

ECO-Matrix

2018/1-2



ECO-Matrix

6. évfolyam 2018/1.

A szerkesztőbizottság:

Tóthné Szita Klára

Sára Balázs

Gröller György

Karcagi-Kováts Andrea

Szerkesztő: Szilágyi Artúr

Felelős Kiadó: LCA Center, a Magyar Életciklus Elemzők Szakmai Egyesület

3519 Miskolctapolca, Iglói u. 2.

e-mail: info@lcacenter.hu

Az elektronikus folyóirat megjelenik évente.

ISSN 2061-344X

Előszó

Tisztelt Olvasó!

Egy kicsit hosszabb szünet után, de az ECO-Matrix legújabb számát is közre tudjuk adni olvasóinknak. Ez a szám az „Életciklus-elemzés a környezettudatos döntések szolgálatában” címmel megrendezésre került konferencia néhány előadásának szerkesztett tanulmányaiból ad izelítőt.

A XIII. Hazai LCA Konferencia Szentendrén, első alkalommal az ÉMI és az LCA Center közös szervezésében került megtartásra, 2018. november 21-én az ÉMI Tudásközpontjában. A konferencia rendhagyó volt abban a tekintetben, hogy a plenáris ülések megegyeztek az ugyanebben az időpontban a fenntarthatóság és életciklusszemlélet jegyében megszervezett III. Építésügyi Műszaki Irányelv Konferenciával. Ezért a plenáris előadások az építési ágazat és fenntarthatóság időszerű kérdéseit érintették. Az egyesületünk 10 éves történetében most először, kiemelkedően magas regisztrált résztvevőnk volt. A két konferencián összesen mintegy 120 érdeklődő vett részt.

Pálvölgyi Tamás és Simon Andrea tanulmánya azt vizsgálja, hogy a megújuló energiaforrások hazai alkalmazása milyen mértékben járul hozzá a fenntarthatóság felé való átmenethez, és az egyes technológiai alkalmazásokra milyen fenntarthatósági korlátok, kritériumok azonosíthatók. A Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégiára (NFFS) alapozva a szerzők hat „dimenzióban” vizsgálják a főbb megújuló energiahordozók fenntarthatóságát. A környezetkímélő, élhető emberi léteiről tartott előadásban *Józsa Zsuzsa és Velösy András* megkísérelte megfogalmazni az emberi léteir határait. Ráműtattak a szabványosság törvényszerű töredékességére, és ajánlásokat fogalmaztak meg az általuk helyesnek ítélt építészeti viselkedéshez – a koncepcionáláshoz, az anyagválasztáshoz, a szerkezet kialakításhoz. Az életciklus-elemzéshez kapcsolódó módszertani kérdésekkel több előadás foglalkozott. *Sára Balázs és István Zsolt* előadásukban arra mutattak rá, hogy a körforgásos gazdasági megoldások technológiai-, környezeti- és költségértékelése hogyan valósítható meg életciklus szemléletben. *Tóthné Szita Klára* a jövőkutatás és életciklus-elemzés kapcsolatára világított rá. A jövőkutatás módszertana paradigmaváltásokon keresztül folyamatosan megújul, miközben az életciklus-elemzés is folyamatosan fejlődik, de a két tudományterülethez tartozó eszköz kölcsönösen támogatja egymást. *Mannheim Viktória és Siménfalvi Zoltán* tanulmánya a Miskolci Egyetemen folytatott kutatásokat, és az LCA elemzésekre épülő komplex modell fejlesztését mutatja be. *Bodnárné Sándor Renáta és Gál Balázs Sándor* tanulmánya az élelmiszerpazarlás visszacsorításáról, élelmiszermentésről szól, amit a hulladékgyűjtés és körforgásos gazdaságpolitika felől közelítenek meg. *Szekeresné Köteles Rita* rávilágít a rugalmas kiskereskedelmi tasakok terjedésére, környezetvédelmi jelentőségére és költséghatékonysági szerepére. Emellett feltérképezi a tasakos konzervipari csomagolás bevezetésének és alkalmazásának jelenlegi helyzetét. *Péterné Baranyi Rita és Vidéki Márta* a „hulladékmentes étterem” koncepciójának megvalósítási lehetőségeivel foglalkozik. Céljuk, életciklus szemlélet alkalmazásával meghatározni a működés azon pontjait, melyeknél beavatkozva a hulladékok mennyisége csökkenthető.

A konferencián elhangzott, de a kötetben nem szereplő előadások rövid összefoglalói az absztrakt kötetben, illetve azok ppt változata honlapunkon olvasható.

Kedves olvasóinknak Áldott Karácsonyi Ünnepeket kívánunk!

ECO-MATRIX szerkesztősége és LCA Center Egyesület vezetősége

Tartalom

Pálvölgyi Tamás, Simon Andrea: Fenntarthatók-e a megújulók? Magyarország megújuló energiahordozó hasznosításának életciklus szemléletű, társadalmi-gazdasági-környezeti értékelése	5
Velősy András, Józsa Zsuzsa: Környezetkímélő, élhető emberi élettér.....	16
István Zsolt, Sára Balázs: Körforgásos gazdasági megoldások technológiai-, környezeti- és költségértékelése életciklus szemlélettel	24
Tóthné Szita Klára: Az életciklus szemlélet szerepe a jövőkutatásban.....	30
Mannheim Viktória, Siménfalvy Zoltán: LCA kutatások a Miskolci Egyetemen. LCA elemzésekre épülő komplex modell fejlesztése.....	38
Bodnárné Sándor Renáta, Gál Balázs Sándor: Élelmiszerpazarlás visszaszorítása, élelmiszermentés	45
Szekeresné Köteles Rita: Új környezetbarát csomagolóanyag megoldások az élelmiszeriparban	53
Péterné Baranyi Rita, Vidéki Márta: Körkörös gazdaság? Életciklus szemlélettel az éttermek hulladékmentességéért	60

Fenntarthatók-e a megújulók?

Magyarország megújuló energiahordozó hasznosításának életciklus szemléletű, társadalmi-gazdasági-környezeti értékelése

Dr. Pálvölgyi Tamás

tanszékvezető egyetemi docens, BME Környezetgazdaságtan Tanszék, palvol@eik.bme.hu
Simon Andrea

környezetmérnök, Env-in-Cent Környezetvédelmi Tanácsadó Iroda Kft., sa@env-in-cent.hu

Summary

The main objective of our research is to assess the contribution of Hungarian utilization of renewables towards sustainability. On the basis of four components of national capital (human capital, social capital, economical capital and nature capital) a set of indicators have been developed. Sustainability performance of different renewable technologies have been calculated. Two case studies (renewable-based district heating and PV) are summarized in present article. Finally, the time series of aggregate sustainability indexes of national-level renewable mix is also presented.

Keywords: renewables, sustainability performance, solid biomass

Kivonat

Kutatásunk célja annak vizsgálata, hogy a megújuló energiaforrások hazai alkalmazása milyen mértékben járul hozzá a fenntarthatóság felé való átmenethez. Ennek keretében – a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégiára (NFFS) alapozva – hat „dimenzióban” vizsgáljuk a főbb megújuló energiahordozók fenntarthatóságát. A kidolgozott módszertan keretében az egyes megújuló technológiák életciklus szemléletű elemzését végezzük el. A kutatás során 18 különböző megújuló energiaforráson alapuló technológiát vizsgáltunk, ebből a jelen cikk keretei között 3 esetvizsgálatot mutatunk be (megújuló alapú távhő, PV és a teljes megújuló mix fenntarthatósága).

Kulcsszavak: megújulók, fenntarthatósági értékelés, szilárd biomassza

Bevezetés – kutatási célok

Annak köszönhetően, hogy a világ energiaellátása átalakulóban van, egyre gyakrabban találkozhatunk a **globális energia-dilemma** kérdéskörével, amely a növekvő energiaigények és az energiaforrások felhasználásának eredményeként egyre intenzívebben fellépő környezeti hatások közötti feszültséget vizsgálja. (SZLÁVIK J., SEBESTYÉNNÉ SZÉP T. 2018) Magyarország a 2010-ben elfogadott Nemzeti Megújuló

Energia Hasznosítási Cselekvési Tervben¹ – az EU által előírt 13 százalékos célértéknél magasabb – 14,65 %-os megújuló energiahordozó részarány elérését vállalta a 2020. évi teljes bruttó energiafogyasztásban. A MEKH hivatalos statisztikája (2018) szerint a megújulók összetételében

¹ A Kormány 1002/2011. (I. 14.) Korm. határozata Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervével összefüggő egyes feladatokról

jelenleg aránytalanságot tapasztalhatunk: a teljes hasznosított megújuló energiahordozókön belül a szilárd biomassza részaránya 87%, míg a bioüzemanyagok 6,2%, a geotermikus energia 4%, a kommunális hulladék 2,7%, a szélenergia 2%, a nap- és a vízenergia hasznosítás pedig nem érte el 2016-ban az 1%-ot. Bár Magyarországon a megújuló energiaforrások közül a biomassza rendelkezik a legnagyobb potenciállal, továbbá széles körű „pozitív externáliával” bír, egyúttal ezen megújuló energiaforrásnak a legellentmondásosabb a megítélése. (DINYA L. 2018). Szintén ezen megújuló energiaforrással foglalkozik a (POPP J., BAI A. 2018) tanulmány, miszerint a biomassza energetikai célú felhasználása során a jövőben az energianövények termesztésére és a mezőgazdasági melléktermékekre szükséges hangsúlyt fektetni az erdészeti biomassza tüzelése helyett. Az összefüggések ismeretében a biomassza a nap- és szélenergiától eltérően inkább tekintendő megújítható, mint megújuló energiaforrásnak (DINYA L. 2018).

Megállapítható tehát, hogy a megújuló energiaforrások növekvő felhasználása mellett fel kell hívni a figyelmet a **fenntartható energiaátmenet vagy akár a fenntartható régió-elemzés** fontosságára, mivel az energiaszektor fenntarthatósági elemzése során térségi és települési léptékben is szükséges a gazdasági szerkezet, a regionális elérhetőség és az infrastruktúra, továbbá a foglalkoztatottság helyzetének figyelembevétele (SZLÁVIK J., SEBES-TYÉNNÉ SZÉP T. 2018). Kiemelten fontos, hogy a magyar megújuló energetikai szabályozás, a támogatási rendszer kialakítása a jövőben ezen elvek mentén formálódjon. Ennek érdekében a megújuló energiaforrások, mint potenciálisan környezetbarát és jelentős társadalmi-gazdasági hozadékú technológiák megítélését célszerű tágabb rendszerbe illeszkedő – a teljes életciklusra kiterjedő – összefüggéseiben elemezni (DOMBI ET AL, 2014). Ebből következően nem csupán energiatermelésként, vagy energiafogyasztásként szükséges vizsgálni, hanem a **teljes technológiai láncra kiter-**

jedő energiagazdálkodásként szükséges értelmezni a megújuló energiaforrásokat (PEHNT M., 2006). Azonban megállapítható, hogy nem elegendő csupán az életciklus környezeti aspektusát vizsgálni, azt ki kell egészíteni fenntarthatósági szempontokkal is (KALAKULA S. ET AL, 2014), (DINYA L., 2010). Az emberi dimenzió általában a társadalmi aspektuson belül jelenik meg (BUYTAERT V. ET AL, 2011), míg a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia (NFFS)² negyedik, különálló fenntarthatósági alappillérként nevezi meg az „embert.”

Kutatásunk célja annak vizsgálata, hogy a megújuló energiaforrások hazai alkalmazása milyen mértékben járul hozzá a fenntarthatóság felé való átmenethez, továbbá annak feltárása, hogy az egyes technológiai alkalmazások vonatkozásában milyen fenntarthatósági korlátok, kritériumok azonosíthatók. Vizsgáljuk a hazai megújuló mix aggregált fenntarthatósági teljesítményének időbeni alakulását is.

Értékelési módszertan

Az értékelési módszertan kidolgozása során zsinórmértékül az NFFS megközelítését választottuk, mely a fenntarthatóság elérendő céljait **négy nemzeti erőforráshoz rendeli (az ember, a társadalom, a környezet és a gazdaság)**. **Első lépésként** az NFFS célrendszerének figyelembevételével meghatároztuk a fenntarthatósági értékelés – megújuló energiahordozóktól független – szempontrendszerét. **Össességében 40 indikátort vettünk figyelembe hat indikátorcsoportba sorolva:**

1. Természeti erőforrások igénybevétele
2. Környezeti terhelések, kibocsátások
3. Ökoszisztéma szolgáltatások igénybevétele
4. Hozzájárulás a humán (emberi) erőforrások megerősítéséhez
5. Hozzájárulás a társadalmi erőforrások megerősítéséhez

² 18/2013. (III.28.) OGY határozat a Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégiáról

6. Hozzájárulás a gazdasági erőforrások megerősítéséhez

Az egyes indikátorok meghatározásánál számos nemzetközi elemzésre támaszkodtunk; többek között (MOLDAN B. ET AL 2012) fenntarthatósági értékelésére, továbbá a társadalmi és gazdasági szempontok tekintetében (EDENHOFER O. ET AL 2013) és (CARRERA D.G., MACK A. 2010) tanulmányaira alapoztunk. Az első három indikátorcsoport a hátrányokat, a fenntarthatóság felé való átmenet akadályait jeleníti meg, míg a 4.-6. indikátorcsoport az előnyöket, a fenntartható fejlődést előmozdító

tényezőket reprezentálja. **Az indikátorok megfelelnek a Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégia célrendszerének és kiegyensúlyozottan írják le az energia-gazdálkodás természeti erőforrásokkal, környezeti igénybevételekkel kapcsolatos hatásait, valamint társadalmi, gazdasági és humán következményeit.**

A módszertanfejlesztés **második lépéseként az energiagazdálkodás technológiai életciklusának általánosított rendszerét határoztuk meg**, melynek keretében a megújuló energiaforrások életciklusát 12 fázisra bontottuk (1. táblázat):

1. táblázat: Az energiagazdálkodás technológiai életciklusának általánosított rendszere
Forrás: saját szerkesztés

1. Természeti erőforrás előállítása, kitermelése és primer energiahordozóvá alakítása
1.1. Gazdálkodás a természeti erőforrással (pl. ültetvény művelése)
1.2. Természeti erőforrás kitermelése (pl. biomassza betakarítás, bányászat)
1.3. Energiahordozó (pl. kőolaj, termény) szállítása
1.4. Energiahordozó feldolgozása primer energiahordozóvá (pl. aprítás)
1.5. Primer energiahordozó raktározása, szállítása
2. Primer energiahordozóból hő- és villamosenergia, közlekedési üzemanyag előállítása
2.1. Feldolgozó infrastruktúra építése (pl. erőmű létesítés)
2.2. Feldolgozó infrastruktúra működtetése (pl. erőmű működtetése)
2.3. Hő- és villamosenergia, közlekedési üzemanyag szállítása
3. Hő- és villamosenergia, közlekedési üzemanyag felhasználása
3.1. Hő- és villamosenergia, közlekedési üzemanyag fogyasztása, felhasználása
4. Hulladékfázis
4.1. Feldolgozó infrastruktúra lebontásából származó hulladék újrahasznosítása, kezelése
4.2. Infrastruktúra működtetése során keletkező hulladék újrahasznosítása, kezelése
4.3. Hulladék szállítása

Az általánosított életciklus fázisai megfelelnek az életciklus elemzések során szokásosan alkalmazott kategóriáknak, melyek relevanciája (azaz, hogy az egyes fázisok „számítanak-e” a vizsgálatban) az értékelt energiahordozó hasznosítás technológiai lehatárolásától függ.

A módszertan harmadik lépéseként egy standard hatásmátrixot alkottunk a fenntarthatósági értékelés szempont rendszere (40 db indikátor) és az energiagazdálkodás általánosított technológiai életciklusa (12 fázis) alapján. Az értékelő mátrix kialakítása és az értékelés elvégzése során a stratégiai környezeti vizsgálatoknál alkalmazott módszertani tapasztalatokra építettünk (PÁLVÖLGYI ET AL, 2011). A mód-

szertan **negyedik lépésében 6 db fenntarthatósági teljesítmény indexet képeztünk a fent bemutatott 6 indikátorcsoporthoz rendelve.** Az indikátorok képzése a 6 db al-mátrix súlyozott sor-összegeivel történt, a 40 db indikátorhoz tartozó súlytényezőket úgy választottuk meg, hogy mind a hat indikátor-csoportban – az indikátorok számától függetlenül – az index értéke -100 és +100 közé essen. (Megjegyezzük, hogy a 40 db indikátor további súlyozására van mód – hiszen értékelési szempontként fontosságuk, jelentőségük különböző –, azonban jelen vizsgálatban a „jelentőség” vonatkozásában nem tettünk különbséget az indikátorok között.).

A fenti módszertan alapján a vizsgált energiagazdálkodási folyamatot 6 komp-

lex mutatóval (fenntarthatósági teljesítmény indexszel) jellemezzük:

2. táblázat: Megújuló energiaforrások fenntarthatósági teljesítményét jellemző komplex mutatók, Forrás: saját szerkesztés

Igénybevételek, terhelések, negatív hatások	Lehetőségek, tovagyrúzó pozitív hatások
1. Természeti erőforrás-igény index	4. Humán (emberi) erőforrás index
2. Környezetterhelési index	5. Társadalmi erőforrás index
3. Ökoszisztéma szolgáltatás-igény index	6. Gazdasági erőforrás index

Megjegyezzük, hogy a bemutatott pontrendszer-alapú komplex fenntarthatósági értékelés nem tekinthető abszolút „fenntarthatósági kinyilatkoztatásnak”, alkalmazása alapján nem lehet „ítéletet” alkotni a

vizsgált megújuló energiaforrások fenntarthatósága fölött. Összehasonlításra, a fenntarthatósági teljesítmény összetevőinek kvázi-objektív alapú meghatározására tekinthető alkalmasnak.

Eredmények

Kutatásunk során 18 különböző megújuló energia-hasznosítási technológiára végeztük el az életciklus-szemléletű fenntarthatósági értékelést. Jelen cikk keretében ebből három – hazai viszonyok között tipikusnak tekinthető – esetvizsgálatot mutatunk be:

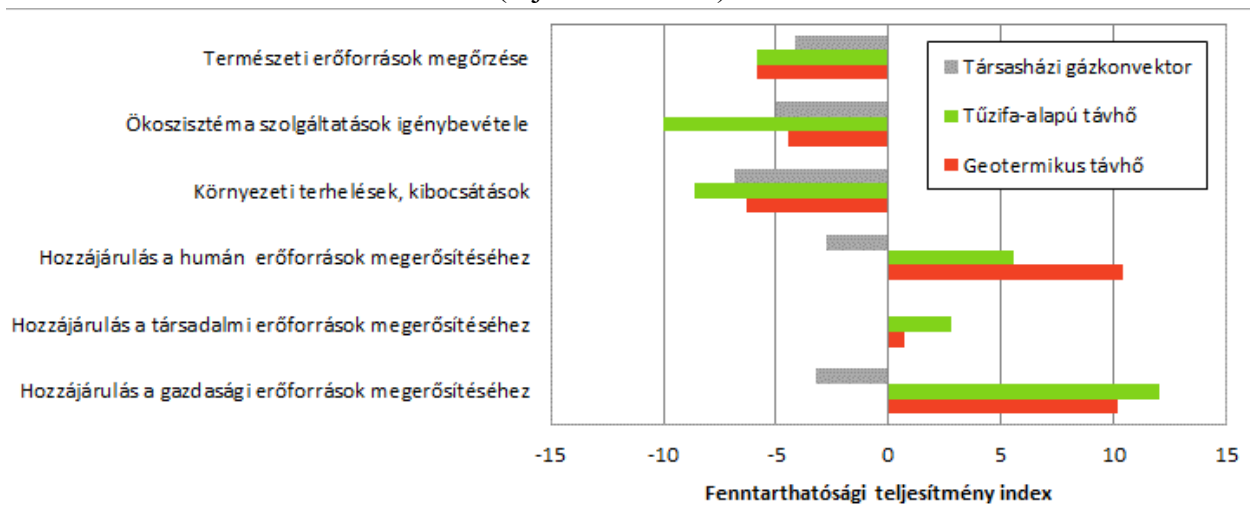
- Megújuló alapú távhő termelés (geotermia és biomassza);
- Fotovillamos napenergia hasznosítás;
- Megújuló energia mix aggregált fenntarthatósági teljesítménye.

Távhőtermelés megújuló alapokon

Ezen vizsgálat keretében a biomassza-alapú távhő termelést és a geotermikus távhőtermelést vetettük össze fenntarthatósági szempontból. (Biomassza hasznosítás alatt az eróművi tűzifa felhasználást értjük.) Mindkét technológia elterjedt Magyarországon; a megújuló energiahordozókhoz kapcsolódó EU-s kötelezettségek teljesítése e technológiák növekvő részesezését vetíti előre. Mind a biomassza-, mind a geotermia-alapú hőtermelés esetében a közel nulla CO₂ mérleg mellett a „másik

serpenyőben” a fakitermelés természeti aggályai, illetve a használt termálvíz okozta környezeti problémák állnak, de nem hagyhatjuk figyelmen kívül a megújuló energiaforrás értéklánc gazdaságfejlesztési, foglalkoztatási hatásait sem. Ezesetben a megújuló alapú távhőtermelési módokat a Magyarországon legerjedtebb fűtési és HMV (használati melegvíz) rendszerrel, a gázkonvektor társasházi alkalmazása fűtémóddal, mint „összehasonlítási alapvonnallal” vetettük össze.

1. ábra: Biomassza-alapú és geotermikus távhő termelés fenntarthatósági értékelése (saját szerkesztés)



Főbb megállapításaink a következők:

Mindhárom energiahordozó esetében egyértelműen negatív a fenntarthatóság környezeti pillérének indikátorcsoportjaira gyakorolt hatás. Figyelemreméltó, hogy **mindkét vizsgált megújuló energiahordozó esetében a természeti erőforrás index valamivel rosszabb értéket ért el a földgáznál**, ennek elsődleges oka, hogy nagymértékű fosszilis és villamosenergia energiahordozó igény azonosítható a biomassza esetében a fakitermelés, aprítás, szárítás, szállítás terén, míg a geotermia esetében a használt termálvíz visszasajtolása terén.

Az „**Ökoszisztéma szolgáltatások igénybevétele**” index értékelése során megmutatkozott a szilárd biomassza hátránya, mivel az jelentős terület és talaj igényvel, tájhasználattal és biológiai erőforrás, azaz fa igénybevétellel jár. Ez arra hívja fel a figyelmet, hogy **a tűzifa erőművi felhasználásának fenntarthatósági korlátai vannak**, ennek mértékét, térbeni megoszlását azonban nem ismerjük.

A „**Környezeti terhelések, kibocsátások**” index vonatkozásában az értékelés során nem mutatkozott szignifikáns különbség a három vizsgált energiahordozó között. A gázkonvektor esetében elsősorban a földgáz kitermelése és elégetése során kibocsátott légszennyező anyagok állnak. A legje-

lentősebb mértékű környezeti terhelést a biomassza távhő célú felhasználása során a fa elégetése jelenti, de a fakitermelés és a szállítás során is számottevő kibocsátások azonosíthatók. **Mindemellett a levegőtisztaság tekintetében mérsékelt pozitív hatás azonosítható a faültetvények CO₂-megkötő hatása miatt.** A geotermikus energia esetében a kitermelésből és a visszasajtolásból fakadóan a felszín alatti vizek és a földtani közeg terhelése a legjelentősebb, továbbá kiemelkedő a szennyvizek általi felszíni víz terhelés is.

A „**Humán (emberi) erőforrások**” indexet vizsgálva arra jutottunk, hogy a biomassza humán erőforrás megerősítéséhez való hozzájárulása ellentétes hatásokat rejt magában, hiszen az emberi egészségre gyakorolt hatás a kitermelés, illetve az erőmű létesítése és működése során negatív hatású, a felhasználói oldalon azonban előnyökkel jár. **A geotermikus energia nagymértékben hozzájárul a fenntarthatóság humán pillérének erősítéséhez**, elsősorban az energiatudatosságra, szemléltre gyakorolt pozitív hatás, továbbá az oktatással, képzéssel összefüggő lehetőségei révén.

