. – Zhai, P. – Pörtner, H.-O. – Roberts, D. – Skea, J. – Shukla, P. R. – Pirani, A. – Moufouma-Okia, W. – Péan, C. – Pidcock, R. (2018): Global Warming of 1.5 C. An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5 C above pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty. *IPCC*. Available online: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/06/SR15_Full_Report_Low_Res.pdf (Accessed on 19 06 2022).
- Masuda, K. (2016): Measuring eco-efficiency of wheat production in Japan: A combined application of life cycle assessment and data envelope analysis. *J. Clean. Prod.* (126):373–381. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.090>.

- McManus, M. C. – Taylor, M. (2015): The changing nature of life cycle assessment. *Biomass Bioenergy* (82):13-26. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.04.024>
- Modzelewska-Kapituła, M. – Pietrzak-Fiečko, R. – Zakrzewski, A. – Więk, A. (2022): The Influence of Sous Vide Parameters on Nutritional Characteristics and Safety of Pikeperch Fillets. *Foods* (11):1605. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11111605>.
- Narayan, P. K. – Saboori, B. – Soleymani, A. (2016): Economic growth and carbon emissions. *Econ. Model.* (53):388-397. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2015.10.027>.
- Onyeaka, H. – Nwabor, F. O. – Jang, S. – Kechrist, O. – Hart, A. – Miri, T. (2022): Sous vide processing: a viable approach for the assurance of microbial food safety. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 102 9. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.11836>.
- Peattie, K. – Crane, A. (2005): Green marketing: legend, myth, farce or prophecy? *Qualitative Market Research* 8(4):357-370. DOI: <https://doi.org/10.1108/13522750510619733>.
- Quadri-Felitti, D. – Fiore, A. M. (2012): Experience economy constructs as a framework for understanding wine tourism. *Journal of Vacation Marketing* 18(1):3-15. DOI: <https://doi.org/10.1177/1356766711432222>.
- Rauf, A. – Zhang, J. – Ji, J. – Amin, W. (2018): Structural changes, energy consumption and carbon emissions in China: Empirical evidence from ARDL bound testing model. *Structure Chang. Econ. Dyn.* (47):194-206. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2018.08.010>.
- Sanyé-Mengual, E. – Sala, S. (2022): Life Cycle Assessment support to environmental ambitions of EU policies and the Sustainable Development Goals. *Integr Environ Assess Manag.* DOI: <https://doi.org/10.1002/ieam.4586>.
- Schellekens, M. (1996): New research issues in sous-vide cooking. *Trends Food Science Technology* (7):256–262. DOI: [https://doi.org/10.1016/0924-2244\(96\)10027-3](https://doi.org/10.1016/0924-2244(96)10027-3).
- Stancu, V. – Haugaard, P. – Lähteenmäki, L. (2016): Determinants of consumer food waste behaviour: two routes to food waste. *Appetite* (96)7–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.025>.
- Stangherlin, I. C. – Barcellos, M. D. (2018): Drivers and barriers to food waste reduction. *Br Food J* 120(10):2364–2387. DOI: <https://doi.org/10.1108/BFJ-12-2017-0726>.
- Szabó-Bódi, B. – Kasza, G. – Szakos, D. (2018): Assessment of domestic food waste in Hungary. *Br Food J*, 120(3):625–638. DOI: <https://doi.org/10.1108/BFJ-04-2017-0255>.
- Szakos, D. – Szabó-Bódi, B. – Kasza, G. (2021): Fogyasztói figyelemfelkeltő kampány a háztartási élelmiszer-pazarlás csökkentésére szerkezeti egyenletű magatartásmodelllezés alapján Magyarországon. *Environ Sci Pollut Res* 28, 24580–24589. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09047->.
- The Global Risks Report (2020): The World Economic Forum: Geneva, Switzerland, 2020. Available online: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>.
- Tsangas, M. – Gavriel, I. – Doula, M. – Xeni, F. – Zorpas, A. A. (2020): Life Cycle Analysis in the Framework of Agricultural Strategic Development Planning in the Balkan Region. *Sustainability* (12):1813. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12051813>.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs Statistics Division: Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list> (accessed on 15 October 2021).
- Voběrková, S. – Vaverková, M. D. – Burešová, A. – Adamcová, D. – Vršanská, M. – Kynický, J. – Brtnický, M. – Adam V. (2017): Effect of inoculation with white-rot fungi and fungal consortium on the composting efficiency of municipal solid waste. *Waste Management* (61):157-164. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.12.039>.
- Wiedmann, T. – Minx, J. (2007): A definition of 'Carbon Footprint'. In: C. C. Pertsova, *Ecological Economics Research Trends: Chapter 1*, pp. 1-11, Nova Science Publishers, Hauppauge NY, USA *ISA UK Research Report*. Available online: https://www.researchgate.net/publication/247152314_A_Definition_of_Carbon_Footprint (accessed on January 2008).
- Zhang, M. – Li, B. – Yin, S. (2020): Is Technological Innovation Effective for Energy Saving and Carbon Emissions Reduction? Evidence From China. *IEEE* (8)(accepted):83524-83537. DOI: <https://doi.org/10.1109>.

Zhang, N. – Yu, K. – Chen, Z. (2017): How does urbanization affect carbon dioxide emissions? A cross-country panel data analysis. *Energy Policy* (107)678-687.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.072>.

Zhang, Y. (2011): The impact of financial development on carbon emissions: An empirical analysis in China. *Energy Policy* (39)2197-2203. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.02.026>.