A „**Társadalmi erőforrások**” index mindhárom esetben csekély mértékűnek tekinthető; a biomassza- és geotermia alapú távhő a társadalmi erőforrások megerősítéséhez munkahelyteremtő potenciáljával

val, az energiaszegénység mérséklésével járul hozzá. A tűzifa esetében az erdőgazdálkodás további kisebb előnyöket mutat a társadalmi különbségek mérséklésével.

A „Gazdasági erőforrások” index esetében a gázkonvektor társasházi alkalmazása nem járul hozzá e szempont megerősítéséhez, hiszen az energetikai függőségi helyzet fokozásában játszik szerepet, gátolja a megújuló energiaforrások elterjedését, nem

alakít ki a vállalkozások között új együttműködések. A biomassa távhő célú felhasználása azonban **jelentősen hozzájárul a gazdasági erőforrások gyarapításához**, erőművi oldalon az energiahatékonyság, a felhasználói oldalon az „okos mérők” elterjedése révén. A geotermikus energia hozzájárulása is kiemelkedő a gazdasági erőforrások megerősítéséhez, elsősorban a K+F és innováció vonatkozásában.

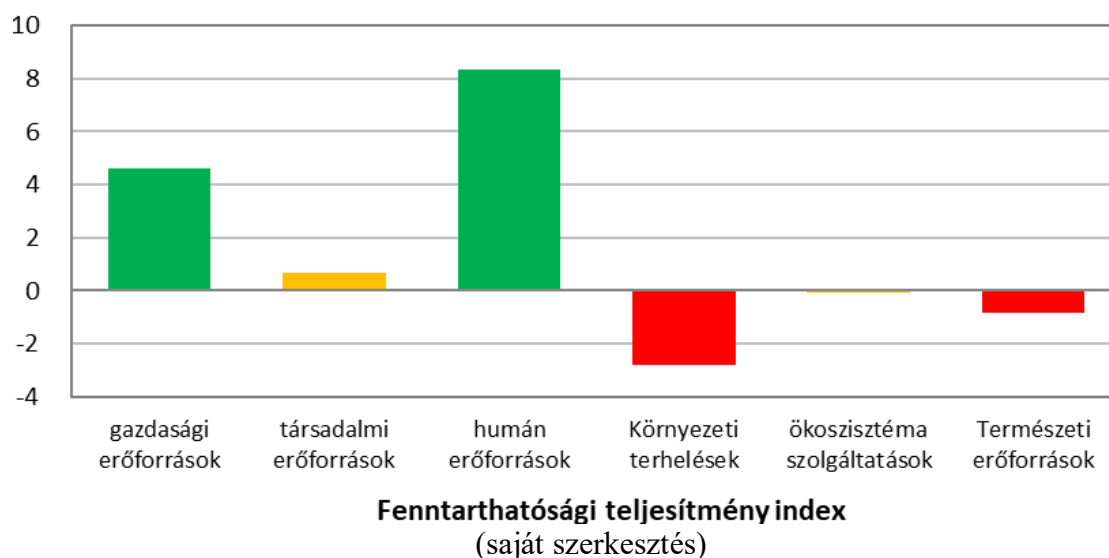
Fotovillamos napenergia hasznosítás (PV)

Napjainkban világszerte – így Magyarországon is – fellendülőben van a napenergia villamosenergia-termelési hasznosítása. Jelen kutatás keretében a tetőkön elhelyezett PV hasznosítás fenntarthatósági teljesítményét vizsgáltuk (a fotovillamos naperőműveket itt nem vettük figyelembe). Feltételeztük, hogy az épületeinken elhelyezett napelemek hazai gyártásúak, azaz nem számoltunk a távol-keleti import kedvezőtlen szállítási és gazdaság-fejlesztési következményeivel.

Főbb megállapításaink a következők:

A PV technológia **kisebb mértékű, de egyértelműen azonosítható környezet-terheléssel** jellemezhető. A környezeti elemeket terhelő kibocsátások a PV cellák gyártási technológiájához kapcsolódnak, továbbá a leszerelt PV cellák újrahasznosítása sem megoldott. Lényeges, hogy a hazai forrásból származó napelemek jelentős „környezeti előnnyel” rendelkeznek; akár az importhoz, akár a naperőművekhez képest: a távol-keleti beszállítással épülő nagyobb naperőművek környezeti terhelési indexe akár a -10 értéket is elérheti.

2. ábra: Fotovillamos napenergia hasznosítás fenntarthatósági teljesítménye



A vizsgált napenergia hasznosítás **kis mértékében igénybe vesz természeti erőforrásokat**. A gyártási technológia energia- és ásványi nyersanyag igényes, de ezek mértéke – az élettartamra vetített áramtermelésre vetítve – nem jelentős. Ugyanakkor a PV fosszilis energiahordozókat vált ki, így hozzájárul az energiahordozó-készletek megővéséhez. Az ökoszisztéma szolgáltatásokra gyakorolt hatás elhanyagolható, de ez csak a tetőkön elhelyezett napelemekre igaz

A napenergia-hasznosítás **számottevő mértékben hozzájárul az emberi erőforrások megerősítéséhez**. Az épületeken elhelyezett napelemek hozzájárulnak az életminőség, lakhatási körülmények javításához, segítik a környezet- és energiatudatos szemlélet elterjesztését. Közvetve elő-

segítik a megújuló energiahordozókkal kapcsolatos információk és ismeretek megosztását, az innovatív megoldások „divatjának” kialakítását. A PV – szintén közvetve – hozzájárul a munkahelyteremtéshez (napelem szerelő szakma), ugyanakkor a társadalmi különbségek mérséklése terén negatív hatás azonosítható.

A PV technológia **számottevően hozzájárul a gazdasági erőforrások megerősítéséhez** is. Az épületeken elhelyezett napelemek az építéshez kapcsolódó műszaki fejlesztések, innovációk egyik jelentős hajtóerejét képezik, segítik a zöldgazdaságfejlesztést. A PV technológia legnagyobb gazdasági erőssége az energetikai „önellátás”, azaz az energetikai függőségi helyzet mérséklése.

A hazai megújuló energiamix fenntarthatósági teljesítménye

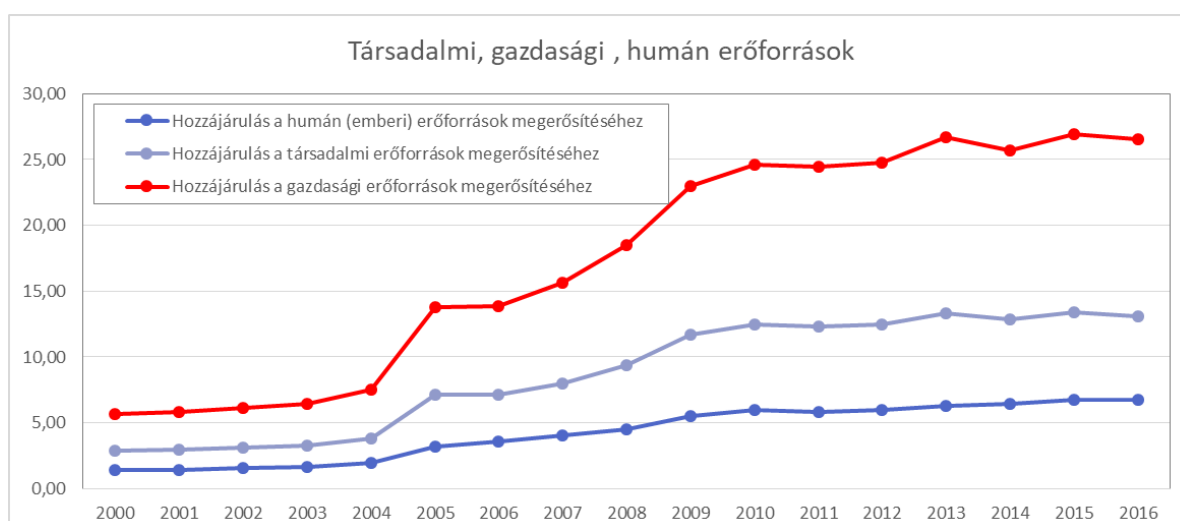
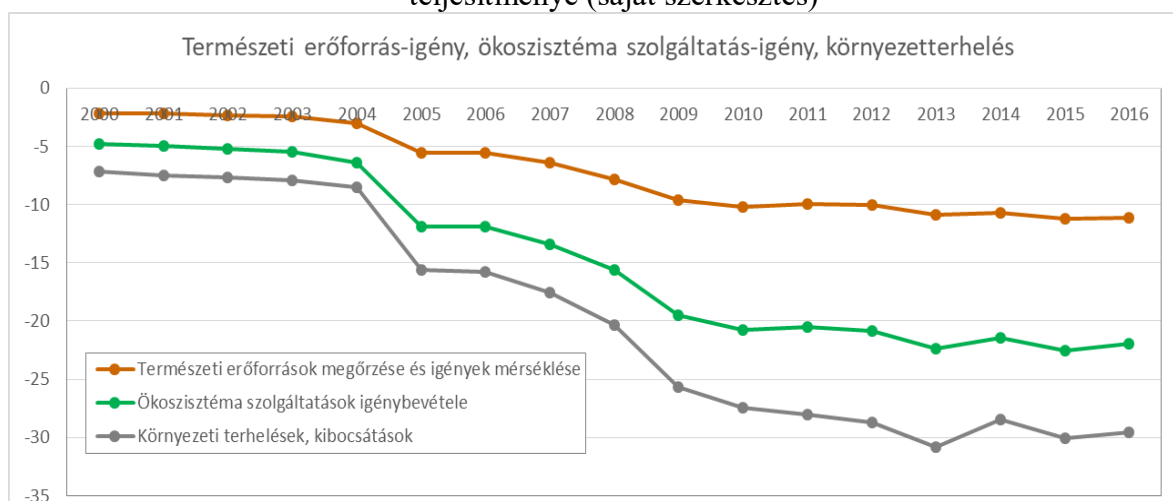
Fontos kérdés, hogy – a különböző megújuló technológiák elterjedtségének figyelembevételével – hogyan alakul a nemzetgazdaság egészére jellemző, aggregált fenntarthatósági teljesítmény. Ennek időbeni alakulását vizsgáltuk a 2000-2016 időszakra, a következő megújuló energiahordozók figyelembevételével:

- erőművi, fűtőművi biomassza (tűzifa, szalma, kommunális hulladék égetése) és biogáz használat;
- háztartási és közületi fűtési célú biomassza használat (tűzifa, szalma);
- geotermikus energia hasznosítása (távhő, mezőgazdaság).

A vizsgált 16 éves időszakban a megújulók részesedése a teljes végső energia felhasználásban 3,5%-ról 14,2%-ra növekedett. (MEKH, 2018). Ha a megújulók összetételét vesszük szemügyre, akkor sajátos aránytalanságot tapasztalhatunk: a teljes hasznosított megújuló energiahordozókon belül a szilárd biomassza részaránya a teljes időszakban 83-87% között alakult, míg

a nap-, a szél- és vízenergia hasznosítás együttesen még 2016-ban sem érte el a 4%-ot. Ez a jellegzetesség – azaz az igen jelentős biomassza arány a hazai megújulóknak – meghatározó „lenyomatot” hagy a fenntarthatósági teljesítményen is. Különösen figyelemreméltó, hogy a tűzifa háztartási elégetése önmagában 50%-os részarányt képvisel a megújulós mixben. Ez azért is adhat okot aggodalomra, mivel ez a fűtőmód sokszor illegális fakitermelésen alapszik, továbbá az elavult fűtési eszközökben a nem légszáraz fa elégetése számottevő szálló por szennyezésre vezet. A teljes megújulós energiamix aggregált fenntarthatósági teljesítményének idősorát a 2. fejezetben bemutatott 6 db indikátor csoportra, az egyes technológiák fenntarthatósági teljesítményének és ezek megújulós energiamixben megmutatózó – időben változó – részarányának figyelembevételével határoztuk meg.

3. ábra: A magyarországi megújuló energiahordozó hasznosítás aggregált fenntarthatósági teljesítménye (saját szerkesztés)



Főbb megállapításaink az alábbiak:

A megújulók okozta környezetterhelés, természeti erőforrás igény és ökoszisztéma-szolgáltatások igénybevétele folyamatosan és jelentős mértékben romlott. Ennek elsődleges oka, hogy a megújuló energiahordozók végső energiafogyasztásban növekvő részaránya szinte változatlan „biomassza-túlsúlyos” forrás szerkezetben valósul meg. A biomassa (különösen a szilárd biomassa) hasznosításának fenntarthatósága – legalábbis környezeti és természeti dimenziókban – kérdéses.

A legutóbbi években stagnálnak a környezetterhelés, természeti erőfor-

rás igény és ökoszisztéma-szolgáltatások fenntarthatósági indikátorai. Bizakodásra adhat okot, hogy a jövőben várhatóan jelentősen bővül a PV részaránya a megújulós mixben, így e kedvező tendencia várhatóan folytatódik, erősödik. **A gazdasági, társadalmi és humán fenntarthatósági dimenziókban** a magyarországi megújulós mix egyértelműen javuló tendenciát mutat. Itt ismét a jelentős túlsúlyú biomassa hatása mutatkozik meg, különösen a „low-tech” ágazatokban a munkahelyteremtés, az energiaszegénység leküzdése és az erdészeti közmunkaprogramok miatt.

Összefoglaló konklúziók

A bemutatott módszertan megfelelő értékelési keretrendszert biztosít a megújuló energiahordozók több-szemponotú, komplex fenntarthatósági értékeléséhez. A kidolgozott 6 fenntarthatósági teljesítmény index meghatározásával lehetőség nyílik az előnyök és hátrányok összehasonlító mérlegelésére. A vizsgált 18 db különböző megújulás technológia komplex, életciklus szemléletű vizsgálata lehetővé teszi e technológiák fenntarthatósági szemléletű rangsorolását, azaz a **fenntarthatósági piramis megalkotását**. A megújulás piramis lehetővé teszi a megújuló energiahordozók hasznosítására irányuló **helyi, térségi és országos energiapolitikák „finomhangolását”**, az egyes technológiák közötti választás környezeti, társadalmi, gazdasági szempontú differenciálását.

Magyarországon tartósan fennálló kedvezőtlen jelenség a szilárd biomassából előállított hő- és villamosenergia több, mint 85%-os aránya a megújuló mixben. A szilárd biomassza (elsősorban a tűzifa és

szalma) akár erőművi, akár háztartási alkalmazása számos – a kisméretű szálló por kibocsátására visszavezethető – környezetegészségügyi problémára vezet; gyengíti az ökoszisztéma-szolgáltatásokat (pl. a szalma, mint talajerő-utánpótló), csökkenti a természeti erőforrások készleteit (pl. erdők). **A magyarországi megújuló-mix fenntarthatósági teljesítményét, így elsősorban a szilárd biomassza jellegzetességei határozzák meg.** A legutóbbi években kibontakozó kedvező tendencia a decentralizált fotovillamos napenergia hasznosítás dinamikus bővülése: ezen megújulás technológia rendelkezik az egyik legjobb fenntarthatósági teljesítménnyel. Amennyiben az elkövetkező években tovább folytatódik a PV technológia elterjedése, úgy számottevően javulhat magyarországi megújuló mix fenntarthatósága.

A kutatás továbbvitele során nemzetközi összehasonlítást készítünk az aggregált fenntarthatósági indikátorokra.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Emberei Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a BME FIKP-BIO tématerületi programja keretében. A

Szerzők köszönetüket fejezik ki Mészáros Gézának, aki közreműködött az egyes technológiák fenntarthatósági értékelésében.

Felhasznált irodalom

A Kormány 1002/2011. (I. 14.) Korm. határozata Magyarország Megújuló Energia Hasznosítási Cselekvési Tervével összefüggő egyes feladatokról

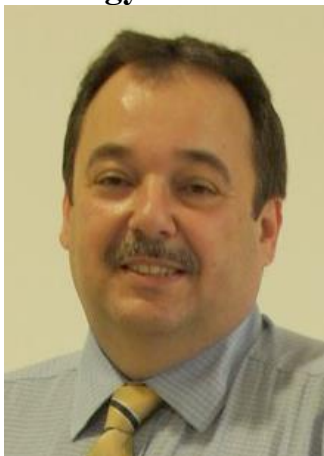
Az Országgyűlés 18/2013. (III.28.) OGY határozata a Nemzeti Fenntartható Fejlődés Keretstratégiáról

[Buytaert V.](#), [Muys B.](#), [Devriendt N.](#), [Pelkmans L.](#), [Kretschmar J.G.](#), [Samson R.](#) 2011. Towards integrated sustainability assessment for energetic use of biomass: A state of the art evaluation of assessment tools. [Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol. 15.](#) [Mol&Leuven&Andtwerpen, 3918–3933](#)

- [Carrera](#) D.G., [Mack](#) A. 2010. Sustainability assessment of energy technologies via social indicators: Results of a survey among European energy experts. *Energy Policy Vol. 38*, Stuttgart, 1030–1039
- Dinya L. 2010. Biomassza-alapú energiatermelés és fenntartható energiagazdálkodás. *Magyar Tudomány Vol. 8.*, Budapest, 912–926
- Dinya L. 2018. Biomassza-alapú energiahasznosítás: a múlt és a jövő. *Magyar Tudomány Vol. 8.*, Budapest, 10.1556/2065.179.
- Dombi M., Kuti I., Balogh P. 2014. Sustainability assessment of renewable power and heat generation technologies. *Energy Policy Vol. 67.*, Debrecen, 264–271
- [Edenhofer](#) O., [Hirth](#) L., [Knopf](#) B., [Pahle](#) M., [Schlömer](#) S., [Schmid](#) E., [Ueckerdt](#) F. 2013. On the economics of renewable energy sources. *Energy Economics Vol. 40*, Berlin&Potsdam, S12–S23
- [Kalakula](#) S., [Malakulb](#) P., [Siemanondb](#) K., [Gania](#) R. 2014. Integration of life cycle assessment software with tools for economic and sustainability analyses and process simulation for sustainable process design. *Journal of Cleaner Production*, Lyngby&Bangkok, 1–12
- MEKH, 2018. Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal hivatalos statisztikái. <http://www.mekh.hu/hivatalos-statisztika>. Letöltés: 2018.11.08.
- [Moldan](#) B., [Janoušková](#) S., [Hák](#) T. 2012. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. *Ecological Indicators Vol. 17*, Praha, 4–13
- Pálvölgyi T., Kukely Gy., Mészáros G., Szabó É.E., Dönsz-Kovács T. 2011. Környezeti értékelés a Nemzeti Energiastratégia 2030-ig, kitekintéssel 2050-re c. dokumentum Stratégiai Környezeti Vizsgálatához. *Env-in-Cent Kft.*, Budapest
- Pehnt M. 2006. Dynamic life cycle assessment (LCA) of renewable energy technologies. *Renewable Energy Vol. 31*, Heidelberg, 55–71
- Popp J., Bai A. 2018. Megújuló energiaforrások, különös tekintettel a bioüzemanyag-gyártásra: Nemzetközi kitekintés. *Magyar Tudomány Vol. 8.*, Budapest, 10.1556/2065.179.
- Szlávik J., Sebestyén Szép T. 2018. A biomassza energetikai hasznosításának ökológiai lábnyoma. *Magyar Tudomány Vol. 8.*, Budapest, 10.1556/2065.179.

Szerzőink

Pálvölgyi Tamás



Pálvölgyi Tamás a földrajz-meteorológiai tudományok kandidátusa. Pályafutását klímakutatóként kezdte, majd a 90-es években a Környezetvédelmi Minisztériumban dolgozott különböző beosztásokban. 2000-tól a BME Környezetgazdaságtan Tanszék docense, számos energiagazdálkodással, éghajlatvédelemmel, stratégiai tervezéssel kapcsolatos tantárgy oktatója. Kutatási területe az éghajlatpolitika és a környezetpolitika, tudományos és népszerűsítő publikációinak száma meghaladja a százat. 2013-2017. között az MFGI igazgatóhelyettese, a Nemzeti Alkalmazkodási Központ vezetője volt. 2016-tól tanszékvezető, 2017-től választott tagja a BME Szenátusának. 2018-tól a Klímabarát Települések Szövetsége társadalmi szervezet szakmai-tudományos vezetője.

Simon Andrea



Simon Andrea környezetkutató, okl. környezetmérnök. Az alapképzést (BSc) az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi karának környezetkutató szakán végezte, majd a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyészmérnöki karán szerzett környezetmérnök diplomát. 2013-tól stratégiai értékelőként az Env-in-Cent Kft. kötelékében dolgozik, elsősorban stratégiai környezeti vizsgálatok (SKV), települési környezetvédelmi programok, továbbá Fenntartható Energia és Klímaakciótervek (SECAP) kidolgozásában vesz részt. Életrajzi cikluselemzéssel a BME Környezetgazdaságtan Tanszékén és a Pármai Egyetemen foglalkozott.

Környezetkímélő, élhető emberi lélettér

Velósy András – Dr. Józsa Zsuzsanna

irodavezető – senior kutató

ÉMI Fejlesztési Igazgatóság – Műszaki Fejlesztési Iroda

2000 Szentendre, Dózsa György út 26. avelosy@emi.hu, zsjozsa@emi.hu

Summary

In our article, we try to formulate the boundaries of the human living space, pointing to the inevitable fragmentation of standard-following and make recommendations for the architectural behavior we consider to be right - for the conceptualization, material choosing and structure design. We confirm our recommendations by showing two buildings which are close to our real principles. Finally we point out which principles are feasible for the environmental friendly, livable human living space what is given in the title.

Key words: living space, respect of standards, quality of life, bio comfort, recommendations

Kivonat

Cikkünkben megkíséreljük megfogalmazni az emberi lélettér határait, rámutatunk a szabványosság törvényszerű töredékességére és ajánlásokat fogalmazunk meg az általunk helyesnek ítélt építészeti viselkedéshez – a koncepcionáláshoz, az anyagválasztáshoz, a szerkezet kialakításhoz. Ajánlásainkat alátámasztjuk két valós – elveinkhez közelálló – épület felvillantásával. Végül rámutatunk arra, hogy milyen alapelvek mentén gondoljuk megvalósíthatónak a címben megfogalmazott környezetkímélő, élhető emberi lélettéreket.

Kulcsszavak: lélettér, szabványosság, életminőség, biokomfort, ajánlások

Bevezetés

Életünknek nagyobb részét épített környezetben töltjük. Épületeink építésére és üzemeltetésére igen sok előírás

vonatkozik, ezeknek teljesítése azonban nem feltétlenül biztosítja azt, hogy jól is érezzük magunkat ebben az lélettérben.

Hol húzódik egy lélettér határa? Meddig tart az építő felelőssége?

Az emberi lélettér igen kiterjedt, akár a használati igényekre, akár a használatból, vagy magából az épített környezetből eredő és levezethető hatásokra gondolunk.

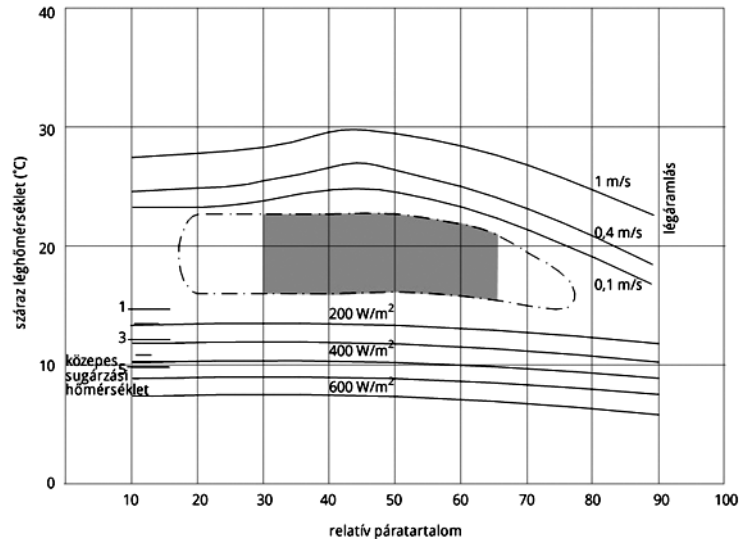
Az emberi lélettér említésekor legtöbbszörnek ennek ellenére, az aktuális „használati cella”, mint ennek az lélettérnek

a legtöbbet és legintenzívebben használt alapegysége jut eszünkbe.

Az ember – mint test-lélek-szellem egysége – tudományosan igazolt módon rendelkezik intim, személyes és társadalmi zónákkal (más felfogási módok szerint különböző energiaszintű és tartalmú aurákkal), ugyanígy épületeink is

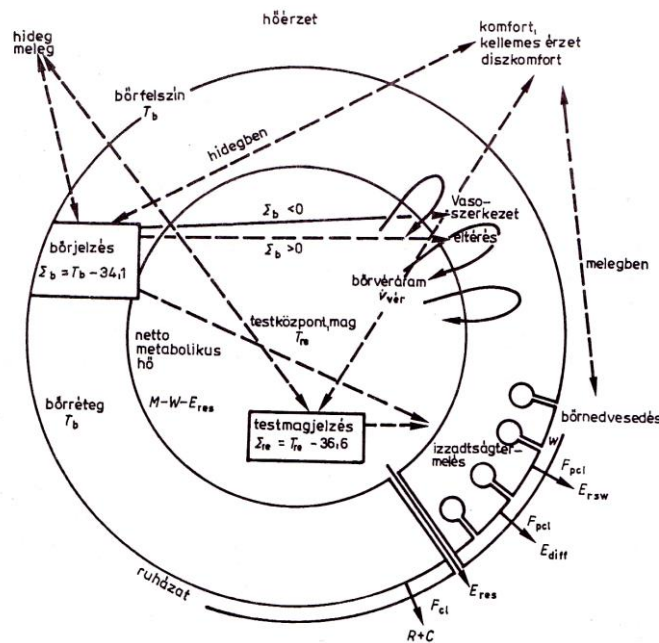
rendelkeznek mindezekkel, legfeljebb e zónák tartalmát mi, építők/használók egyéneként másként és másként érzékeljük, értékeljük. Ez, éppen ez teszi olyan nehézé az egzakt és mindenki számára elfogadható alapvetések megfogalmazását.

A használati komfort meghatározására számos kiváló hazai szakember vállalkozott már, de más nemzetek is feldolgozták, szabványosították statisztikai alapon megfogalmazott elvárásaikat, ajánlásait. (1. ábra)



1. ábra Olgyay-féle bioklimatikus diagram (1939!)

(Zöld A.: Passzív szolár fűtés. Ybl Miklós Műszaki Főiskola, Budapest, 1995)



2. ábra: Koncentrikus héj-modell

(Bánhidi L. – Kajtár L.: *Komfortelmélet*. Műegyetemi kiadó, Budapest, 2000)

T_b – bőr hőmérséklete; T_{re} – testközpont hőmérséklete; M – a testben termelt hő; W – a végzett tevékenység mechanikai munka-igénye; E_{res} – légzéssel leadott hő; R – sugárzással leadott hő; C – konvekcióval leadott hő; E_{diff} – diffúzióval leadott hő;

E_{rsw} – verejtékezéssel leadott hő; F_{pcl} – ruházat permeabilitása.

A testközpont napi átlaghőmérséklete 36,6 °C, az átlagos bőrhőmérséklet 34,1 °C.

Az ember és környezete közötti kapcsolatrendszer mutatja be a hőérzet modellezéséhez alkalmazott „koncentrikus héjmodell” (2 ábra). A testben termelt hőenergia egy részével az ember mechanikai munkát végez, másik része hőként szabadul fel.

Az épületet használók életminősége, komfortérzete s nem utolsósorban felelősségi területe is nagyon sok – többnyire láthatatlan - tényezőtől függ, ilyenek pl.:

- léghőmérséklet, felületi hőmérséklet, hőérzet, szoláris sugárzás
- nedvesség, szárazság, páratartalom
- légmozgás, huzat-érzet, légnyomás
- légtechnikai paraméterek, a levegő minősége: friss levegő hiánya, szellőztetlenség
- ionizáció, radon, szagok, gőzök, gázok (szénmonoxid, formaldehid), dohányfüst, porok, lebegő szálak
- pollen anyagok, spórák, gombák, baktériumok, vírusok
- zajosság, rezgések, mozgások
- megvilágítás hiánya vagy túlzott volta, színhőmérséklet, kontraszt, természetes fény
- a környezet (felületek, bútorok, burkolatok) színe, minősége

Attól, hogy szabványos, még nem biztos, hogy jó is...

Az építményekre vonatkozóan az Európai Unióban a 89/106 EGK építési direktívát fogalmazták meg, erre épülnek a 275/2013 (VII.16) Kormányrendelet szerinti alapvető követelmények:

- állékonyság, mechanikai szilárdság
- tűzbiztonság
- higiénia, egészség- és környezetvédelem

- elektromágneses sugárzás
- biztonságérzet, veszélyérzet, záruk mennyisége, biztonsági fokozata
- a ruházat hőszigetelő képessége, párolgást befolyásoló hatása
- az ember (életkora, neme) és végzett tevékenységének intenzitása
- egészségi és pszichés állapot: fáradtság, fejfájás, fogfájás, betegség, láz, reuma
- a tér aránya, mérete – zsúfoltsága, üressége, szeparáltsága
- otthonosság – minden a helyén van, ergonómia
- növények, kapcsolat a természettel

Az igények mellé szándékosan emeltük be a felelősség kérdéskörét is, mert nem mindegy, hogy saját komfortzónánkat milyen áron, adott esetben környezetünk jogos igényeinek kisebb-nagyobb csorbítása árán tudjuk-e nekünk tetsző módon kialakítani. Ezeket az együttélési szabályokat is szolgálják eredetileg kifejezetten a műszaki megfelelőséget szem előtt tartó szabványaink, de...

- biztonságos használat, akadálymentesség
- zaj és rezgés elleni védelem
- energiatakarékosság és hővédelem
- élet- és vagyonvédelem
- természeti erőforrások fenntartható használata.

Hiányzik ezek közül az, hogy az épületek fenntartására és karbantartására is kell gondolni annak élettartama során, és hogy az épületnek szépnek kellene lennie, az élhető emberi környezetet esztétikailag is biztosítani kellene.

A fenti lényegi hiányok mellett elterjedt gyakorlat ezek közül csak az energetikával és/vagy csak a fenntarthatósággal foglalkozni. Nagyon fontosnak tartjuk

Ajánlásaink

Az épület tervezése során össze kell hangolni a funkcionális, az energia-hatékonysági, a komfortminőségre vonatkozó, a fenntarthatósági illetve ökológiai szempontokból megfogalmazott igényeket, és az épület teljes életciklusára kell azt optimalizálni.

Javasolt alkalmazandó építőanyagok, szerkezetek:

A tartószerkezetek alkalmasságát az erőtani igények nagy mértékben meghatározzák, de amennyiben a tartószerkezetek közvetlenül határosak a tervezett használati térrel, abban az esetben anyaguk, kialakításuk feltétlenül olyan kell legyen, ami tisztán tartható, allergénektől és az élő szervezetekre káros anyag-kibocsátástól mentes, valamint az általános épületszerkezeti igényeknek is megfelelő (tűzvédelem, esztétika, a használati tér hőmérsékletétől csak kis mértékben eltérő felületi hőmérséklet... stb.)

Az egyéb határoló épületszerkezetekre – legyenek azok transzparenszek vagy tömörek – igazak kell legyenek a tartószerkezetekre vonatkoztatott igények is, de ki kell egészülniük a belső használati komfort egészséges és gazdaságos kialakítására - és ehhez kapcsolódóan a légállapot jellemzők teljesítésére – vonatkozó elvárásoknak.

annak hangsúlyozását, hogy ha a felsorolt követelményekből bármit kiemelünk, és CSAK azzal foglalkozunk, egészen biztosak lehetünk abban, hogy tévúton járunk.

Az egyetlen előremutató viselkedés véleményünk szerint az elvárásaink holisztikus, egymással és a világ egészével összehangolt kezelése.

Mit jelent ez a használó nyelvére lefordítva?

Mindenek előtt azt, hogy a használati térben (itt elsősorban tartós emberi tartózkodásra szánt tereket fogalmazva meg, úgy, mint lakó, pihenő, munka és egészség helyreállítás célú építészeti terek) legyen kellő mértékű természetes fény bebocsátás és annak mértéke legyen szabályozható. Ugyanígy a természetes fényárammal együtt járó sugárzó hőenergia is legyen bebocsátható, de mértéke legyen szabályozható. (A két funkció csak látszólag fedi egymást, a valóságban nem feltétlenül azonos műszaki megoldások szükségesek a két létfontosságú funkció teljesüléséhez.) Legyen lehetőség a bent tartózkodók igényeihez és aktivitásuk mértékéhez igazodó lég- és szerkezeti/felületi hőmérséklet biztosítására, természetesen ugyancsak az elvárt dinamikával szabályozható módon.

A túlságosan lassú reakcióidejű szerkezetek és gépészeti megoldások általában komfortérzet- és teljesítményromlást, szélsőséges esetben megbetegedéseket okoznak. Ugyanakkor – a mi felfogásunk szerint – a beavatkozási lehetőségek és azok érzékenysége, finom hangolhatósága nem kell, hogy a végtelenségig követni tudjon minden szélsőséges és esetenként dinamikus lefutású felhasználói igényt. A legvégső „finomhangolást” ugyanis nem a nagy

értékű és stabilan beépített épület- illetve épületgépészeti rendszerek, hanem az emberi viselkedés, öltözködés feladata „elvégezni”. Magyarán, az igazán „okos ház” nem egyszerűen kiszolgálja az adott esetben akár irreális felhasználói igényeket, hanem interaktívan vagy passzívan tereli, koordinálja, tanítja is használóját.

Ma már arra is van példa, hogy szemléletváltással, fűtés, hűtés és gépi szellőztetés nélkül is üzemel 5 szintes irodaház. Ez a low-tech épület 2013-ban Ausztriában Lustenauban épült a Bauschlager Eberle építésziroda tervei alapján (3. ábra).

A cél az volt, hogy a belső térben a hőmérséklet 22-26 °C között maradjon egész évben, és mindezt természetes úton biztosítsák. (Elnevezése is innen származik, „Building 2226”)

A szabadon álló, kocka alakú, kompakt épület falait két rétegben, hőszigetelő és hanggátló 38+38 cm vastag vázkerámia falazóelemekkel építették, homlokzata fehér, meszes vakolat.

A 3 rétegű üvegezéssel ellátott ablakokat a fal belső síkján helyezték el, hogy árnyékolásuk megfelelő legyen, ezt a déli oldalon függönyök egészítik ki. A szellőzés érdekében a nyílászárókkal egybeépített fa borítású nyitható sávokat alakítottak ki. Ezek automatikusan kinyílnak, ha túlzottan magas a széndioxid tartalom.

A nyári túlmelegedés elleni védelmet az éjszakai szellőztetés és a falazat nagy hőtároló tömege biztosítja. A téli hővesztesség pótlásához elegendő az emberek hőleadása, az elektromos készülékek hulladékhője, így a számítógépek és egyéb irodai berendezések, a lámpák melege. A viszonylag nagy belmagasság (a földszinten 4,5 m, az emeleteken 3,4 m) miatt kellemes a belső térérzet és a természetes megvilágítás.

Az épület 5 év óta jól működik.



3. ábra: A Building 2226 irodaház Lustenau
(<https://www.baumschlager-eberle.com/werk/projekte/projekt/2226/>)

Saját és sajátos építészeti hagyományaink (tornácok, verandák, zsaluk, árnyékolók, erős ereszkiülés,... stb.) alkalmazásával, napterek, átriumok okos kialakításával élhető, komfortos tereket hozhatunk létre nem csak lakóházak esetén, hanem műterem, iroda, kisebb műhely céljára is.

Végezetül idézni szeretnénk Kapy Jenő gondolatait, amiket a 4. ábrán látható épülete igazol:

„Az építészet minden korban kapcsolatban volt a legkorszerűbb technikai megoldásokkal, ismerte és használta ezeket. Az épületnek láttatnia kell a korát, amiben épült, egyúttal meg kell jelenítenie a kontinuitást, azaz a múltat, a hagyományt is. Akkor tartok jónak egy épületet, ha ezt a kettős kódolást létre tudja hozni.”



4. ábra: Kapy Jenő: Családi ház a Normafánál – Hagyomány és korszerűség
(http://www.teglasszovetseg.hu/index.php?option=com_k2&view=item&id=981:hayomany-es-korszeruseg&year=2018&month=5&Itemid=95&lang=hu)

Összefoglalás

Széles körű oktatási és szakmai tapasztalatainkra támaszkodva néhány pontban megfogalmazhattuk javaslatainkat arra nézve, hogy a címben foglalt értékek megvalósulásához – ha csak csekély mértékben is, de – hozzájárulhassunk.

Ajánlásainkban az élettérre és az azt határoló anyagokra, szerkezetekre is igyekeztünk kitérni, felvillantva az egyszerűség járható ösvényét két olyan példán keresztül, amik már évek óta igazolják alkotóik szelíd önmérséklettel

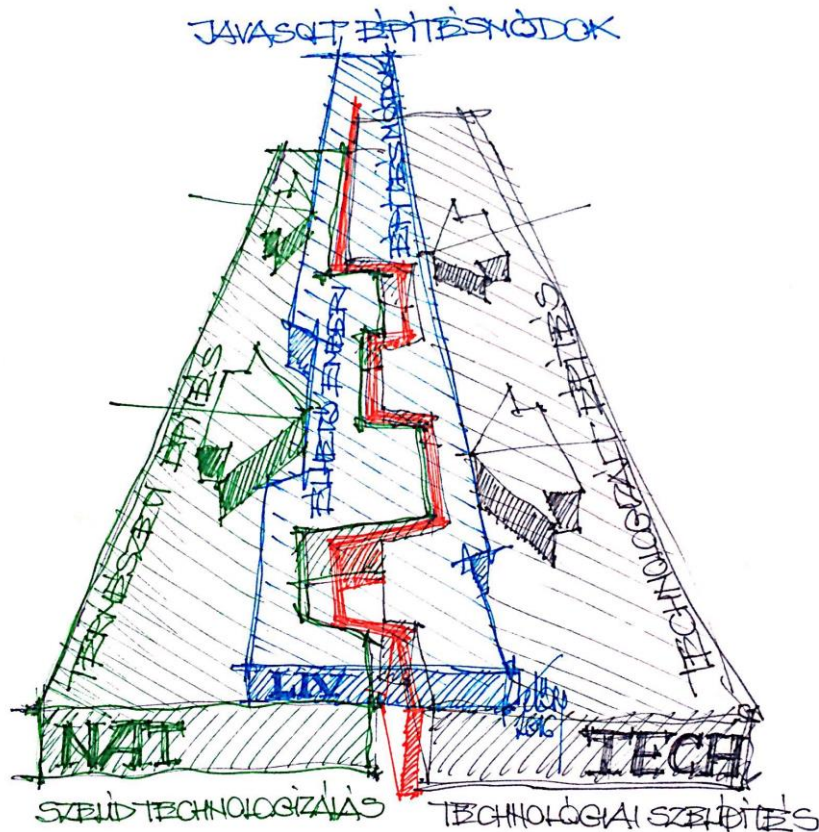
megfogalmazott építészeti és szerkezeti megoldásainak életképességét .

Jogos törekednünk arra is, hogy anyagaink, szerkezeink természet közeleiek legyenek, és előállításuk, beépítésük, üzemeltetésük is takarékos és környezetkímélő legyen. Az ehhez szükséges pontos patikamérleg – minden szoftveres törekvés és adatbázis építés ellenére – jelenleg még hiányzik építészetünk eszköztárából.

Úgy véljük, egyelőre csak arra vállalkozhatunk, hogy megkíséreljük megfogalmazni azt a helyes cselekvési

zónát magunk és utódaink számára, amiről biztos tudhatjuk, hogy benne húzódik a természetes építést a magasan technológizált építéstől elválasztó – de érdekek és értékrendek különbözősége

miatt azonban egyértelműen soha meg nem rajzolható – piros elválasztó vonal. (5.ábra)



5. ábra:

A járható ösvény a természetes és a technológizált építés határmesgyéjén
(Velösy András, PhD kézirat, 2016)

7 Konklúzió

Reméljük rávilágítottunk építészeti törekvéseink és szabályozási módszereink ellentmondásosságára, ugyanakkor bízunk abban, hogy sikerült rámutatnunk a holisztikus építészeti és szerkezeti megközelítés ígéretes és reményteljes voltára.

Nem törekedhettünk a téma teljességének kibontására, ugyanakkor hisszük, hogy a

cikkünkben megfogalmazott biztató remény hiányában nem lett volna értelme tollat ragadnunk.

Írásunk szándéka és értelme abban áll, hogy úgy véljük, létezik egy jó és élhető életterek teremtő olyan építészet, ami használó- és környezetkímélő módon hosszú-hosszú évtizedekre fenntartható.

Irodalom:

Bánhidi L. – Kajtár L: *Komfortelmélet*.
BME Szolgáltató Kft., Budapest,
2000

Building 2226 Lustenau
<https://www.baumschlager-eberle.com/werk/projekte/projekt/2226/>
(letöltve 2018.11.15.)

Zöld A.: Passzív szolár fűtés. Ybl Miklós
Műszaki Főiskola, Budapest, 1995

Kapy Jenő 2018.05.03.

Hagyomány és korszerűség
http://www.teglasszovetseg.hu/index.php?option=com_k2&view=item&id=981:haqyomany-es-kor-szeruseg&year=2018&month=5&Itemid=95&lang=hu (letöltve 2018.11.13.)

Velősy András 2016.

PhD kézirat, szigorlati jegyzet

Szerzőink

Velősy András



Velősy András (okl. építészmérnök, MBA, c.egy.docens) 2015 őszén csatlakozott ismét az ÉMI munkatársi köréhez. A Műszaki Fejlesztési Iroda vezetőjeként elsősorban a Miskolci Egyetemen és több ipari partnerrel közös FIEK projekten dolgozik, mint két kutatási részprojekt szakmai vezetője. Mindkét szakterületen saját fejlesztési ötletekkel és azok konkrét megvalósításával járul hozzá a kutatási-fejlesztési feladatok sikeréhez. Korábbi szakmai tevékenysége elsősorban épületszerkezeti és építéstechnológiai fejlesztéseket és e területeken egyetemi szintű oktatói feladatokat ölelt fel. E szakterületeken két hazai egyetemen jelenleg is tanít.

Józsa Zsuzsanna



Józsa Zsuzsanna (PhD, okl. építészmérnök, BME c. egyetemi tanár, épületrekonstrukciós szakmérnök) 2016 nyarán kapcsolódott be senior kutatóként az ÉMI Műszaki Fejlesztési Iroda és Miskolci Egyetem FIEK projektjébe. Szakterülete anyagvizsgálat és kutatás terén építőanyagok mechanikai és hő-, pára- és nedveségtechnikai jellemzőinek vizsgálata, tartóssága, az épített környezet védelme. Szerkezeti teherbíró könnyűbeton összetételének tervezése, a célnak legjobban megfelelő anyagtulajdonságok kiválasztása. Jelenleg is tart előadásokat a BME nappali és szakmérnök képzésben.

Körforgásos gazdasági megoldások technológiai-, környezeti- és költségértékelése életciklus szemlélettel

István Zsolt

osztályvezető, Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. (BZN),
zsolt.istvan@bayzoltan.hu

Sára Balázs

független tanácsadó, BZN külső szakértő,
bsaranet@gmail.com

Summary

The CIRCE2020 project, funded by the European Commission, aims to widen the application of the circular economy concept in the Central-European region, including Hungary. The selected circular alternatives for the treatment of waste streams are going to be assessed from technological-, environmental- and cost perspectives. The life cycle approach and related LCA and LCC methodologies have been adopted to the specific project goals. Our article describes the steps and major challenges of the development process regarding the CIRCE2020 assessment method.

Key words: circular economy, life cycle, LCA, PEF, LCC

Az Európai Bizottság által támogatott CIRCE2020 projekt a körforgásos gazdaság koncepcióját terjeszti a közép-európai régióban, köztük Magyarországon is. A projekt során vizsgált hulladékáramok körforgásos rendszerben történő kezelésére alkalmas alternatívák technológiai-, környezeti- és költség szempontból is értékelés alá kerülnek. Ennek keretében az életciklus szemlélet és az LCA, LCC módszertanok adaptálása is megtörtént a projekt céljainak megfelelően. Cikkünk a CIRCE2020 vizsgálati módszertan kifejlesztésének lépéseit és legfontosabb kihívásait mutatja be.

Kulcsszavak: körforgásos gazdaság, életciklus, LCA, PEF, LCC

Bevezetés

2018. május 30³-én lépett életbe az EU szélesebb körű körforgásos gazdaságpolitikájának (Circular Economy Policy) részeként egy ambiciózus jogszabálycsomag, amely elsősorban a hulladékgazdálkodás területén kíván 2025 és 2035 között elérni olyan hulladékfeldolgozási aránycélokat, amely Magyarország számára óriási kihívást jelent. Az Európai Bizottság abban bíz, hogy az elfogadott jogszabálycsomag segítséget nyújt majd a vállalkozásoknak és fogyasztóknak, hogy egy erősebb, nagyobb mértékben körforgásos gazdaságra térjenek át, amelyben az erőforrások felhasználása fenntarthatóbb módon törté-

nik. A javasolt intézkedések a nagyobb mértékű újrafeldolgozás és újrafelhasználás révén hozzájárulnak ahhoz, hogy záruljon a termékek életciklusának köre, továbbá a környezet és a gazdaság számára egyaránt előnyökkel szolgáljon. A tervek az összes nyersanyag, termék és hulladék teljesebb körű hasznosításával és felhasználásával elősegítik a természeti erőforrások kímélését, az energia-megtakarítást és az üvegházhatású gázok kibocsátásának csökkentését. A javaslatok a teljes életciklust lefedik: a termeléstől és fogyasztástól, a hulladékgazdálkodáson át a másodlagos nyersanyagok piacáig.

³http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

Bár külső szemmel úgy tűnik, hogy a jogszabályok elsősorban a hulladékgazdálkodás területén hoznak gyökeres változtatásokat az elkövetkező közel két évtizedben, de ez nem így van. Az ambiciózus célokat nem lehet elérni kizárólag technológiai újításokkal a hulladékkezelés területén,

A CIRCE2020 projekt

A körforgásos gazdaság kialakítása érdekében az Európai Bizottság több programon keresztül is támogatja a vállalkozásokat és az akadémiai kutatóhelyeket, hogy innovatív projekteket generáljanak. Ilyen program az ERFA (Európai Regionális Fejlesztési Alap) támogatású „Central Europe” is, amelynek keretében 2017 nyarán elindult egy nemzetközi projekt a CIRCE2020 (Expansion of the **CIR**cular Economy concept in the **Central Europe** local productive districts) elnevezéssel, amely a körforgásos gazdaság koncepcióját terjeszteni a közép-európai ipari körzetekben. A projektben 5 ország (Olaszország, Ausztria, Lengyelország, Horvátország és Magyarország) 8 partnercéggel vesz részt, hazai részről pedig az IFKA Iparfejlesztési Közhasznú Nonprofit Kft. (IFKA) és a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft (Bay Zoltán Kutatóközpont)⁴.

Körforgásos rendszerek értékelése a CIRCE2020 projektben

A CIRCE2020 projekt elképzelései szerint a körforgásos gazdaságra való átállás legjobb megoldását a következő tényezők alapján választhatják ki a döntéshozók:

- TRM index (Technological Rating Methodology) – technológiai besorolás,
- LCA (Life Cycle Assessment) – környezeti életciklus elemzés,
- LCC (Life Cycle Costing) – költségek elemzése életciklus szemlélettel.

hanem szükséges a gyártók részéről új termékfejlesztési koncepciók kialakítása, valamint innovatív üzleti szolgáltatások bevezetése is, ezekkel együtt a fogyasztói szokások átalakulása is.

A TRM indexre jelenleg nincs elérhető szabványosított eljárás, ezért a projekt keretében egy egyedileg kifejlesztett eljárás került meghatározásra, amit a Bay Zoltán Kutatóközpont dolgozott ki. Az EU-ban a Horizont2020-ban (innovációs keretprogram) meghatározott TRL index⁵ (Technology Readiness Level – technológiai készültségi szint) nem fedi le teljes körűen a körforgásos gazdaság számára alkalmas műszaki besorolást. A projektben definiált TRM index az alábbi tényezők súlyozott értékelése alapján kerül meghatározásra:

- TRL index,
- piaci referenciák (előnyt jelent, ha már bevezetett eljárások léteznek),
- gyártói megbízhatóság (a gyártó piaci stabilitását értékeli),
- körforgásos megvalósulás szintje (hány százalékban valósul meg),
- működtetési gyakorlat (karbantartási, üzemeltetési, megbízhatósági vizualizációk),
- műszaki határok (bizonyos korlátozókkal biztosított technológia),
- és egyéb tényezők.

A TRM index nem csak műszaki technológiák besorolására, de új innovációs, üzleti modellek meghatározására is alkalmas. A TRM index ezen irányelvek alapján, szubjektív megítélés alapján készül el.

⁴<https://www.interreg-central.eu/Content.Node/CIRCE2020.html>

⁵https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/annexes/h2020-wp1415-annex-g-trl_en.pdf

LCA és LCC a CIRCE2020 projektben

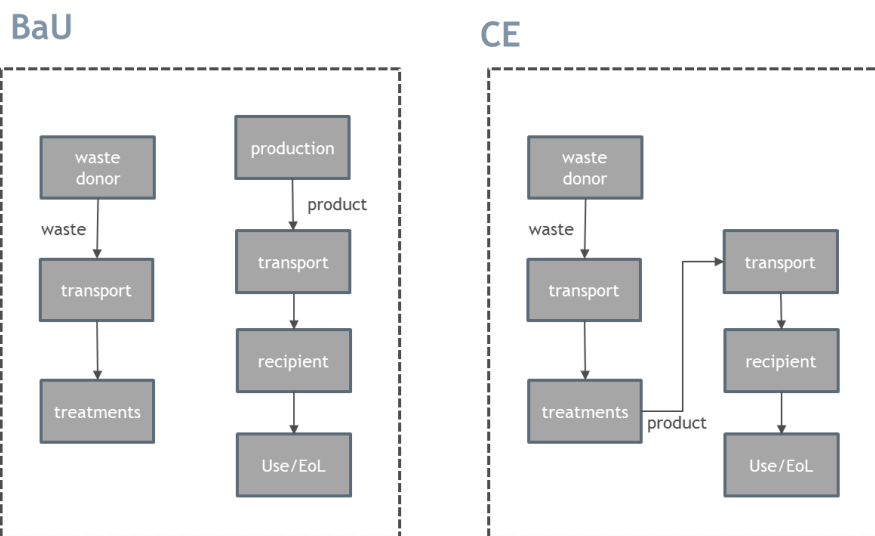
A TRM index meghatározásával párhuzamosan kell elindítani az LCA és LCC értékeléseket is, amelyekre projekt-specifikus útmutatók készültek, ezzel is segítve a partner szervezetek munkáját. Az LCA értékelés módszerét az ETRA olasz partner és tanácsadói dolgozták ki, míg az LCC értékelés metodológiáját a Bay Zoltán Kutatóközpont alakította ki külső szakértői támogatással.

A projekt LCA módszertana mindenekelőtt az Európai Bizottság által kidolgozott és ezáltal preferált PEF, azaz Product Environmental Footprint értékelési rendszeren alapszik [CE, 2013]. Mivel a PEF legfontosabb célja az elvégzett vizsgálatok összehasonlíthatóságának garantálása, ezért rendkívül részletes és kötött szabályok vonatkoznak olyan LCA-jellegű módszertani lépésekre, mint akár a gyűjtött adatok minősége és dokumentációja, a szállítási folyamatok modellezése, az alkalmazott allokációs szabályok vagy környezeti hatásvizsgálati módszerek. A CIRCE2020 projekt partnerei számára készített útmutató legnagyobb kihívása épp ennek a sokszor összetett, a projekt céljait nem feltétlenül szolgáló szigorú szabályrendszer adaptálása és egyszerűsítése volt.

Az LCC módszertan kidolgozása ettől annyiban tért el lényegesen, hogy bár egy régóta ismert és alkalmazott módszerről van szó, mégsem létezik egy általános szabvány és főként nincs egy olyan részletesen szabályozott referencia, mint a PEF. Először is konszenzusra kellett jutni a projekt résztvevők között, hogy mit jelent pontosan az LCC, azaz milyen jellegű értelmezése és alkalmazása volna a leghasznosabb a projekt számára. Mivel az LCC értékelésnek a PEF/LCA eredményekkel összevethetőnek kell lennie, ezért lényeges volt az „életciklus” egyértelmű értelmezése: míg a jellemzően közgazdász megközelítése szerint egy technológia vagy termék

életciklusa a fejlesztést, piacra bevezetést, alkalmazást majd az életút végén a piacról történő kivonást jelenti, addig az LCA-szerű „életciklus” nem piaci értelemben vizsgál egy rendszert, hanem ipari folyamatok láncolatával ill. hálózatával modellezi a közvetlen és közvetett hatásokat. A CIRCE2020-ban ez utóbbi megközelítés kerül alkalmazásra, hisz ez biztosítja a PEF/LCA vizsgálattal való összevethetőséget és az egyes körforgásos alternatívák összehasonlítását. Ezt figyelembe véve a SETAC, azaz a Society of Environmental Toxicology and Chemistry által publikált LCC „Code of practice” vált a projekt-specifikus módszertan alapjává [SETAC, 2011]. Ez célzottan egy „LCA kompatibilis” megközelítés, szerkezete erősen emlékeztet, és gyakran utal is a nemzetközi LCA szabványra, az ISO 14040/44-re [ISO, 2006]. Az LCC a életciklus mentén az összes folyamatnál figyelembe veszi a felmerülő tényleges költségeket (anyag és energia költségek, munkabér, szállítás, adminisztráció, értékcsökkenést stb.), de opcionálisan akár a szennyezőanyagok kibocsátásával járó külső gazdasági hatásokat, externáliákat is értékeli.

A párhuzamos PEF/LCA és LCC elemzéséknél a vizsgálandó rendszereket azonos rendszerhatárokon belül kell értékelni és azonos funkcióegységre kell vonatkoztatni. Az elemzések során mindig egy jelenlegi megoldást (BaU – business as usual) kell összehasonlítani a tervezett körforgásos gazdaság (CE) szerint megvalósuló alternatívákkal, szintén azonos funkcióegységre vonatkoztatva. Az 1. ábra egy általános képet ad a vizsgált rendszerekről, melyek az adott országok, technológiák és a vizsgálatokat végző partnerek perspektívája alapján alakítható. [CIRCE2020, 2018]



3. ábra Általános rendszerhatárok a BaU és a CE modellben [CIRCE2020, 2018]

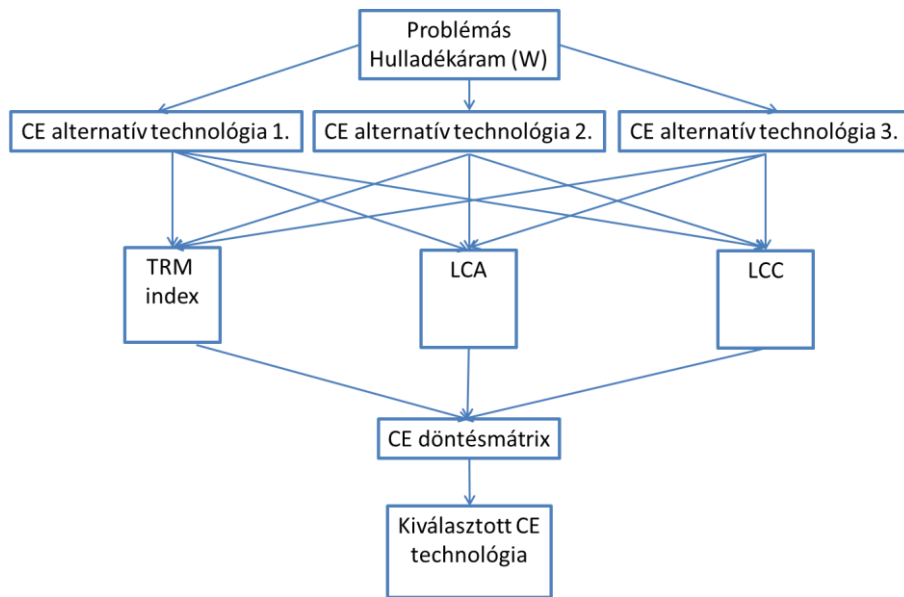
Összefoglalás

A TRM, az LCA és LCC értékeléseket elvégezve összeáll egy speciális körforgásos gazdasági szemléletű döntésmátrix (ld. 2. ábra) a cégek menedzsmentje részére, amely ajánlást tesz ezen metodológia alapján a javasolt technológiára vagy üzleti megoldásra. Természetesen a döntés joga a cég felső vezetését illeti.

A fentiekben részletezett eljárás elméleti kidolgozása elkészült a CIRCE2020 projekt konzorciumában, a feladat most az egyes országokban megvalósuló pilotok gyakorlati megoldásain a sor. Várhatóan 2019. májusára elkészülnek az elemzések, amelyek alapján a pilotban kiválasztott cégek döntését követően elindulhatnak a javasolt körforgásos gazdasági megoldások bevezetése 2020-ra.

Az LCA és LCC útmutatók kidolgozásának folyamata élesen rávilágított a két módszertan jelenlegi állapotában rejlő különbségekre is. Az LCC módszertan jóval rugalmasabb, ennek megfelelően nagyobb szabadságot ad a célorientált és hatékony

alkalmazásra, az elért eredmények hasznosságának maximalizálásához. Ugyanakkor, bár az LCC értékelések felülvizsgálhatók, összehasonlíthatóságuk erősen korlátozott. A PEF-inspirált LCA módszertan ugyanakkor elméletileg javítja az összehasonlíthatóságot, de ennek megfelelően egy jóval összetettebb és merevebb keretrendszer határoz meg, mely jelentős kihívás elé állítja a módszert alkalmazókat. A CIRCE2020 további lépései és az elemzési folyamatok is további érdekes tanulságokkal szolgálhatnak majd azzal kapcsolatban, hogy mennyiben hasznos "megkötni" az LCC vagy LCA szakértők kezét, milyen előnyei és hátrányai vannak a nem túlszabályozott módszereknek és az ezzel szembe menő szabályozásnak.



4. ábra CIRCE2020 módszertan a javasolt körforgásos megoldás kiválasztására

Irodalom:

CIRCE2020 2018: LCC guideline and training – CIRCE2020 internal documents prepared by Balázs Sára on behalf of Bay Zoltán Nonprofit Ltd for Applied Research, 2018.

EC 2013: European Commission Recommendation of 9 April 2013 on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. OJ L 124/4

ISO 2006: ISO 14040/44, 2006: Environmental management, Life cycle assessment.

SETAC 2011: Swarr, T.E, Hunkeler, D., Klöpffer, W., Pesonen, H.L., Ciroth, A., Brent, A.C., Pagan, R.: Environmental Life Cycle Costing: A Code of Practice. Pensacola (FL): Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC). 98 p. 2011.

Szerzőink

István Zsolt



István Zsolt (MSc) 1995 óta dolgozik a Bay Zoltán Kutatóközpontban különböző vezető beosztásokban, jelenleg az inverz logisztikai kutatócsoport vezetője. Az LCA Center Egyesület egyik alapítója, korábbi elnöke. A Miskolci Egyetem címzetes docense, a Hulladékgazdálkodás logisztikája c. tantárgy előadója. Elsősorban hulladékgazdálkodás területén vett részt életciklus vizsgálatokban nemzetközi és hazai projektek keretében.

Sára Balázs



Sára Balázs (M.Sc.) az életciklus szemléletet alkalmazó módszerek és eszközök szakértője. Az elmúlt két évtizedben nemzetközileg is meghatározó szakmai műhelyekben dolgozott: volt a PE/thinkstep tanácsadó cég olasz-magyar képviselőjének műszaki igazgatója, a GaBi adatbázisok és szoftverek hivatalos tréner és forgalmazója, a FEBE Ecologic tanácsadó iroda vezetője és az olasz ENEA kutatóintézet munkatársa. A legkülönbözőbb termékek és iparágak vizsgálatában segítette ügyfeleit a vállalati, kutatói és egyetemi szférákban, legyen szó LCA, EPD, karbonlábnyom vagy ökodizájn alkalmazásról. Jelenleg független szakértőként nyújt szakmai támogatást, képzést és felülvizsgálatot.

Az életciklus szemlélet szerepe a jövőkutatásbanⁱ

Tóthné Szita Klára

CSc.,ny. egyetemi tanár, Miskolci Egyetem; senior kutató, ÉMI, Szentendre Dózsa Gy.u. 26.
kszita@emi.hu

Summary

Among the methodological issues of future research, scenario building plays an important role, especially in strategies for long-term (20, 25 or 50 years). However, besides the scenario building, the role of methods appreciated in selection of plausible visions. The strategies can be viable and predicated on basis of complex impact assessments. In which the life cycle impact assessment (LCA) has been as a test method. In the initial period, this method assessed the contribution of strictly environmental impacts to global environmental problems but today it has become a popular tool of sustainability analysis. LCA is able to examine environmental, economic and social impacts, and is therefore an important decision-making tool. The presentation gives some examples of the role of Life Cycle Analysis in the Scenario Evaluation.

Key words: scenario building, life cycle analysis, practical cases,

1 Kivonat

A jövőkutatás módszerei folytonos megújulásban vannak. A jövőkutatás módszertani kérdései között a scenárióépítés fontos szerepet tölt be, különösen a hosszú távra (20, 25 vagy 50 évre) vonatkozó stratégiákban. A scenárió építés mellett azonban a plauzibilis jövőképek kiválasztását segítő módszerek szerepe is felértékelődik. Az, hogy milyen stratégiák lehetnek életképesek, komplex hatásvizsgálatok alapján lehet előre vetíteni, amelyben egy vizsgálati módszerként az életciklus hatásértékelés is szóba jöhet. A kezdeti periódusban, a szigorúan környezeti hatások globális környezeti problémákhoz való hozzájárulását értékelő módszer, napjainkra a fenntarthatósági elemzések kedvelt eszköze lett. Az LCA alkalmas környezeti, gazdasági és szociális hatások együttes vizsgálatára, és ebből adódóan fontos döntéstámogató eszköz. Az előadás az életciklus elemzés scenárióértékelésben betöltött szerepét konkrét példákon keresztül érzékelteti.

Kulcsszavak: scenárióépítés, életciklus elemzés, gyakorlati példák

2 Bevezetés

A jövőkutatás, hogy meg tudjon felelni a jövő kihívásainak, és megfelelő válaszokat tudjon adni, módszereiben folyamatos megújulási folyamatban van. A jövőkutatás módszertani kérdései között a scenárióépítés fontos szerepet tölt be, különösen a hosszú távra (20, 25 vagy 50

évre) vonatkozó stratégiákban. A scenárió építés mellett azonban a plauzibilis jövőképek kiválasztását segítő módszerek szerepe sem elhanyagolható. Komplex hatásvizsgálatok alapján előre lehet vetíteni, hogy milyen stratégiák lesznek életképesek. Ilyen vizsgálati módszerként az élet-

ciklus hatásértékelés is szóba jöhet. A kezdetben szigorúan környezeti hatások globális környezeti problémákhoz való hozzájárulását értékelő módszer napjainkra a fenn-

3 A jövő kutatás fejlődése és módszerei

A jövő kutatás paradigmaváltásokon keresztül folyamatosan fejleszti módszertanát, megújul. A megújulás abban áll, hogy a jövő kutatásban alkalmazott módszerek korszerűsödnek. (Hideg, 2012) Erősödött az egyes technikák integrált rendszerbe való rendezése, a kvantitatív módszerek integrálása, a scenárióépítés és hatásbecslések; a lehetőségek és a várakozások egybevetése; a modellezés automatizálása; a scenárió módszer és a neurális hálók összekapcsolása (Nováky, 2004). A scenárió építés a jövő kutatás egyik elterjedten alkalmazott, stratégiai jelentőségű módszere. A scenáriók építőelemei:

- paradigmák,
- hajtóerők,
- helyettesítő jelek és
- bizonytalanságok.

A scenáriók bekövetkezése a technológiák, és kulturális változások függvényének alakulásától függ. Az, hogy milyen valószínűsége lesz egy-egy scenárióknak, azt nem lehet megmondani, de a jövőt lehet alakítani.

A jó scenáriók fő ismérve a plauzibilitás, a belső konzisztencia, az oksági folyama-

tarthatósági elemzések kedvelt eszköze lett, mert alkalmas környezeti, gazdasági és szociális hatások együttes vizsgálatára is.

tok leírása, a döntéshozatalban való hasznosíthatóság és a teljesség, relevancia.

A scenárió módszerek alkalmazása hosszú távú jövőképek felvázolása esetén gyakoribb, amit számos példa igazol. (Tóthné Szita, 2008)

A fenntarthatóság a jövő politikai paradigmaváltásának alapkérdése. A fenntarthatóság, ami tartalmában meglehetősen diverz fogalom, számos kontextusban előfordul, és a regionális vonatkozásai is egyre gyakoribbak. A fenntarthatóságra megfogalmazhatók minimum elvárások, de az optimális vagy idealisztikus állapot elérése is cél lehet. Vizsgálható környezetgazdaság és társadalom interakciója mentén, és kívánatos mérni a fenntartható fejlődés felé megtett lépéseket és elért eredményeket is.

A fenntarthatósággal összefüggő életciklus megközelítésű vizsgálatok viszont csak az utóbbi évtizedben láttak napvilágot. A három pillére épülő fenntarthatósági életciklus elemzések integrálják a környezeti társadalmi és gazdasági életciklus vizsgálatokat, de csupán néhány éves múlttra tekintenek vissza. E módszer adaptálása a regionális fejlődés értékelésére azonban viszonylag új kutatási területnek számít (Tóthné Szita, 2013).

4. Az életciklus szemlélet fejlődése

Az életciklus szemlélet fejlődése különböző megközelítésben követhető nyomon.

4.1 Életciklus a közgazdaságtanban

Az életciklus fogalma a közgazdaságtanban ismeretesen a mikrogazdaság ciklikusságához, illetve az innovációhoz kapcsolódó fogalom, amely SCHUMPE-

Beszélhetünk termék életciklusról, szervezeti életciklusról és környezeti életciklusról

TER munkássága alapján került be a közhasználatba. Eredetileg termékre vonatkoztatva értelmezték, azt az időtartamot értve alatta, amely valamely termék, termékcsos-

port előállításának kezdetétől, illetve piacon való megjelenésétől a gyártás befejezéséig, illetve a piacról való kikerüléséig tart. Később kiterjesztették a technológiákra, sőt a szervezetekre, mindenekelőtt a vállalkozásokra, a vállalatok stratégiai tevékenységével összefüggésben, a beruházásokkal, illetve a vállalatok küldetésének, hosszú távú céljainak változásaival.

Az életciklus vizsgálatának, elemzésének értelmét az adja, hogy minden szándékolt vagy megvalósult innováció (termék, technológiai és szervezeti) eredményességének mércéje a befektetés megtérülése. A szándékolt innováció egyik legfontosabb döntési kritériuma, a megvalósított beruházás értékelésének az alapja a megtérülési időnek és az elért profitnövekedésnek az ismerete.

4.2. LCA a környezettudományban

A *környezetgazdálkodásban használatos életciklus* fogalom az előbbinél sokkal újabb keletű, mintegy 25 évvel ezelőtt, az 1990-es évtized elején jelent meg. A fogalom kialakulását és használatának elterjedését a környezettudományok fejlődése és a környezettel összefüggő felfogás megváltozása idézte elő.

E változási folyamat lényegét abban foglalthatjuk össze, hogy a gondolkodás, a cselekvési programok, feladatok megfogalmazása a környezetvédelemről a környezetgazdálkodásra, a keletkezett károk elhárításáról, hulladékok „eltüntetéséről” azok megelőzésére, a környezeti szempontból fenntartható fejlődés lényegének meghatározására tevődött át.

Ebben az értelemben az életciklus valamely termékre, technológiára vagy szervezetre úgy vonatkoztatható, hogy a “megszületésétől a haláláig”, a “bölcsőtől a korporsóig” terjedő időszakot öleli fel. Az életciklus vizsgálata az erre az időtartamra eső teljes, környezetre gyakorolt hatásra kiterjed. Input oldalról a meg nem újítható, illetve korlátozottan megújítható erőforrások felhasználására, output oldalról mindenféle környezeti károsításra, károkozásra

A termék életciklust leíró görbe az idő függvényében mutatja az eladott (eladható) termékmennyiséget vagy termelési értéket, és általában logisztikus, telítődési tendenciát jelez. A technológiai és bizonyos értelemben a szervezeti életciklus görbén - amely több termék életciklust is magában foglalhat - viszont az idő függvényében az egységnyi termékköltséget ábrázoljuk, ami az esetek többségében a költséggörbék általános, “U” alakú képét mutatja. A gazdasági értelemben vett életciklus természetesen mindig valamely adott ciklusban előállított teljes termékmennyiségre, meghatározott ideig működő technológiára és létező szervezetre vonatkoztatható. (Tóthné Szita, 2008a)

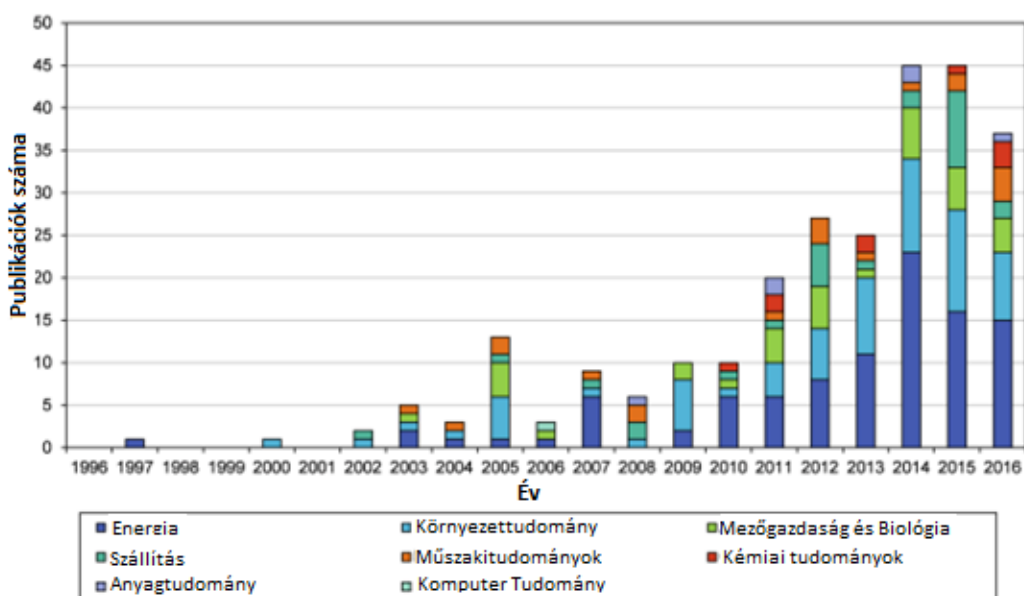
kiterjed a gyártás és a használat, valamint a megsemmisítés láncolatában, mennyiségileg (naturáliákban és/vagy pénzben) meghatározva ezeket. Az *életciklus vizsgálat* (LCA - Life Cycle Assessment) értelmét és célját éppen az adja, hogy megkeressük azokat a termékeket, technológiákat és szervezeteket, amelyek egy adott szükséglet kielégítésére az adott feltételek között egységnyi időtartam alatt (általában 1 évre számítva) a legkedvezőbb, optimális környezeti összhatást, tehát a lehető legkisebb környezetterhelést adják. Az elemzés a környezeti hatások ismeretében elősegítheti a meglévő korszerűsítését, fejlesztését csakúgy, mint annak kicserélését, újjal való felváltását.

A két felfogás szerinti életciklus és azok elemzése tehát más-más töről fakad, tartalmuk egymástól eltér, ezért egyik a másikat nem helyettesíti. Ugyanakkor meg is férnek egymással, bizonyos tekintetben kiegészítik egymást, hiszen mindkettő az innovációhoz kötődik, az innováció értékelésére szolgál. Ha a gazdasági szabályozás kellően felhasználja mindkettőt a vállalati (és tegyük hozzá, felhasználói, fogyasztói) magatartás befolyásolására, együttesen hasznos eszközök, módszerek lehetnek a döntési folyamatokban. (Szita, 2008b)

4.3. LCA a jövő kutatásban

Életciklus szemlélet és jövő kutatás számos esetben együtt jelenik meg (Bisinella, 2017; Bisinella et al., 2017, Penaloza, 2018). Az utóbbi években elsősorban az energia, környezettudomány, a mezőgazdaság és a biológiai tudományok területén, amit az alábbi ábra szemléltet. A publikációk fele Bisinella szerint 2013 és

2016 között jelent meg, de azt követően is egyre gyakrabban találkozunk a jövő kutatás és életciklus elemzés összekapcsolásával. Az LCA több ponton is illeszkedik a jövő kutatáshoz: a modellalkotásnál, a szcenárió módszereknél és a technológiai megközelítésnél.



1. ábra A jövő kutatás és életciklus elemzés együttes megjelenése a publikációkban

Forrás: Bisinella et al., 2017. pp 15.

5 Gyakorlati példák a jövő kutatás és LCA összekapcsolására

5.1 A SusHouse projekt esete

A projektben kifejlesztett, a háztartások 2050-es stratégiájára vonatkozó design orienting szcenáriókat (DOS) részletes hatásvizsgálat követte, amely gazdasági, környezeti és fogyasztói attitűdöket elemzett. A környezeti hatásvizsgálat eszköze életciklus elemzés volt. A hatásokat az 1998-2000 év közötti magyar háztartások táplálkozással összefüggő gyakorlatához,

mint referens szcenáriókhoz viszonyítottuk. A fenntarthatósági cél a faktor 20 környezeti hatékonyság javítás volt. Mint a táblázatból is látható ezek a szcenáriók nem teljesítették ezt a fenntarthatósági célt. Energia felhasználásban legjobb eredményt a „Helyi Zöld Étrend”, hulladék és szennyvíz tekintetében a „Robo konyha” mutatott. (Szita et al., 2000)

1. táblázat A kifejlesztett DOS-ok környezeti hatása százalékban és piktogramban

	Helyi Zöld Étrend	Vidéki Kertek Csúcs technológiával	Robokonyha-Zöld Étrend
Anyag	~100	~100	~100
Energia	25-50 ☺☺☺	116	75 ☺
Víz	85 ☺	50 ☺☺	70 ☺
Peszticid	50 ☺☺	100	100
Műtrágya	50 ☺☺	150	200
Hulladék	50 ☺☺	50 ☺☺	25 ☺☺☺
Szennyvíz	75 ☺	50 ☺☺	30 ☺☺☺
Szállítás	50 ☺☺	75 ☺	70 ☺☺
Utazás	50 ☺☺	75 ☺	90 ☺

Forrás: Szita et al., 2000

5.2 Az acélipar és a „low carbon future”

Az acél jelen van mindennapi életünkben. Az infrastruktúra meghatározó összetevője, utak épületek, hidak szilárdságát biztosítja, gépek, berendezések, közlekedési eszközök, tartós fogyasztási cikkek meghatározó alkotó eleme. Az acélipar környezetterhelése, különösen a nyersacél energiaigénye jelentősen csökkent az elmúlt években a hatékonyság javítás következtében, de a népesség növekedéssel együtt jár az acél

iránti igény növekedése. Jelenleg az acélipar felelős a világ széndioxid kibocsátásának 7-9 százalékáért. 1 tonna acél előállításának életciklus szemléletben vizsgálva 1,8 tonna széndioxid egyenértékű kibocsátással jár (WSA, 2018). A jövő útja, az élettartam növelés, újra használat, körforgásos megoldások szorgalmazása és a technológiai fejlesztések életciklus szemléletű vizsgálata.

5.3 Az építőipar jövő kilátásai és az életciklus szemlélet

Az építőiparban egyre nagyobb figyelmet kap és előtérbe kerül az épületek ökológiai hatásának csökkentése a kutatók, a döntéshozók és az ipari szereplők körében. Mivel az épületek esetében legalább 50 évre előre terveznek, e hosszú távú fejlesztések környezeti hatásának csökkentését többnyire a használati fázisban célozzák meg, mivel a teljes környezeti hatás 90 %-a itt jelenik meg. Ezért különböző alternatív fűtési-

hűtési technológiák életciklus elemzése segíti a döntés meghozatalát, illetve az építőanyagok kiválasztását. Az épületek energiahatékonyságának javítása mellett a vízhasználatra és az életút végi megoldásokra is jobban odafigyelnek a tervezés során. Tanulmányok sora igazolja, hogy az építőipari előre tekintés számos területen összekapcsolódott az életciklus elemzéssel. (Buyle et al., 2012)

5.4 Az életciklus szemlélet további megjelenése

A közeli jövő gyártási folyamatának modellezése nem nélkülözheti az életciklus szemléletet D. Mourtzis (2016) szerint. Az életciklusok figyelembe vétele segíti a megbízható működést és kiszámítható ke-

reték megteremtését mind a költség és energiahatékonyság, valamint környezetpolitika vonatkozásában.

Giannopoulos (2016) a “Projection to the future: Energy mix and price” című mun-

kában a *villamosenergia-termelésre vonatkozó becslések* során tartja nagyon fontosnak az LCA alkalmazását a jelenlegi és a jövő energiamixeire is. Az egyes országok energiamixe meghatározó jelentőségű az energiatermelés, a megújuló energiaforrások integrálása, a tárolási technológiák fejlődése szempontjából, az energiaszállítás, az ellátás biztonsága, továbbá a környezeti, gazdasági és politikai tényezők vonatkozásában is.

6 Összefoglalás

A jövőkutatás és életciklus szemlélet vagy életciklus hatásértékelés összekapcsolása új módszer együttes a megújulás, paradigmaváltás talaján. A jövőkutatás, mint egy a hosszú távú, holisztikus gondolkodás megtestesítője, kifejlesztett scenáriókon keresztül közelebb visz a lehetséges jövő jobb körvonalazásához.

Az életciklus-szemlélet, mint az életciklus elemzés (LCA) egyszerűsített változata a környezeti hatások jövőbeli becslését minőségi úton kísérel meg, míg az életciklus hatásértékelés mennyiségi paramétereket ad.

Mindkettő szervesen összekapcsolódhat a scenárió módszerrel és technológiai előre jelzésekkel, és átfogó képet ad az egyes változatok környezetterheléséről. Az életciklus fenntarthatósági (LCSA) elemzés emellett a gazdasági, társadalmi oldalról is komplexebb képet eredményez.

A gyakorlati példák igazolják a két módszer összekapcsolásának sikerét.

Irodalom:

M. Batty, K. Axhausen, G. Fosca, A. Pozdnoukhov, A. Bazzani, M. Wachowicz, G. Ouzounis, and Y. Portugali (2012): Smart cities of the future Eur. Phys. J. Special Topics 214, 481–518

Bisinella, Valentina (2017): Future scenario development within life cycle assessment of waste

Tőkeintenzív infrastruktúra újra hasznosítására vonatkozó jövő scenáriók tesztelése Gheorges et al., (2014) tanulmányában az életciklushoz tartozó kibocsátások alapján történt. A Világgazdasági Fórum ugyanakkor a költségelemzést preferálja.

A *Smart city tervezése* Batty et al. (2012) és életciklus szemléletű vizsgálata Girardi és Temporel (2017) tanulmányában jelenik meg.

Az első általunk alkalmazott scenárió vizsgálat segítette megítélni a várható környezeti hatások alakulását, és ennél fogva annak a jövő scenárióknak támogatását, ahol a jövő alakulása legkedvezőbb lehet.

Az acéliparban a vizsgálatok a körforgásos gazdaság irányába való elmozdulást támogatják, ami a jövő energiamixében a megújulók arányának növelésével kapcsolódik össze.

Az építőiparban a jövő infrastruktúrájának kifejlesztésénél az életciklus elemzések alapján történő anyag kiválasztás, a megújulókkal kombinált fűtési, hűtési rendszerek kiválasztása, és az életút végi kezelések tervezésbe történő integrálása komoly szemléletváltást igényel.

A jövőkutatás és életciklusszemlélet összekapcsolása hozzájárul a jövőkutatás tartalmi fejlesztéséhez, és jobban megalapozza a döntéshozatalt.

management systems Ph.D. Thesis Denmark

Bisinella, Valentina; Astrup, Thomas Fruergaard; Christensen, Thomas Højlund (2017): Future scenario development within life cycle assessment of waste management systems, TU of Denmark

- Buyle Matthias, Johan Braet, Amaryllis Audenaert (2012.): Review on LCA in the construction industry: Case Studies Mathematical Modelling and Simulation in Applied Sciences 98-104
- L. Georges, M. Haase, A. Houlihan Wiberg, T. Kristjansdottir, B. Risholt, Life cycle emissions analysis of two nZEB concepts, Build. Res. Inf. 43 (2014) 82–93.
- Pierpaolo Girardi, Andrea Temporel (2017): Smartainability: A Methodology for Assessing the Sustainability of the Smart City Energy Procedia Volume 111, March 2017, Pages 810-816
- Giannopoulos (2016): Round Table Discussion: “Projection to the future: Energy mix and price” AMANAC-LCARTD-Projections.pdf
- Hideg Éva (2012): Jövőkutatási paradigmák, Budapest Aula Kiadó
- D. Mourtzis (2016): Challenges and future perspectives for the life cycle of manufacturing networks in the mass customisation era, Logistics Research December 2016, 9:2
- Nováky Erzsébet: Cselekvésorientáltság a jövőkutatásban, e-Világ, III. évf. 7. szám, 2004. július, 2-3. old.
- Penaloza Diego, Martin Erlandsson, Johanna Berlin, Magnus Wålander, Andreas Falk (2018): Future scenarios for climate mitigation of new construction in Sweden: Effects of different technological pathways Journal of Cleaner Production 187 (2018) 1025e1035
- T. Reed Miller, Jeremy Gregory, Randolph Kirchain (2016): Critical Issues When Comparing Whole Building & Building Product Environmental Performance, Mit Concrete Sustainable Hub,<https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/104838/Critical%20Issues%20in%20Building%20LCA%20-%20MIT.pdf?sequence=1>
- Szita T. K., L. Tóth, Zs. Szekeres, L. Szüts, Z. Galbács, J. Fenyvessy (2000): Shopping, Cooking and Eating, Hungary Final Report SusHouse Project This document is part of the Strategies Towards Sustainable Household (SusHouse) project.
- Tóthné Szita Klára (2007): Életciklus-elemzés, életciklus értékelés az elméleti alapoktól a gyakorlatig Habilitációs tézis füzet ME
- Tóthné Szita Klára (2008a): Életciklus elemzés, életciklus hatásértékelés ME
- Tóthné Szita Klára (2008b): Az LCA szerepe a scenáriók elemzésében pp 187-192 in. Tóthné Szita K és Gubik A. (2008). A jövőkutatás helye a 21. században. A jövőkutatás fejlődése és tudományterületi kapcsolatai” VII. Magyar (Jubileumi) Jövőkutatási Konferencia
- Tóthné Szita Klára (2013): Regionális Fenntarthatóság Regionális fenntarthatósági elemzés életciklus megközelítésben MTÜ Eger
- World Economic Forum (2018): Recycling our Infrastructure for Future Generations http://www3.weforum.org/docs/WEF_Recycling_our_Infrastructure_for_Future_Generations_report_2017.pdf
- Wordsteel (2018): Steel's contribution to a low carbon future https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:7ec64bc1-c51c-439b-84b8-94496686b8c6/Position_paper_climate_2018_vfinal.pdf

Szerzőink

Tóthné Szita Klára



Tóthné Szita Klára (CSc). 2018-tól az ÉMI részmunkaidős senior kutatója, ny. egyetemi tanár. 2010-től 2016-ig a Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Karának egyetemi tanára, a kar doktori iskolájának volt vezetője, az LCA Center egyik alapító tagja. 2007 óta a SETAC tagja, 2008-2014 között a SETAC Európa LCA Tanácsadó testület tagja. Életciklus elemzéssel a kilencvenes évek közepétől foglalkozik. Különböző termékek, technológiák életciklusát elemezte. Kutatásokat végzett az LCA regionális szintű fenntarthatósági értékelésére vonatkozóan és a barnamezős területek fejlesztési alternatíváinak döntést megalapozó elősegítésére. Jelenleg építési anyagok életciklus elemzésével foglalkozik.

LCA kutatások a Miskolci Egyetemen.

LCA elemzésekre épülő komplex modell fejlesztése

Dr. Mannheim Viktória

tudományos főmunkatárs, ME-FIEK, Miskolc-Egyetemváros, mannheim@uni-miskolc.hu

Dr. Siménfalvi Zoltán

egyetemi docens, ME-GÉIK, Miskolc-Egyetemváros, simenfalvi@uni-miskolc.hu

Summary

Comparing technological alternatives with ecological requirements is not a simple task, but it can be facilitated by multi-factor assessment methods. With the application of a LCA-based complex model based on the environmental load, energy efficiency and cost-effectiveness aspects, the technologies under consideration can be considered. The results of the GINOP research project at the University of Miskolc (2017-2020) can greatly contribute to the environmental innovation of engineering technologies.

Key words: LCA research group, LCA-based complex model, GaBi 8 LCA software

Kivonat

A technológiai alternatívák ökológiai követelmények teljesítése melletti összehasonlítása nem egyszerű feladat, de többtényezős értékelési módszerekkel elősegíthető. A környezetterhelés, az energiahatékonyság és a gazdaságossági szempontok szerint felállított, LCA alapra helyezett komplex modellterv alapján mérlegelésre kerülhetnek a vizsgált technológiák. A Miskolci Egyetemen 2017-2020 közötti időszakban futó GINOP kutatási projekt LCA eredményei nagymértékben hozzájárulhatnak a mérnöki technológiák környezetvédelmi innovációjához.

Kulcsszavak: LCA kutatócsoport, LCA-alapú komplex modell, GaBi 8 LCA-szoftver

1. Bevezetés

A Miskolci Egyetem Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központjában (ME FIEK), 2018 augusztusában egy LCA kutatócsoport került megalapításra. A kutatócsoport elsődleges céljai között olyan műszakilag megalapozott, innovatív technológiák kidolgozása áll, amelyek megoldást nyújthatnak környezetbarát és optimális mérnöki megoldások elméleti és gyakorlati megvalósítására a környezetvédelem jogszabályozási hátterének, illetve annak folyamatos változásainak jegyében. Az LCA kutatócsoport aktív szereplője a Miskolci Egyetemen folyó GINOP-2.3.4-15-2016-00004 azonosítószámú kutatási projektnek,

amelynek megfogalmazott részfeladatai keretében az innovatív és környezetbarát beton szerkezeti elemek LCA-alapú fejlesztésére vonatkozó elsődleges kutatási eredmények megszülettek. A vizsgált technológiák életciklus elemzése GaBi 8.0 thinkstep szoftver és egy kiegészítő építőipari adatbázis segítségével történik. Az LCA kutatócsoport folyamatos kapcsolatot ápol a konzorciumi tagokkal, amelynek kapcsán a közös kutatási irányvonalak kijelölése mellett, együttes LCA elemzések végzésére és a kutatási eredmények közös kiértékelésére is sor kerül.

2. Az LCA kutatócsoport célkitűzései

A Miskolci Egyetemen létrehozott LCA kutatócsoport elsődleges és hosszú távú célja olyan mérnöki technológiák tervezése, amelyek a környezetterhelés csökkentésére, a keletkező hulladékok mennyiségének csökkentésére és biztonságos kezelésére, valamint a veszélyes anyagok előállításának visszaszorítására irányulnak a fenntartható fejlődés tükrében. A kitűzött célok megvalósítása komplex módon lehetséges. A kutatások rövidtávú céljai elsősorban az alábbiak:

- Alapvető tudásháttér megfogalmazása a rendelkezésre álló nemzetközi és hazai szakirodalmak alapján.
- Szekunder kutatások a rendelkezésre álló forrásadatokkal.
- Információgyűjtés a gyakorlati háttérből. Értékelő kutatások.
- Meglévő tudásháttér folyamatos bővítése.
- Termékfejlesztési folyamatok, ahol a hagyományosan figyelembe vett tényezők mellett, figyelembe vesszük a teljes életciklus alatti környezeti hatásokat. Új termékek tervezése vagy a rendelkezésre álló termékek áttervezése. Termékek minőségének javítása.
- Mérnöki technológiák életciklus elemzése GaBi 8.0 thinkstep szoftverrel.
- Innovatív technológiai lehetőségek kialakítása komplex és környezetbarát mérnöki megoldásokra.

- Gazdaságilag és energetikailag kedvező technológiai alternatívák.
- Döntéstámogató-értékelési modellek és rendszerek kidolgozása.
- A kutatócsoport szakmai kompetenciájának erősítése, illetve a K+F+I területén történő költséghatékonyság és gazdaságosság növelése.

Az LCA kutatócsoport munkái során fontos szerepet kap a „zöld kémia” is, amelynek célja a termékekhez és az eljárásokhoz kapcsolódó veszélyek csökkentése. Hosszútávon elsősorban olyan műszakilag megalapozott, innovatív és környezetbarát technológiák jelenthetik a leggazdaságosabb megoldást, amelyek egyszerre szolgáltatnak a környezetvédelmi elvárásoknak megfelelő piacképes termékeket.

A kutatócsoport hosszú távú céljai:

- Meglévő ipari kapcsolatok bővítése és új ipari kapcsolatok kialakítása.
- K+F+I intenzitás növelése.
- A környezetmenedzsment és környezetvédelem szakterületek ismeretanyagának bővítése.
- Kutatási eredmények szerepeltetése minősített tudományos folyóiratokban, szakmai konferenciákon, a tantárgyi tematikákban és oktatási segédletekben.

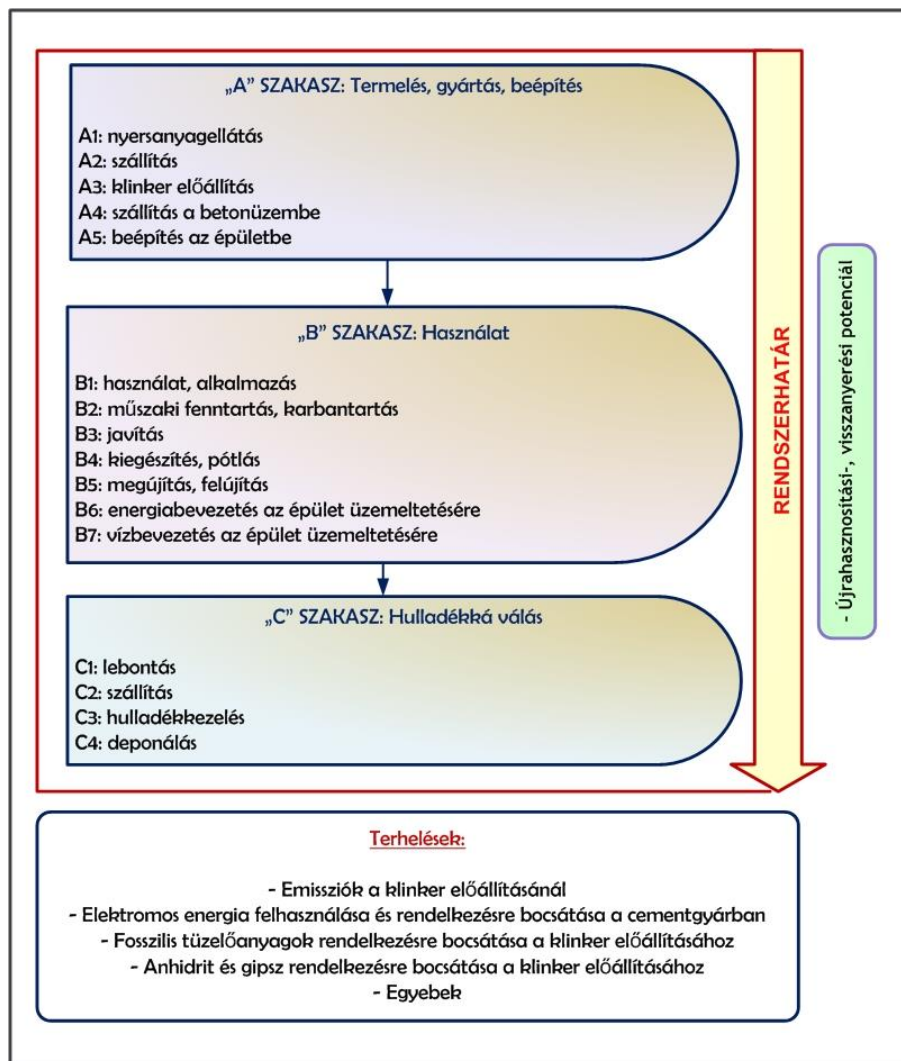
3. Modellterv felállítása mérnöki technológiák komplex vizsgálatára

Egy LCA-alapú kísérleti modellterv felállítása során kulcsfontosságú az életciklus hatásvizsgálat (LCIA) jelenléte. Az LCA hatásvizsgálati fázisának célja az esetleges környezeti hatások jelentőségének értékelése az LCI eredményekkel. Általában ez a folyamat magában foglalja a leltáradatoknak a konkrét környezeti hatáskategóriák-

kal és kategóriamutatókkal való összekapcsolását, és ez által próbáljuk megérteni ezeket a hatásokat. Az LCIA-szakasz tájékoztatásokat is nyújt az életciklus-értelmezési szakaszban. A hatásvizsgálat magában foglalhatja az LCA tanulmány céljának és hatókörének felülvizsgálatát célzó iteratív folyamatot, amellyel megál-

lapítható az, hogy a vizsgálat célkitűzései teljesültek-e, vagy a cél és a hatókör módosul, ha az értékelés azt mutatja, hogy nem érhető el. Az átláthatóság kritikus fontosságú a hatásvizsgálatnál annak biztosítása érdekében, hogy a feltevések világosan leírásra kerüljenek. A környezetmenedzsment egyik legjobban teret hódító rendszereszközeinek alkalmazása során számszerűsíthető és megbecsülhető az, hogy egy termék teljes élettartama során (előállítás, annak elosztása, felhasználása át a belőle képződő hulladék ártalmatlanításáig) milyen környezeti terheléseket okoz, illetve milyen és mennyi természeti erőforrást használ fel (beleértve az ener-

giakiadásokat is). Egy környezetbarát beton szerkezeti elem LCA alapra épülő fejlesztése és/vagy a hulladékok újrahasznosításával előállított elem és a kapcsolódó gyártási eljárás modellezése során figyelembe kell vennünk minden egyes termék teljes életciklusát. Az építési szektorra vonatkozó EPD (Environmental Product Declaration) az építési munkálatok és épületek elemzésének alapját teremti meg és részletezi a különböző életciklus szakaszokhoz tartozó információ modulokat. Az 1. ábrán példaképpen a beton előállításához nélkülözhetetlen termékáram, a cement - rendszerhatároknak megfelelő - teljes életciklusát láthatjuk.



1. ábra: A cement - rendszerhatároknak megfelelő - teljes életciklusa

Egy építési szerkezeti elem LCA elemzésénél az alábbi jogszabályozási háttérrel szükséges figyelembe venni:

- Építési szektorra vonatkozó EPD és információ modulok
- ISO 14025:2006
- Alapvető termékkategória szabályok (PCR)
- ISO 14040:2006
- ISO 14044:2006
- ISO 14045:2012
- EN 15804
- MSZ EN15978:2012+A1:2014
- Környezeti kritériumok a környezetvédelmi jogszabályokkal összhangban
- MSZ EN ISO 14020:2002 (környezeti címkék és nyilatkozatok)

A környezetterhelés, az energiahatékonyság, illetve a gazdaságossági szempontok alapján felállított modellben mérlegelésre kerülnek az adott technológia előnyei és hátrányai. A LCA elemzésre épülő háromszempontos modell mellett, egy olyan matematikai módszer kidolgozása lehet célszerű, ami az életciklus-elemzés módszere által vizsgált paramétereken kívül az időt és a valószínűséget is figyelembe veszi. Az elméleti matematikai statisztika háttérén alapuló programrendszer keretén belül minden egyes környezeti hatás egy egységfolyamat karakterisztikus változóját jelentheti egy technológiai sorozat keretén belül. Minden vizsgált technológia eredménye egy meghatározott valószínűségű esemény bekövetkezése, vagy be nem következése. Az EN ISO 14040:2006 nemzeti szabvány értelmezésében, a bizonytalansági elemzés az a szisztematikus eljárás, ami az életciklus-leltárelemzés (LCI) eredményei során bevezetett bizonytalanság számszerűsítésére használatos a modell-pontatlanság összegzett hatásai, illetve a bemeneti bizonytalanság és az adatok változékonysága miatt. Az eredményekben jelentkező bizonytalanságok meghatározására mindkét tartomány vagy valószínűség eloszlás használatos. A környezeti hatások és környezeti szempontok/kritériumok között mátrix

módszert alkalmazhatunk úgy, hogy a mátrix-oszlopok a termék életciklus fázisainak felelnek meg, a mátrix-sorok pedig a vizsgált szempontokra és kritériumokra összpontosítanak. Az idő és a valószínűség mellett, nem elhanyagolható paraméterek a társadalmi hatások és kritériumok sem. A kidolgozásra került, LCA-ra épülő komplex modell egyes vizsgálati szempontjainak főbb kulcskérdései, vizsgálati paraméterei és alkalmazható módszerei az alábbiak lehetnek:

Kulcskérdések:

- Emissziók mértéke
- Környezeti megbízhatóság
- Maradékanyagok kezelése
- Energetikai hasznosság
- Értékes alapanyagok kinyerése, hasznosítása
- Technológián belüli recirkuláció
- Költségek, költség-hatékonyság
- Megtérülési idő

Vizsgálati paraméterek:

- Input-output anyag- és energiaáramok
- Emissziók
- Energiakinyerési fok
- Energhatékonyt javító és gátló tényezők
- Kinyerés, visszanyerés, hasznosítás mértéke
- Befektetett költségek, fenntartási költségek, egyéb költségek

Alkalmazható módszerek:

- Anyag- és energia mérlegegyenletek, folyamatvázlatok
- Sankey-diagram
- Életciklus-elemzés (LCA)
- Gazdasági Input - Output LCA (EIO-LCA)
- Költség-haszonelemzés
- Költség-hatékonyságelemzés
- Életciklus költségek elemzése (Life Cycle Cost és Life-Cycle Cost Analysis, röviden LCC és LCCA)

4. A GaBi 8 szoftver alkalmazása

A GaBi 8.0 thinkstep LCA szoftver az ME FIEK LCA kutatócsoport által vizsgált mérnöki technológiák életciklus értékelésének, ez által a „Korszerű anyagok és intelligens technológiák FIEK létrehozása a Miskolci Egyetemen” c. GINOP-2.3.4-15-2016-00004 azonosítószámú projekt keretében megvalósításra kerülő életciklus elemzések alapját képezi. A GaBi adatbázisokat a következetesség, a relevancia, a minőség és a folytonosság jellemzi. A GaBi 8.0 thinkstep szoftver 2018-ban került piacra és számos előnnyel rendelkezik a korábbi verziókhöz képest. A 2017-es adatbázisokkal rendelkező, de már 2018. februári adatokat is tartalmazó szoftver az életciklus-értékelést alapvető fontosságú eszközként biztosítja a fenntarthatóbb termelés és folyamatok fejlesztése céljából, az erőforrás-hatékonyság növelése, illetve az energia és a költségek csökkentése mellett. A GaBi thinkstep adatbázisok megjelenésével nagy előrelépés történt. Az új szakmai adatbázis olyan termék-fenntarthatósági intelligenciával rendelke-

zik, ahol jelen vannak a párhuzamos LCIA módszerek (LANCA, PEF / ILCD ajánlás, ReCiPe, UBP, Impact 2002+ és EPS). Az eredmények pontosságát és relevanciáját egy szakmai adatbázis-koncepció (kiterjesztett adatbázisok és data-on-demand adatkészletek) biztosítja. Annak érdekében, hogy az adatbázis felhasználása rugalmas legyen a különböző életciklussal kapcsolatos alkalmazások, az életciklus-menedzsment feladatok és a szakmai döntési helyzetek kapcsán, az adatoknak illeszkedniük szükséges az ipari gyakorlat rendszereihez és szabványaihoz. A GaBi adatbázis jól bevált "best practice" adatokat és megközelítéseket alkalmaz. Új tudományos módszereket és adatokat csak a megvalósíthatósági ellenőrzéseket követően alkalmaznak a kockázatok csökkentése érdekében. Az elmúlt kutatási hónapokban a rendelkezésre álló GaBi 8.0 thinkstep szoftver alkalmazásával az LCA kutatócsoport több gyártási folyamat LCA elemzését végezte el.

5. Összefoglalás

Az LCA elemzésekkel vizsgált mérnöki technológiák értékelését több szempont figyelembevételével célszerű elvégeznünk. A többszempontos-többkritériumos módszerek és az erre épülő kísérleti modellterv segíthetnek abban, hogy a technológiai alternatívák közötti választáskor a műszaki és gazdasági feltételek változásait párhuzamosan tudjuk mérlegelni. Az értékelni kívánt mérnöki technológiák aspektusai elsősorban a környezeti, az energetikai-technológiai és az ökonómiai szempontok. LCA elemzések alkalmazásával a megelőzés és a kimerülő forrásokkal történő takarékoság is nagyobb előtérbe kerülhet. Az

LCA elemzések eredményei által az ipari vállalatok versenyképessége növelhető az által, hogy vállalatok környezetvédelmi termék- és technológiai fejlesztéseiket versenyelőnyé tudják kovácsolni. Az életciklus-elemzéssel kombinált vizsgálati módszerek és komplex modellek egy új kutatási és döntéshozatali irányt képezhetnek a jövőben. Az egyes technológiák által kibocsátott melléktermékek és hulladékok mennyiségének és veszélyességének csökkentésével, valamint a keletkező haszontermékek hatékony hasznosításának igényével életminőségünk is javítható.

6. Konklúzió

A Miskolci Egyetem LCA kutatócsoportjának elért és jövőbeli kutatási eredményei a vizsgált technológiák környezetvédelmi innovációját, valamint a környezetvédelem és a környezetmenedzsment szakterületnek további fejlesztését segíti elő. Ez által a környezettudatos és környezetbarát technológiák társadalmi elfogadottsága, a felsőoktatás és az ipari vállalatok kapcsolata, illetve az ipari vállalatok versenyképessége javítható. Az életciklus-értékeléseket alkalmazó technológiákat illetően, jelentős előrelépés történhet a hazai és a nemzetközi környezetvédelem és környezetmenedzsment területén. Az LCA kutatócsoport eddig elért és jövőbeli eredményei várhatóan nagymértékben hozzájárulnak a

vizsgált technológiák környezetvédelmi innovációjához. Azonban még számos kérdés vár feleletre a jövőben. Az építési szerkezeti elemekre, termékekre és a gyártási technológiák fejlesztésére vonatkozó LCA elemzések, illetve az LCA-alapú összehasonlító anyag- és termékvizsgálatok eredményei kétségkívül hatással vannak hazánk gazdasági teljesítményére és fejlődésére. Az Európai Unió meglehetősen kevés információval és szakirodalmi háttérrel rendelkezik e technológiák területén, így a rendelkezésre álló információk további bővítése és az esetleges pilot megvalósítások nagy előrelépést jelenthetnek.

Köszönetnyilvánítás

A kutató munka az Európai Unió és a magyar állam támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával, a GINOP-2.3.4-15-2016-00004 projekt keretében valósult meg, a felsőoktatás és az ipar együttműködésének elősegítése céljából.

Irodalom:

Mannheim V., Siménfalvi Z.: Life Cycle Assessment for Waste Management Processes. The 9th annual international experts' conference „Enviromanagement. VIII. fejezet, pp. 1-17. 2018. ISBN 978-80-85655-36-0.

Ökobilanz Betonfertigteile Schlussbericht. Stadt Zürich, Amt für Hochbauten. 2016.

Environmental labels and declarations - Type III environmental declarations - Principles and procedures ISO 14025:2006. Geneva, Switzerland.

Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. ISO/TR 14044:2006. Geneva, Switzerland.

Produktkategorieregeln für Bauprodukte Teil B: Anforderungen an eine EPD für Zement. <https://epd-online.com>.

EN 15804:2012-04, Sustainability of construction works - Environmental product declarations - Core rules for the product category of construction products.

Szerzőink

Dr. Mannheim Viktória



Mannheim Viktória 1996-ban gépészmérnöki, 1997-ben okleveles előkészítéstechnika-mérnöki, 2000-ben mérnök-közgazdász oklevelet szerzett a Miskolci Egyetemen. 1997-2008 között a Miskolci Egyetem Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárás-technikai Intézetének PhD hallgatója és munkatársa. Diplomatervét és doktori kutatásainak nagy részét a Berlieni Műszaki Egyetemen készítette. PhD fokozatát 2005-ben szerezte meg a Műszaki Földtudományok területén. 2006 óta a „Hulladékgazdálkodási Tanácsadó” és a „Környezetvédelmi jogszabályok és nyomtatványok gyűjteménye” c. kézikönyvek szerzője és szerkesztője. 2009-2014 között az Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet egyetemi docense. Szakterületei: mechanikai és környezeti eljárás-technika, környezetvédelem, környezetmenedzsment. Jelenleg a Miskolci Egyetem Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központjának tudományos főmunkatársa és az LCA kutatócsoport vezetője.

Dr. Siménfalvi Zoltán



Siménfalvi Zoltán a Miskolci Egyetem Gépészmérnöki és Informatikai Karán a gépészmérnöki szak Vegyipari Gépészeti szakirányán 1995-ben szerzett diplomát. 2000-ben védte meg Rugóterhelésű biztonsági szelep működésének elméleti és kísérleti vizsgálata című PhD értekezését. 2003-tól egyetemi docens, 2013-tól az Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet intézetigazgatója, 2017-től a kar dékánja. Több szakmai szervezet tagja, tudományos és szakmai díjak, ösztöndíjak birtokosa. Szakterülete: biztonságtechnika, por- és gázrobbanás elleni védelem tervezése, nyomástartó edények tervezése, LCA analízis. Az intézet egyik kutatási fókuszterülete a környezeti hatások vizsgálata, különösen a termékek és technológiák életciklus-elemzése.

Élelmiszerpazarlás visszaszorítása, élelmiszermentés

Bodnárné Sándor Renáta

LCA kutatási szakterület vezető, Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.,
3519, Miskolc, Iglói u.2., renata.sandor@bayzoltan.hu

Gál Balázs Sándor

tudományos munkatárs, Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft., 3519,
Miskolc, Iglói u.2., balazs.gal@bayzoltan.hu

Summary

The growing trend of the food waste occurs a problem everywhere around the world. The third of every produced food comes to waste, causing environmental effects and burdens. In addition to waste prevention, it is possible to donate the surplus food for human consumption. The part of this international project the environmental impacts of this donation pilot was assessed. In addition there was a comparative assessment of the pilot with the old – mainly food waste management- system.

Key words: LCA, food waste reduction, donation, retail, Food Bank

Kivonat

A világ országainak, így az Európai Unió tagállamainak is egyre nagyobb kihívást jelent az évről évre termelődő hulladékok, így a települési szilárd hulladékok mennyiségének csökkentése. A tagállamok ez évben elfogadták az EU hosszú távú hulladékgazdálkodásra vonatkozó politikáját – a szélesebb körű körforgásos gazdaságpolitika részeként. Ennek célja, hogy a kommunális hulladék mennyiségének mind kevesebb része kerüljön ártalmatlanításra (lerakásra, égetésre), így időarányosan növelni kell a hasznosítási arányokat. Az új szabály további fontos része, hogy a tagállamoknak biológiailag lebomló hulladékok – így az élelmiszerhulladékok – szelektív gyűjtését és hasznosítását is meg kell oldaniuk 2023-ra. Magyarországon évente 1,8 millió tonna élelmiszerhulladék keletkezik - a teljes élelmiszerlánc mentén, - melynek legkritikusabb szegmensét a végső felhasználók, azaz a háztartások jelentik. Arányában itt generálódik a legtöbb hulladék, mely az ország élelmiszerhulladékának 53%-át teszi ki. Az élelmiszerhulladék csökkentésére, az élelmiszerpazarlás megfékezésére születtek az egyes szektorokra kidolgozott praktikák, melyek nemcsak gazdasági, hanem környezeti előnyökkel is járnak. Ezen lehetőségek- pilotok - számszerűsített környezeti értékeinek kimutatására került sor a nemzetközi Strefowa projekt keretében.

Kulcsszavak: LCA, élelmiszerhulladék csökkentés, adományozás, kereskedelem, Élelmiszerbank

Nemzetközi STREFOWA projekt – az élelmiszerpazarlás visszaszorítására

A Bay Zoltán Kutatóintézet öt közép-európai ország (Ausztria, Csehország, Magyarország, Olaszország és Lengyelország) közreműködésével részt vesz a STREFOWA - Stratégiák az élelmiszer-

hulladék csökkentésére és kezelésére Közép-Európában – elnevezésű nemzetközi projektben, amely három éves futamideje alatt az alábbi stratégiai célkitűzések elérésére törekszik:

- az élelmiszer kapjon egy második esélyt, így az adományozás szerepe növekedjen,

- az élelmiszerhulladékok mennyisége csökkenjen, így a megelőzésre törekvés legyen a legfontosabb,

- a hulladékstátuszba került élelmiszer ne hulladéklerakókra, hanem egyéb hasznosításra kerüljön: komposztálás, biogáz termelés.

A projekt fő célja az élelmiszer és élelmiszerhulladék menedzsment fejlesztése a kiválasztott közép-európai városokban, melynek eredményeként csökkenthető - különösen az üvegházhatású gázok kibocsátásából származó - környezeti hatások, redukálhatók a költségek, illetve pozitív kihatásai lehetnek a társadalom széles rétegeire is (élelmiszeradományozással, vásárlói szokások befolyásolásával, stb.).

Élelmiszerhulladék mennyisége számokban

A világon égető probléma a növekvő élelmiszerhulladék mennyisége – ez főképp a fejlett országokban jelentős. Átlagosan minden megtermelt élelmiszer harmada végzi hulladékként. Ez a mennyiség ma Magyarországon 1,8 millió tonna – kifejezetten élelmiszerhulladékokra fókuszáló gyűjtőrendszerek és mérőrendszerek hiányában ez az érték csak becsült szám – a teljes élelmiszerlánc mentén, melynek legkritikusabb szegmensét a végső felhasználók, azaz a háztartások jelentik. Arányában itt generálódik a legtöbb hulladék, mely az ország élelmiszerhulladékának 53%-a. Ennek okai többek közt a kielégíthetetlen vásárlói igények, a berögzült rossz fogyasztói attitűdök, szokások, a folyamatosan egyre bővülő választékok, melyek arra sarkalják a vásárlót, hogy minél többet vásároljon. A háztartások szükségleteinek – sokszor álszükségleteinek – fedezésére mind több élelmiszert állítanak elő növekvő választékban és minőségben, melynek harmada minden esetben hulladékká válik.

A projekt várható eredményei hozzájárulnak majd a projekt célcsoportjainak (termelők, gyártók, éttermek, kereskedelem, háztartások, hulladékkezelők, oktatási intézmények, környezetvédelmi hatóságok, stb.) elméleti és a gyakorlati lehetőségeinek kibővítéséhez. Így szinte egyedülálló módon 16 különböző, de egymással szoros kapcsolatban álló pilot program valósul meg, amelyek mindegyike törekszik egy olyan eljárás kidolgozására, majd megvalósítására, ami az adott szektor hatékony hulladékcsökkentését szolgálja. A szektorok, melyekre fókuszálunk: növénytermesztés, hotel-restaurant-cafeteria, kereskedelem, háztartások és a hulladékgazdálkodás szektora. Ahhoz, hogy az adott szektornak, illetve érdeklődőnek lehetősége nyíljon minél több információhoz, gyakorlati útmutatáshoz és képzéshez jutnia, egy döntéstámogató web alapú felület jön létre, mely összegyűjti a projekt eredményeit.

A lakosság élelmiszerhulladékokra való érzékenyítésénél, tudatosításánál hatásnövelő az elfecskert élelmiszer anyagi vonatásának feltüntetése. Ez hatásos módszer minden korosztálynál. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a lakosság szembesítése az évi ~65kg/fő élelmiszerhulladékkal, jelentős hatással bír. Bár ennek a mennyiségnek a fele elkerülhető lenne, ami hozzávetőlegesen 15ezer forintot jelent egy főre évente. A hazánk élelmiszerhulladékos adatai nem egyediek, nagyságrendileg ez az arány igaz Európa országainak nagy részére is.

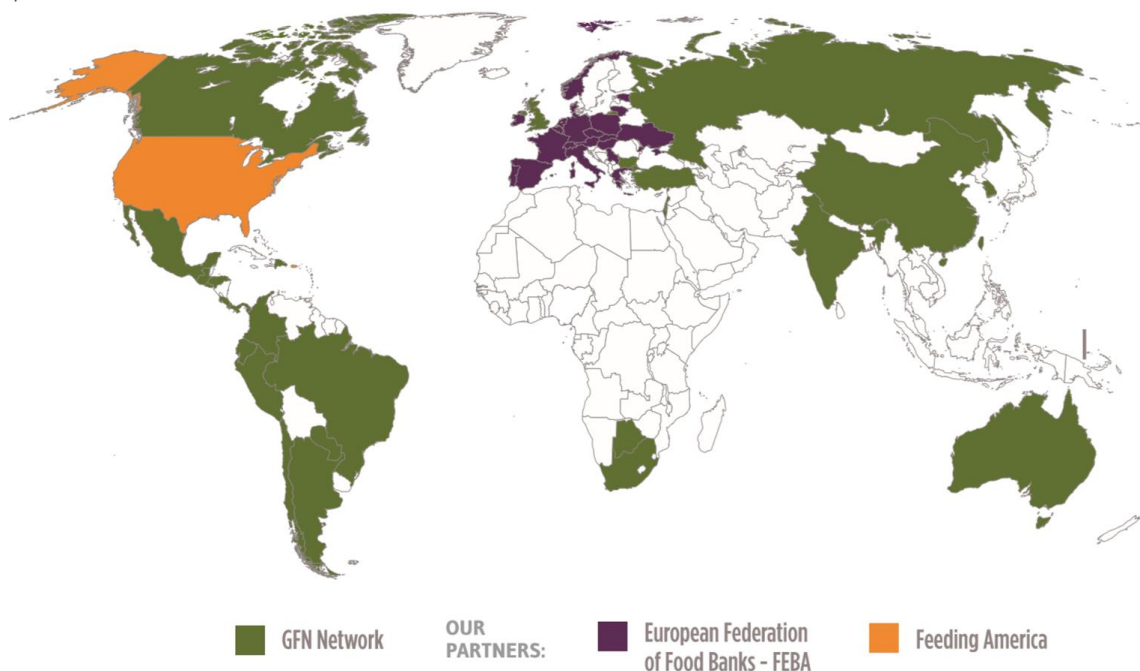
Az élelmiszerhulladékok esetén is igaz a hulladékhierarchia, melynek legfontosabb pontja a megelőzés. Élelmiszer esetén minden esetben törekedni kell arra, hogy az élelmiszerbiztonság minden feltételének megfelelően az emberi fogyasztásra kerüljön, ha lehet. Ennek egyik bevált módja az adományozás.



5. ábra: Hulladékhierarchia az élelmiszerek tekintetében (forrás: **BZN**)

Ma a világ fejlett országai Élelmiszerbank szövetségbe tömörülve tesznek azért, hogy az élelmiszerfelesleg megfelelő minőségben és kellő időben eljusson a rászorulókhhoz. Jelenleg Magyarországon az adományozásnak a szerepe főképp a kereskede-

lemnél, gyártásnál, esetleg vendéglátásnál érvényesül, de az itt összegyűjtött mennyiség is csak 0,5%-a az éves hulladékmennyiségnek. A Magyar Élelmiszerbank által begyűjtött mennyiség évről évre növekszik, a tavalyi évben elérte a 9300 tonnát.



6. ábra: Élelmiszerbankok a világban (forrás: foodbanking.org)

Strefowa projekt pilot megoldásai a hulladék megelőzésre, hulladékcsökkentésre Magyarországon

A projekt magyarországi pilot eseménye ez év tavaszán került megrendezésre a miskolci Intersparban (SPAR Magyar-

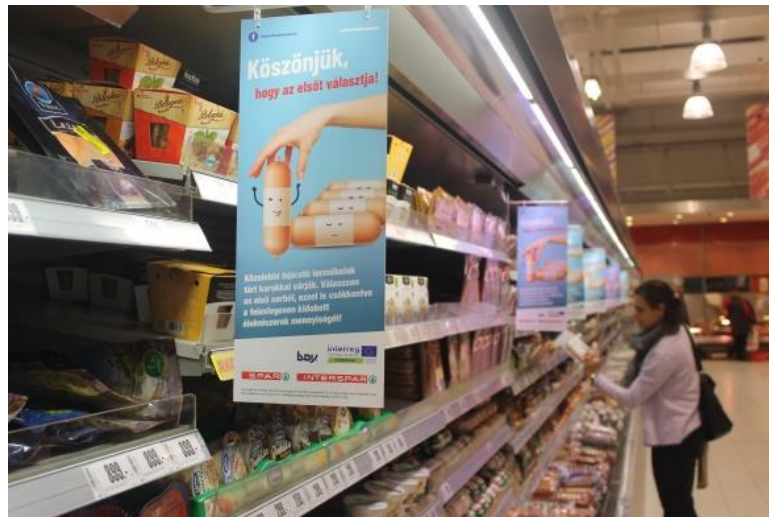
ország Kereskedelmi Kft.), melynek célja: a vásárlóközönség érzékenyítése az élelmiszerpazarlással kapcsolatban, fogyasztha-

tósági idő és minőségmegőrzési idő jelentésének tudatosítása, vásárlói szokások változtatása. A keletkező élelmiszerhulladék probléma a kereskedelemben és a háztartásokban egyaránt. Bár a kereskedelmi szektorban a teljes élelmiszerhulladék mennyiség csak 5%-a keletkezik, mégis az összes kereskedelmi lánc célja e mennyiség redukálása, minimalizálása. A pilot hatásaként, a vásárlók tudatosításával, remélhetően egy fél éven belül a pilotban részt vevő kereskedelmi egység és a bevont háztartások élelmiszerhulladék mennyisége csökkeni fog. Az egymást követő három tavaszi hétvégén, egy emlékezetes vakteszten a vásárlók egymás után ízlelhettek meg egy rövididőn belül lejáró, majd a hosszabb idő múlva lejáró azonos terméket (tejterméket vagy felvágottat). Ez után elmondták érezték-e különbséget a kettő között, és ha igen meg kellett válaszolniuk melyik termék volt a közelebbi lejáratú.

A tudatformáló játékban majd 900-an vettek részt. A válaszadók 65% érzett

különbséget a két termék közt, de csak 44%-a találta el melyik a „régebbi”. Ezzel is tudatosítani szerettük volna, hogy a boltban vásárolható élelmiszerek - megfelelő tárolás mellett - a terméken feltüntetett időpontig biztonságosan fogyaszthatók – így az aznap lejáró termék is. A felhasználás függvényében érdemes megválasztani a terméket, pl.: ha aznap felhasználják, akkor megfelelő lehet a rövidebb lejáratú termék vásárlása is. A boltok számára probléma, hogy nem tudnak tökéletesen kalkulálni a megrendelt mennyiségekkel, ugyanakkor a válogatás miatt polcokon maradó, lejárt termékeket hulladékként kell kezelniük, azok eladhatatlanná válnak. A kóstolás után a résztvevők 82% mondta azt, hogy ezután szívesen választana közelebbi lejáratú terméket is.

A pilot 2019-ben folytatódik Miskolcon és a fővárosban is. Cél minél több háztartás elérése, tudatformálása, ezzel az élelmiszerpazarlás elkerülése és az élelmiszerhulladék mennyiségének csökkentése.



7. ábra: Magyarországi pilot – vásárlói tudatosítás (forrás: BZN)

Lengyelországban

A lengyel élelmiszerbankok szövetsége a projekt pilotjában megfogalmazott céljai szerint egy teljesen új begyűjtési rendszert vezetett be az ország nagy részén, mintegy

30 élelmiszerbank és 900 jótékonyági szervezet bevonásával. Cél az élelmiszerhulladékok keletkezésének visszaszorítása, a megmenthető élelmiszerek növelése speciális hűtőjárművek segítségével. A jelen-

leg együttműködő élelmiszerkereskedelmi partnerek mellett új kereskedelmi láncok és éttermek bevonásával növelhető a megmentett élelmiszer mennyisége és fajtája, hiszen a hűtőrendszerrel lehetővé válik húsok, halak, tejtermékek, készételek

megmentése is. A pilot egy éve alatt 370 kereskedelmi egység, 200 étterem csatlakozott a programhoz, mellyel évente plusz 2000 tonna élelmiszer megmentése vált lehetővé.



8. ábra: Lengyelországi pilot – Élelmiszerbank hűtőautós gyűjtőrendszere
(forrás: Federation of Polish Food Bank)

Környezeti hatásvizsgálat Alapparaméterek

A projekt majd minden futó és zárult pilot munkájára készül környezeti életciklus elemzés, melynek célja a változtatással elért környezeti hatások kimutatása. Kivételt azon pilotok képeznek, melyek az iskolai oktatásra, tudatformálásra fókuszálnak.

Jelen környezeti életciklus elemzés a lengyelországi pilot eredményeit összegzi, dolgozza fel, majd egy összehasonlító elemzés keretében a jelenleg zajló élelmiszerhulladék kezelési módszerekkel veti össze.

Az elemzés e pilot esetén egy kg megmentett élelmiszerre vonatkozik.

Bár a rendszerhatár teljes életciklus elemzésre vonatkozik: az élelmiszer alapanyagok előállításától az eladhatatlan élelmiszerek adományozásig, vagy élelmiszerhulladékok hulladékkezeléséig, mégis egyes folyamatokat vizsgálaton kívül hagy, az összehasonlítás jobb kifejezése érdekében (pl.: élelmiszerek kereskedelmében, étterembe szállítását, raktározását, csomagolását, összetett élelmiszerek gyártását, stb.)



9. ábra: Rendszerhatár (forrás: BZN)

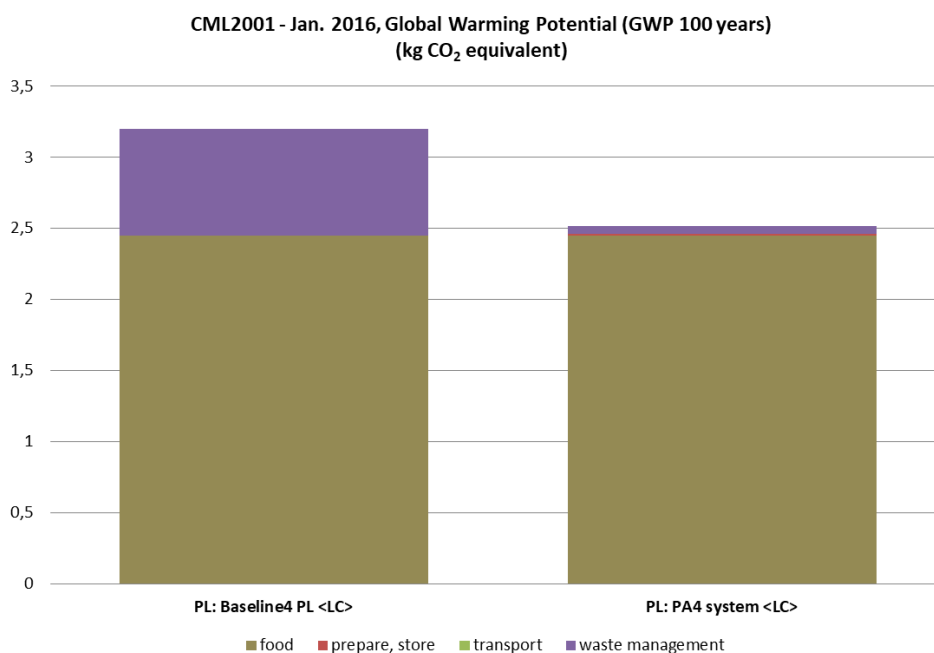
Környezeti hatások, eredmények

A pilot tervezésekor cél volt, hogy az az élelmiszerbank új gyűjtőrendszerének bevezetésével növelhető legyen a megmenthető élelmiszer mennyisége és fajtája. Bár az új hűtőrendszerrel rendelkező szállítójárművek szélesebb körben érintenek gyűjtőpontokat és számolni kell további raktározási és feldolgozási költségekkel, mégis környezeti szempontból is bizonyítottá vált a rendszer létjogosultsága.

A teljes életciklus vizsgálatánál a környezeti hatások nagyobb hányadát az előállított élelmiszerek környezeti hatásai adják. Mint már megelőző tanulmányok is rámutattak a húsok, hústermékek, készételek, egyes tejtermékek erősen hatásművelők, míg egyes zöldségek, gyümölcsök a többi étel viszonylatában kisebb terheléssel bírnak.

A másik elgondolkodtató az alkalmazott hulladékgazdálkodási technológia, amely mind Lengyelországban, mind Magyarországon jelenleg nem a legmegfelelőbb. Sajnos az élelmiszerhulladék apró hányada kerül a hulladéklerakástól magasabb feldolgozási technológiába, így akár komposztálásra, akár biogáz hasznosításra.

Az eredmények alapján az egy kilogrammnyi – meghatározott összetételű - élelmiszermaradék adományozásával 21,4%-al csökkenthetők a globális felmelegedésre eső hatások. Az élelmiszer-előállítást figyelmen kívül hagyva a jelenlegi rendszerrel (gyűjtési, raktározási, szortírozási és kiszállítási rendszerrel) 91,2%-al lehet csökkenteni a karbon lábnyom értékét az eddig alkalmazott hulladékártalmatlanítással szemben.



10. ábra: Karbon lábnyom – összehasonlító elemzés (forrás: BZN)

Játszva a rendszerhatárokkal, azaz beiktatva egy köztes szektort,- a kereskedelmet az élelmiszerláncba - érdekes eredmények vonhatók le. A kereskedelmi szektor részese-
sedése az országban keletkező élelmiszer-
hulladékból 5%. További meghatározó
adat a kereskedelemben keletkezett élelmi-
szerfelesleg (tehát még nem hulladék),
valamint hulladék jelenlegi elhelyezési
lehetőségei és mennyiségi arányai. Ezek
figyelembevételével jelenleg a vizsgált
adományozási lehetőség környezeti hatásai
elenyészőek a teljes környezeti hatásokhoz.
Ez az eredmény rámutat, hogy bár fontos
minden lehetőség kihasználása, mely a
keletkezett élelmiszerfölösleg elhelyezését

szolgálja, de elsődleges célként a hulladék-
státusz megelőzését kell kitűzni, ezzel ér-
hető el a környezeti hatások jelentős javu-
lása.

A pilot az élelmiszeradományozásra főku-
szál. Bár a környezeti életciklus elemzés
bebizonyította a környezeti hatások javulá-
sát, javíthatóságát, de a rendszer reális elő-
nyére a gazdasági és ebben az esetben talán
nagyobb súlyú társadalmi elemzés adhat
pontos választ. Érdekes lehet a vizsgálat a
rászorulóknak szemszögéből, akik ellátásáról
eddig is kellett gondoskodni.

Irodalom:

Nébih. 2018. Maradéknélkül az
élelmiszerpazarlás ellen

Központi Statisztikai Hivatal - Egy főre
jutó éves kiadások (2010)

Szerzőink

Bodnárné Sándor Renáta



A Miskolci Egyetem elvégzése után, 1998-tól tudományos munkatárs, majd LCA kutatási szakterület vezető a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.-nél, Miskolcon.

Nemzetközi és hazai projekteken egyaránt tevékenykedik, mint környezetmérnök. Az életciklus elemzéssel 2007-től foglalkozik, az elvégzett szoftveres elemzések széles szakterületeket érintenek a teljes életciklus vonalán: energetika, építőipar, terméktervezés, termékgyártás, újrahasználat, hasznosítás, hulladékmenedzsment, stb.

A Magyar Életciklus elemzők- LCA Center - egyesület alelnöke.

Gál Balázs Sándor



Gál Balázs Sándor Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.nél dolgozik, mint tudományos munkatárs. 2012-ben megkezdte doktori tanulmányait a Miskolci Egyetem Gazdaságtudományi Karán. Kutatási témái közé tartozik a megújuló energiaforrások valamint a fenntartható fejlődés környezeti, gazdasági és társadalmi vonatkozásainak elemzése. Munkája során rendszeresen végez életciklus elemzést széles témakört felölelve.

Új környezetbarát csomagolóanyag megoldások az élelmiszeriparban

Szekeresné Köteles Rita

projektmenedzser, EPD Kft. 6750 Szeged, Kálmány L. u 13. 2.1, szkrita@gmail.com

Summary

In our accelerated world a prominent trend in food packaging is the use of flexible plastic pouches instead of traditional glass, paper and metal packaging, and even rigid plastics. Consumer expectations, besides freshness of foods, are increasingly placed on convenience, portability and handy usage. Innovative, sustainable solutions for food packaging are constantly expanding, with the aim of keeping the consumer's convenience and comfort with less ecological footprint of the product. In this study the introduction and current possibilities of using pouches in the food industry is presented.

Key words: food-industry, pouch, ecological footprint, bioplastic

Kivonat

Felgyorsult világunkban egyre terjed és népszerűbb mind a gyártók, mind a fogyasztók részéről a rugalmas műanyag tasakok használata az élelmiszeriparban is, a hagyományos üveg-, papír- és fémcsomagolás helyett. A fogyasztói elvárás – az élelmiszer frissen tarthatósága mellett – egyre inkább a kényelemre, hordozhatóságra, a könnyű használhatóságra helyeződik. Az innovatív, fenntartható megoldások az élelmiszeripari termékek csomagolására folyamatosan bővülnek, melyek célja az eltarthatóság, fogyasztói kényelem mellett, a termék kisebb ökológiai lábnyoma. A tanulmányban feltérképeztem a tasakos konzervipari csomagolás bevezetésének és alkalmazásának jelenlegi helyzetét.

Kulcsszavak: élelmiszeripar, tasak, ökológiai lábnyom, bioplasztik

Bevezetés

Az egyre igényesebb fogyasztói elvárások és a termék minőségének biztosítása és fenntartása érdekében a csomagolóanyagok legalább annyira befolyásoló tényezők az élelmiszeripari termékek minősége esetében, mint az élelmiszergyártás során felhasznált alapanyagok. A fogyasztói elvárások alapján egyre nagyobb figyelmet kap az élelmiszergyártók részéről is a csomagolóanyagok kiválasztása. Az élelmiszer-

ipari csomagolóanyagok terén manapság a legfontosabb elvárások, hogy ne legyenek ártalmasak sem az emberi szervezetre, sem a környezetre, de megőrizték az étel frissességét és megakadályozzák a romlás folyamatát. Ezen elvárások maximális betartásához a csomagolóanyag gyártóknak rendkívül körültekintő gyártási körülményekhez kell igazodni, s a legújabb csomagolástípusok alkalmazása előtt több éves kutatásokra van szükség.

A tasak megjelenése és terjedése az élelmiszeriparban

A csomagolás egyre fontosabbá válik az élelmiszeriparban, ahol a funkcionalitás, például a kényelem és az adagolás is egyre nagyobb figyelmet kap. A fogyasztói elvárások alapján az angol/amerikai szóhasználatban új fogalmak kerülnek bevezetésre a "ready-to-eat", fogyasztásra kész és az "on-the-go", mellyel a kényelemre és a felgyorsult hétköznapi élet következményeként a gyors, akár útközben is kényelmesen fogyasztható termékekre helyeződik a hangsúly. Az élelmiszercsomagolás megoldások fejlesztése során -az alap élelmiszerbiztonsági és fogyasztói igény figyelembe vétele mellett- természetesen már fokozott figyelmet kap a fenntarthatóság is (V.Siracusa-M. D.Rosa, 2018). A nagy élelmiszer gyártók ma már komolyan gondolják azt, hogy nemcsak a termék előállítása során legyen szempont az egészség, a csomagolásnál is fontos, hogy környezetbarát alapanyagokból dolgozzanak. Ennek egyik oka az, hogy a fogyasztók tudatosabbá váltak, tisztában vannak nemcsak a mikroplasztik-szennyezés világszintű problémájával, hanem a termék gyártásával összefüggő egyéb környezetterhelő következményekkel (energiafelhasználás, vízfogyasztás, szállítás környezeti problematikája) és elvárják, hogy a gyártó ökológiailag is tudatos legyen (G.Martinh, et al, 2015)

A konzervipari csomagolás világtrendjeit feltérképezve megfigyelhető, hogy különösen az amerikai és ázsiai, de egyre növekvő mértékben a nyugat-európai élelmiszergyártók körében is egyre népszerűbb a tasakos csomagolás, amit ugyan lassan, de néhány hazai szupermarket polcán is felfedezhetünk. A tasak egyik legfőbb előnye, hogy fogyasztóbarát, a gyártó számára nagyobb profittal értékesíthető a termék, könnyen variálható, kisebb kisserelés, ma-

gasabb realizálható egységár, strapabírás, kevésbé sérülékeny, kiváló eltarthatóság és polcon tarthatóság jellemzi, és használatával jelentősen csökkenthető a szállítási költség.

A tasakos csomagolást már évtizedekkel ezelőtt elkezdtek alkalmazni egyéb területeken is (pl kozmetikumok, utántölthető mosószeresek). Alkalmazásuk és használatuk ezeken a területeken töretlen, hiszen számos előnnyel jár, nemcsak a fogyasztói preferencia és termelői/gyártási költség tekintetében (kevesebb anyagköltség, kisebb helyet foglal, kisebb szállítási költség), hanem a termelődött hulladék mennyiség szempontjából is -a hagyományos merev falú műanyag flakonokhoz képest (www.smartouches.com).

A felsorolt előnyök ellenére - néhány nagyobb hazai gyártó és forgalmazó termékpalettáját vizsgálva- viszont megfigyelhető, hogy hazánkban még nehezen terjed és kevésbé alkalmazott csomagolási megoldás, - különösen ritka még a konzerviparban.. Persze fontos kiemelni, hogy a csomagolás önmagában nem feltétlen jelenti azt, hogy a csomagolóanyag biológiailag lebomlik, vagy könnyen komposztálható lenne, ugyanis a tasakos csomagolások több rétegű, laminált megoldással készülnek, melyek szétválasztása és kezelése most még nagy kihívás elé állítja a műanyagipari kutatókat (WRAP 2011). Egyelőre a gyártásfejlesztésben a műanyagok anyagában történő hasznosításánál a lebomló anyagok nagy problémát jelentenek. Mosásnál a lebomló anyagok egy sűrű masszát képeznek, és nagymértékben megnehezítik a többi műanyag reciklálását. A lebomló anyagok különválasztása pedig további beruházást igényelne, és nincs elegendő mennyiségű anyag a jelenlegi berendezésekben az elkülönített hasznosításhoz. Ehhez a problémához még hozzáadódik az is, hogy a biológiailag lebomló műanyagok alapvetően korlátozottan reciklál-

hatók. A biológiailag lebomló műanyagokat nem lehet a biohulladékokkal együtt hasznosítani, mert nagymértékben rontják a komposzt minőségét és mivel nincsenek jelöléssel ellátva, összekeverhetők a hagyományos műanyagokkal. (Kiss R, 2018) elrendezésben. Ezért a hulladékkezelés szempontjából nagy előrelépés lehetne ezen csomagolóanyagok jelöléssel való ellátása. Bár a 442/2012. (XII. 29.) Korm. rendelet a csomagolásról és a csomagolási hulladékkal kapcsolatos hulladékgazdálko-

Eredmények

Az amerikai és ázsiai élelmiszeriparban rohamosan terjedő tasakos megoldásokat csak lassan és fokozatosan veszik át a hazai élelmiszergyártók, s különösen a konzerviparban terjed nehézkesen. Ennek oka lehet az, hogy a hazánkban viszonylag kis jövedelmezőséggel működő konzervgyáraknak az új technológiára való átállás jelentős tőkebefektetést igényelne, megtérülése még a csökkenő szállítási és raktározási költségek, valamint a nagyobb értékesítési profitráta ellenére is hosszú távú. Így a legtöbb gyártó és forgalmazó -különösen a konzerviparban- a hagyományos üveg, konzervdoboz és műanyag flakon megoldást preferálja és alkalmazza. Másrészt a többrétegű laminált megoldás önmagában még mindig környezetterhelő, az anyagösszetétel nem mindig beazonosítható, a hulladékkezelés során nehezen szétválasztható, nem kezelhető.

A kutatás során öt konzervipari vállalkozás (gyártók és forgalmazók) Magyarországon

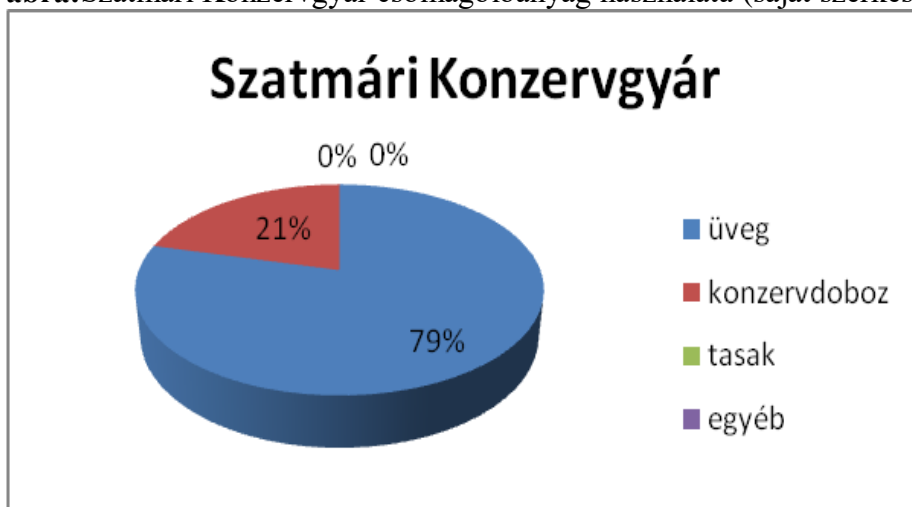
dási tevékenységekről alapján a gyártó a csomagolás anyagára, a csomagolási hulladék kezelésének módjára utaló azonosító jelölést alkalmazhat, ez az esetek többségében nem megfigyelhető. A fogyasztói ökológiai tudatosság növelésének is hasznos eszköze lehetne a termék csomagolásának részletesebb jelölése.

forgalmazott, interneten fellelhető termékínálatát vizsgáltam meg, csomagolás szempontjából:

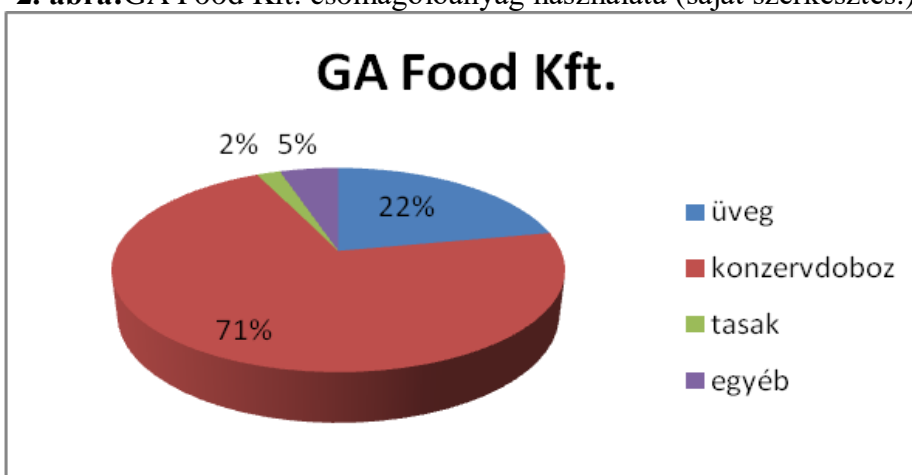
- (1) Szatmári Konzervgyár Kft (Rege termékek gyártója),
- (2) GA Food Kft (Kaiser Franz Josef, Giana és Asia World termékek forgalmazója, import alapanyagok csomagolásával és kereskedelmével foglalkozik),
- (3) Infood 2000 Kft.(többek közt a Rio mare, Kraft Heinz, Ponti, Cirio termékek magyarországi forgalmazója),
- (4) Hamé Hungáriai Kft (Hamanek, Hamé és Globus termékek csehországi gyártója), valamint az
- (5)Univer Zrt. (Univer és Kecskeméti márkanevek gyártója).

A vizsgált cégek termékei többségében üveg, konzervdoboz, műanyag flakon, néhány esetben Tetra Pak, műanyag zacskó (fagyasztott termékek) és csak elenyésző esetben találunk a kínálatban tasakos megoldást.

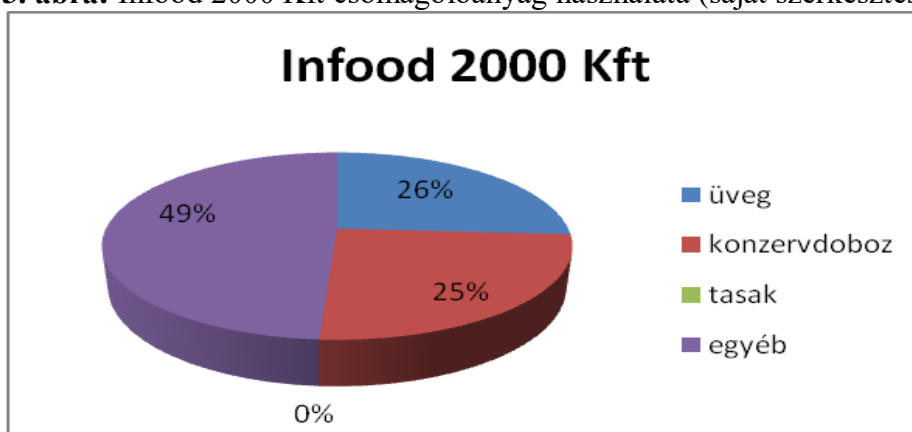
11. ábra: Szatmári Konzervgyár csomagolóanyag használata (saját szerkesztés)



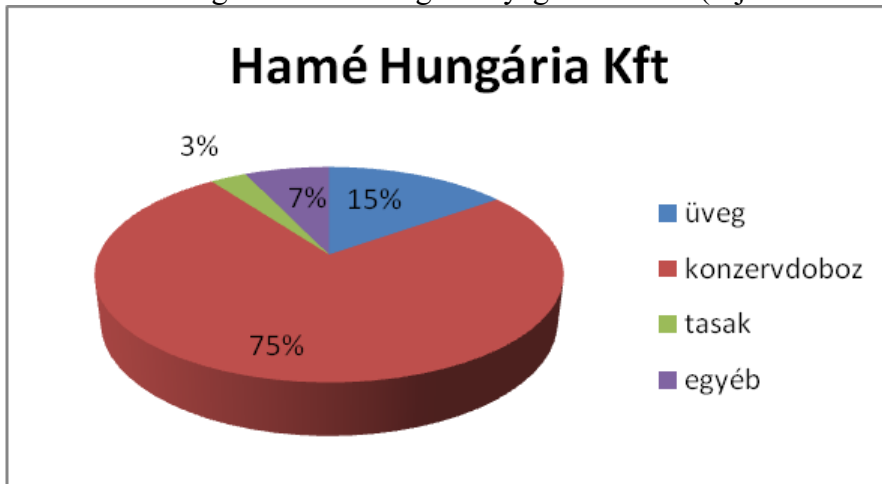
2. ábra: GA Food Kft. csomagolóanyag használata (saját szerkesztés:)



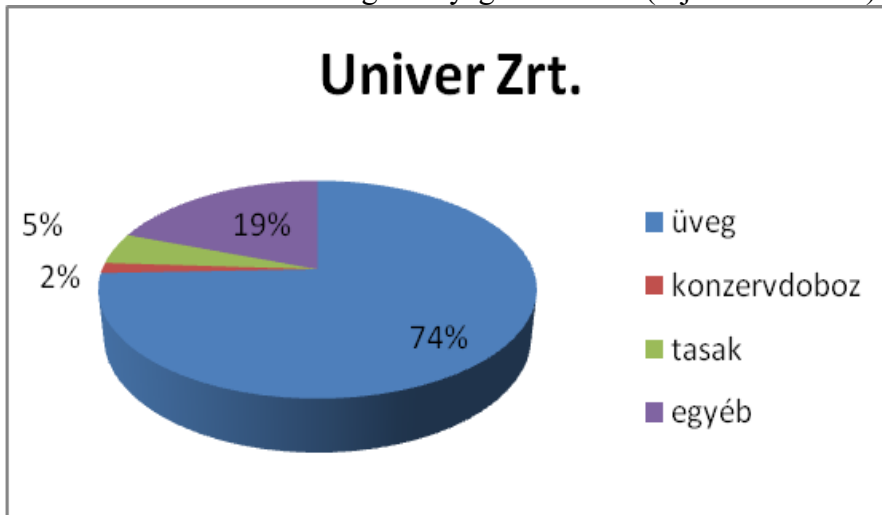
3. ábra: Infood 2000 Kft csomagolóanyag használata (saját szerkesztés)



4. ábra: Hamé Hungária Kft csomagolóanyag használata (saját szerkesztés)



5. ábra: Univer Zrt. csomagolóanyag használata (saját szerkesztés)



Összefoglalás

A változó fogyasztói és élelmiszeripari igényeknek megfelelően a csomagolóanyagok fejlesztésében egyre erősödik az igény a környezetvédelmi szempontok előtérbe helyezésére.

A tasakos csomagolási megoldás -a kozmetikumok és vegyi áruk mellett -egyre inkább terjed az élelmiszeriparban, ma már

a hazai polcokon is megjelenik, szószok, ketchup, mustár majonéz, bébiételek, pürék csomagolásaként. Az innovatív, fenntartható megoldások az élelmiszeripari termékek csomagolására folyamatosan bővülnek, melyek célja az eltarthatóság, fogyasztói kényelem mellett a termék kisebb ökológiai lábnyoma.

Konklúzió

A tasakok piacán a megnövekedett fogyasztói és gyártói igényeknek köszönhetően az elmúlt években jelentős fejlesztések zajlanak, melynek eredményeként a hosszabb eltarthatóság mellett környezetvédelmi szempontok is egyre inkább alkalmazásra kerülnek. A tasak-technológiák fejlődésével lehetővé válik, hogy a különböző termékek-köztük az élelmiszerek egyre nagyobb szegmense számára is elérhető legyen ezen csomagolási forma.

Az élelmiszer-csomagolásban használt tasakok környezeti hatásai már önmagában jelentősek. A tasakos csomagolás kisebb és vékonyabb az üveg-, papír- és fémcsomagolásnál, 60% -kal kevesebb műanyagot használnak, és átlagosan 23% -kal könnyebbek a hagyományos merev csomagoláshoz képest (T. Szaky 2016.) A tasak termeléshez szükséges energia jóval kevesebb, mint a hagyományos üveg, fém csomagolási eszközök használata, csökkentve a termelés során és a szállítás során felszabaduló CO₂-kibocsátást. Szállítás szempontjából kevesebb helyet foglal el, így kevesebb szállító kapacitást (járművet) igényel, csökkentve az üzemanyag-fogyasztást és a további CO₂-kibocsátást.

Irodalom:

Kiss R. 2018. Bioműanyagok-helyzetkép a jelenről és a perspektívákról, Transpack 1 p 46-47.

G.Martinho-A.Pires-G.Portela-M.Fonseca 2015. Factors affecting consumers' choices concerning sustainable packaging during product purchase and recycling Resources, Conservation and Recycling Volume 103, , P 58-68

V.Siracusa-M. D.Rosa 2018. Sustainable Packaging, Sustainable Food Systems from Agriculture to

A rugalmas műanyag tasakok csökkentik a hulladéklerakók terhelését, mivel könnyebbek, kevésbé terjedelmesek és kevesebb mennyiséget foglalnak el a hagyományos csomagolásnál.

Mindezen előnyök mellett viszont a jelenlegi hulladékkezelési infrastruktúrán keresztül nem lehet újrahasznosítani. A több rétegű filmek, amelyeket a legtöbb zacskó tartalmaz, gyakran különböző műanyagokból állnak, amelyek nehezen újrahasznosíthatók, mivel ezek az összetevők elválasztást igényelnek. További probléma, hogy a tasakok fogantyúkat, cipzárokat, ragasztóelemeket, visszazárható nyílásokat, lyukakat, szalmadarabokat, kanalakat és sapkákat találnak, hogy csak néhány olyan záróelemet és felszerelést említsünk, amelyek megkönnyítik a fogyasztói élelmiszerek könnyű szállítási és felhasználási lehetőségeit. sokkal nehezebb újrahasznosítani alkatrészeik miatt.

A hazai élelmiszerpiacot vizsgálva viszont megállapítható, hogy a tasakok széles körű alkalmazása egyelőre kezdetleges, bár a használatukra vonatkozó gyártói kapacitások bővülése várható.

Industry Improving Production and Processing 275-307

T. Szaky 2016 The 'pouch-ization' of the world Flexible Packaging on <https://www.packagingdigest.com/flexible-packaging/the-pouch-ization-of-the-world-2016-09-23>

<https://www.smartpouches.com/blogs/9-ways-our-stand-up-pouches-and-flexible-packaging-solutions-will-make-your-brand-stand-out/>

WRAP, 2011. Recycling of Laminated Packaging. Trials to Optimise Pilot Plant for Recycling of Laminated Packaging Wastes.

<http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Recycling%20of%20laminated%20packaging.pdf>.

Szerzőink

Szekeresné Köteles Rita



Szekeresné Köteles Rita a Debreceni Egyetem PhD hallgatója, 2004 óta foglalkozik különböző társadalomtudományi és elsősorban agrár-élelmiszeriparhoz köthető fenntarthatósági kérdésekkel. Évekig dolgozott a vidék-és területfejlesztés területén, foglalkozott a vidék fenntartható fejlődésével, versenyképességével elsősorban társadalmi kontextusban. Munkája során több EU-által finanszírozott projekt kidolgozásában és megvalósításában vett részt. Munkájához kapcsolódóan új érdeklődési területe a "fenntartható csomagolás", mely érinti -többek között- az élelmiszerbiztonság, a körforgásos gazdaság, LCA, ökolábnyom kérdéskörét..

Körkörös gazdaság?

Életciklus szemlélettel az éttermek hulladékmentességéért

Péterné Dr. Baranyi Rita¹, Vidéki Márta²

¹egyetemi adjunktus, BME GTK Környezetgazdaságtan Tanszék, ritabaranyi@gmail.com

²egyetemi hallgató, BME GTK nemzetközi gazdálkodás alapszak, videkim@hotmail.com

Summary

Circular Economy? – Life-cycle approach for zero-waste restaurants!

The circular economy, industrial symbiosis or the life-cycle assessment are becoming well-known concepts regarding environmental regulations and management. Within the framework of a literature review, in the first part of our article we analyse the definitions of these theories, the aspects of their policy regulations both national and European Union level focusing on agricultural and food industrial relations. In the second part, we examine the possible implementations of the concept of “zero-waste restaurant” with a practical approach. By applying the life-cycle approach, our aim is to determine those operation points where it is possible to decrease the amount of wastes by intervention. After the assessment and understanding of the national practice we intend to develop recommendations that could be widely applicable in putting the zero-waste concept into practice.

Key words: Circular economy, Industrial symbiosis, Life cycle assessment (LCA), Zero-waste restaurant

Kivonat

A körkörös gazdaság, az ipari szimbiózis és az életciklus értékelés egyre elterjedtebb fogalmak a környezetszabályozásban és környezetmenedzsmentben. Cikkünk első részében szakirodalmi elemzés keretében vizsgáljuk e fogalmak jelentését, valamint a hazai és uniós szintű szakpolitikai szabályozás vonatkozásait, fókuszálva a mezőgazdaság és élelmiszeripari összefüggésekre. Cikkünk második felében gyakorlati elemzés keretében a „hulladékmentes étterem koncepció” megvalósítási lehetőségeivel foglalkozunk. Célunk életciklus szemlélet alkalmazásával meghatározni a működés azon pontjait, melyeknél beavatkozva a hulladékok mennyisége csökkenthető. A hazai gyakorlat felmérése és megértése után széles körben alkalmazható ajánlásokat fogalmazunk meg a koncepció gyakorlatba ültetésének érdekében.

Kulcsszavak: Körkörös gazdaság, Ipari szimbiózis, Életciklus értékelés (LCA), Hulladékmentes étterem

Életciklus szemlélet és körkörös gazdaság az élelmiszeriparban

A fenntarthatóság, a fenntartható gazdálkodás megvalósításának egyik alapvető feltétele a gazdaságban felhasználásra kerülő input és kibocsátásra kerülő output anyagok és energiák csökkentése. Makro szinten főként a körkörös gazdaság fogalma kerül előtérbe, mint az anyag- és ener-

giaáramok nyílt láncának zárását elősegítő megoldás. Mikro szinten pedig a környezetmenedzsment alapvető eszközei, az életciklus értékelés alkalmazása, az ipari ökológia, ipari szimbiózis vagy akár az öko-címkék alkalmazása vezethet eredményre, melyek megfelelő használata hoz-

zájáru a vállalati környezeti teljesítmény javulásához is. Az említett eszközök éles lehatárolása viszont nem célszerű, hiszen ezek egymásra épülnek. Az életciklus szemlélet (életciklus értékelés, LCA), a „bölcstől bölcsőig elv” gyakorlati megvalósulását jelenti a körkörös gazdaság megteremtése, mely alapjául szolgál az ipari ökológiai rendszerek kialakulásának. Ugyancsak LCA logikáján alapulnak a különböző öko-címkék is (MSZ EN ISO 14040:2006), (Ross, S. – Evans, D., 2002), (Miles, P. M. – Russell, R. G., 1997), (Baumann, H. – Boons, F. – Bragd, A., 2002), (Pujari, D., 2006)

A körkörös gazdaság egy olyan gazdaság, ahol az anyagok ciklikusan áramlanak, főként megújuló energiaforrásokra támaszkodik, minimalizálja a mérgező vegyi anyagok használatát, az anyagok és energiák ciklikus áramlásának köszönhetően csökkenti az input anyagok szükségletét és ugyancsak csökkenti a kibocsátásra kerülő anyagok, így a hulladékok és káros anyagok kibocsátását is (Rizos, V., Tuokko, K., Behrens, A. 2017).

A körkörös gazdaság stratégiája, amelynek végső célja a zéró hulladék megvalósítása, egyre népszerűbb téma, különösen az Európai Unióban, ahol különböző akcióterveket is kidolgoztak az elmélet gyakorlati megvalósítására. Bár a körkörös gazdaság kialakítása összetett folyamat, és hatékonysága számos feltételhez kötött, bevezetése nemcsak környezeti, de egyben gazdasági előnyt is jelenthet az inputok és outputok csökkenése révén. Az európai uniós becslések alapján például az öko-design, a hulladékmegelőzés és az újrahasználat implementálásával az EU megközelítőleg 600 milliárd eurót tudna megtakarítani évente, több mint kétmillió munkahelyet teremthetne, valamint az erőforrások hatékony felhasználása is 30%-kal növekedne, ezzel akár 1-2%-os gazdasági növekedést is elérve. (Európai Bizottság, 2014).

Az élelmiszeripar a világ egyik legnagyobb ipari szektora és energiafelhasználója. A növekvő népesség következtében az élelmiszerek minden korábbit megelőző mér-

tékű előállítása nagyban hozzájárul a széndioxid kibocsátáshoz, az üvegházhatás növeléséhez, a globális klímaváltozáshoz és a biodiverzitás veszélyeztetéséhez. Mindeközben az is kérdéses, hogy az ipar hogyan tartson lépést a mértéktelen élelmiszer iránti kereslettel szemben. Ezért is fontos, hogy pontosan tudjuk, hogy az egyes agro-termékek mekkora terhet rónak környezetünkre életciklusuk során. Ennek megállapítására egyre több helyen jelenik meg az életciklus értékelés (LCA) módszere, ami meghatározza és értékeli a termék és annak előállítási folyamatainak környezeti hatásait. Ennek részét képezi nemcsak az előállítás, hanem a hozzá tartozó technológiai lépések, a termények betakarítása, a szállítás, a kezelés, a tárolás, a csomagolás, a termékek disztribúciója és végső soron a fogyasztás vagy rosszabb esetben a hulladéklerakókra kerülés. Érdekes megfigyelés, hogy míg a fejlődő országokban az élelmiszeriparban a legtöbb hulladék az előállításnál képződik, addig a fejlett országokban a fogyasztásnál (Poritosh R. et al., 2008).

Az élelmiszeripar láncfolyamatait tekintve az élelmiszerhulladék csökkentése alapvető kérdés, mely nemcsak gazdaságossági, de etikai kérdéseket is felvet. Az élelmiszerek életciklusának összetett jellegénél fogva nehéz az inputok és outputok pontos lehatárolása és mérése. Az élelmiszerhulladék az értéklánc minden pontján keletkezik, a betakarítástól, a feldolgozáson át egészen a forgalmazás, fogyasztás szintjéig, ami történhet vendéglátóhelyeken, hipermarketekben, illetve a háztartásokban is. Az élelmiszeripar körkörös gazdasággá alakulásának eredménye lehet többek között a hulladékképződés csökkenése is. Ehhez viszont elengedhetetlen az élelmiszer rendszer vizsgálata, a lehetőségek feltárása az elsődleges termeléstől, a mezőgazdasági technikák használatán át egészen a kereskedelmi és fogyasztói felhasználásig. Megjegyzendő, hogy érdemes külön figyelmet fordítani a mezőgazdasági hulladék biotechnológiában való használatára. (European Commission, 2018)

Tekintve, hogy a mezőgazdaság az Európai Unió gazdaságának egyik kritikus fontosságú szektora és összeköthető többek között a népességnövekedés, az élelmiszerbiztonság és az éghajlatváltozás kérdéskörével is, így ezen a területen még jelentősebb szerepe lehet új megoldásokat kínálva a körkörös gazdaság kialakulásának.

A körkörös gazdasághoz hasonlóan az ipari szimbiózis célja is a nyílt anyag- és energiaáramok zárása. Az ipari ökológia a természet mintájára, az egyes iparágakat akarja összekötni egy úgynevezett „ipari szimbiózisban”, így az elmélet alkalmazásánál fontos a rendszerekben való gondolkodás. Az ipari ökológia lényege, hogy ami az egyik vállalat számára hulladék vagy melléktermék, az a másik vállalatnak erőforrásként is funkcionálhat és/vagy fordítva.

Amennyiben tökéletesíteni lehetne a hulladékok és melléktermékek teljeskörű felhasználását a vállalatok között ciklikus folyamatok kialakításával, a hulladékkibocsátás és anyagfelhasználás akár elenyészővé is válhatna, ami különösen nagy innovációs erővel és megtakarítással bírna az energiaigényes iparágakban. A mezőgazdaságban és az élelmiszeriparban szintén nagy jelentősége lehet a keletkező melléktermékek hasznosításának.

Már most számos példa megvalósult városi szinten arra, hogy az egyes iparokat összekössék, ezzel csökkentve a költségeket és jelentős lökést adva a gazdasági növekedésnek, így a mezőgazdasági termelésben, a vendéglátóiparban is érdemes megfigyel-

ni ezeket a lehetőségeket. Az ipari ökológiának a koncepcióját már az élelmiszeriparban is igyekeznek alkalmazni, a tápanyagáramok elemzése és értékelése új innovatív, fenntartható megoldások alapjául szolgálhat. (Fernandez-Mena, H., Nesme, T., Pellerin, S. 2016).

Mind a körkörös gazdaság, mind az ipari szimbiózis alapját az életciklus szemlélet adja. A tényleges környezeti haszon elérése érdekében nem elegendő, ha csak a gazdaság szereplői tesznek újító lépéseket, szükség van a lakosság, a fogyasztói réteg tudatos magatartására, termékválasztására is. Megfigyelhető, hogy bizonyos fogyasztói rétegek egyre tudatosabban vásárolnak, igyekeznek döntéseiket úgy optimalizálni, hogy környezetre gyakorolt káros hatásuk minél kisebb legyen. Ehhez nyújtanak segítséget az öko-címkék, amelyek többek között az élelmiszerekről adhatnak nekik pontosabb képet. Az Európai Unióban egyelőre annak a problémáját próbálják kezelni, hogy a címkék mögötti tartalom egyértelmű legyen a fogyasztó számára. Van olyan öko-címke, ami a termék organikusságát jelzi, de utalhat arra is, hogy az élelmiszer/termék életciklus értékelése alapján kisebb környezeti terhelést jelent (Marco A. Miranda-Ackerman et al., 2017). Az egyre terjedő öko-címkék által kiváltott marketinghatás a vállalatokat is ösztönözheti arra, hogy megreformálják az élelmiszer-ellátási lánc minden elemét. (Polonsky – Rosenberger, 2001), (Rex – Baumann, 2006), (Kammerer, 2009), (Kotler-Kettler, 2006)

Körkörös gazdaság a szakpolitikai szabályozásban

A körkörös gazdaság, az életciklus szemlélet alkalmazása és az ipari szimbiózis eszméje a szakpolitikai szabályozó dokumentumokban is egyre erőteljesebb szerephez jut. Hazai szinten a Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégiában 2012-2024 hangsúlyos szerep jut a környezetbarát technológiák alkalmazásának, a felhasznált inputok és a szennyezések csökkentésének,

az aktív és passzív védelem technológiai megoldásain keresztül, valamint az állam feladataként megjelenik a kék gazdaság és a zárt anyagciklusok kialakításának, és a hulladékhasznosításnak az ösztönzése (NFFK, 2013).

A Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs Stratégia 2011-2020 is közvetlenül említi az anyagforgalmi ciklus zárását és

az életciklus-elemzés alkalmazását, mint a környezet terhelését csökkentő lehetséges eszközöket, és külön hangsúlyozza ennek szerepét az agrárgazdaságban (NKIS, 2011). A Nemzeti Környezetvédelmi Program (NKP) is kitér a mezőgazdasági és élelmiszeripari melléktermékek és hulladékok kérdéskörére, azok csökkentését tűzve ki célul. Kiemeli a környezeti terhelés csökkentését szolgáló innováció ösztönzésének fontosságát, mely segítheti a fenntarthatósági klaszterek, ipari ökoszisztémák kialakulását (NKP, 2015). A Nemzeti Energiastratégia is külön foglalkozik többek között a kétpólusú mezőgazdaság, másrészt viszont a megújuló mezőgazdaság kérdésével is. A modell fontos eleme, a keletkező melléktermékek teljes körű hasznosítása („termékpálya”). A Stratégia kitér a teljes életciklus szemlélet használatának fontosságára is, vagyis arra, hogy a teljes életciklus alatt érvényesülő alacsony karbonintenzitású technológiák kidolgozása és elterjesztése szükséges. (NES, 2012) Az Európai Unió 2015-ben fogadta el az ENSZ „2030 Agenda for Sustainable Development” stratégiáját, valamint tizenhét Fenntartható fejlesztési célt, mely közül kilenc az élelmiszer-biztonsághoz, a fenntartható mezőgazdasághoz kötődik (European Commission, 2016). Az Európai Unió emellett saját maga is kidolgozott Európa 2020 Stratégia néven olyan intézkedéscsomagot, mely az ENSZ-hez hasonlóan a fenntarthatóbb, befogadóbb növekedés mellett kötelezi el magát (Közös Agrárpolitika, 2013). A főbb élelmiszer-, illetve tápanyagbiztonsághoz köthető szakpolitikák a Common Agricultural Policy (CAP) és a Common Fisheries Policy (CFP), amely a farmergazdálkodásra (farming) és magára a termesztésre (production) fókuszálnak. Ezeket egészítik ki olyan környezetvédelmi szakpolitikák, mint a Water Framework Directive, Marine Strategy Framework Directive (MSFD), az általános élelmiszerbiztonsági törvény, belső piaci törvények (amelyek magukba foglalják az emberek, a termények és állatok egészségét), valamint az Európai Bi-

zottság 2012 Bioeconomy Strategy (European Commission, 2016).

Egyre inkább törekednek egy fenntartható, körforgásos biogazdaság kialakítására (European Commission, 2017). Az akciótervben különös figyelmet fordítanak az ehhez kapcsolatos oktatás fejlesztésére is, így már több mesterképzést is meghirdettek „Körforgásos biotechnológia” néven (European Commission, 2017). Ennél is több projektet hoztak létre a fenntartható biotechnológiai kutatásokra.

Az FNS-ben (élelmiszer- és tápanyagbiztonság) előtérbe kerül az egészséges életmód, a fenntarthatóság és klímavédelem mellett a körforgásos gazdaság és erőforráshatékonyság, melynek egyik legfontosabb, eddig nem említett szakpolitikája a Circular Economy Package. A körkörös gazdaságra vonatkozó akciótervben rendszeresen előkerül az ételhulladékok csökkentésének, illetve felhasználásának témája.

A körkörös gazdaság, az ipari szimbiózis kialakulásához nem elegendő a nemzetközi és hazai szintű szabályozás kiterjesztése, hanem szükséges azokat gyakorlatba ültetése a gazdasági szereplők által. Cikkünk további részében a vendéglátóhelyek (főként éttermek) nyílt anyagáramainak zárásának, a hulladékok keletkezésének minimalizálásának, „hulladékmentes” működés elérésének érdekében végzett életciklus szemléletű kutatásunkat, és azok eredményeit mutatjuk be röviden.

Hulladékmentes éttermek a körkörös gazdaság szolgálatában Éttermek anyagáramai LCA megközelítésben

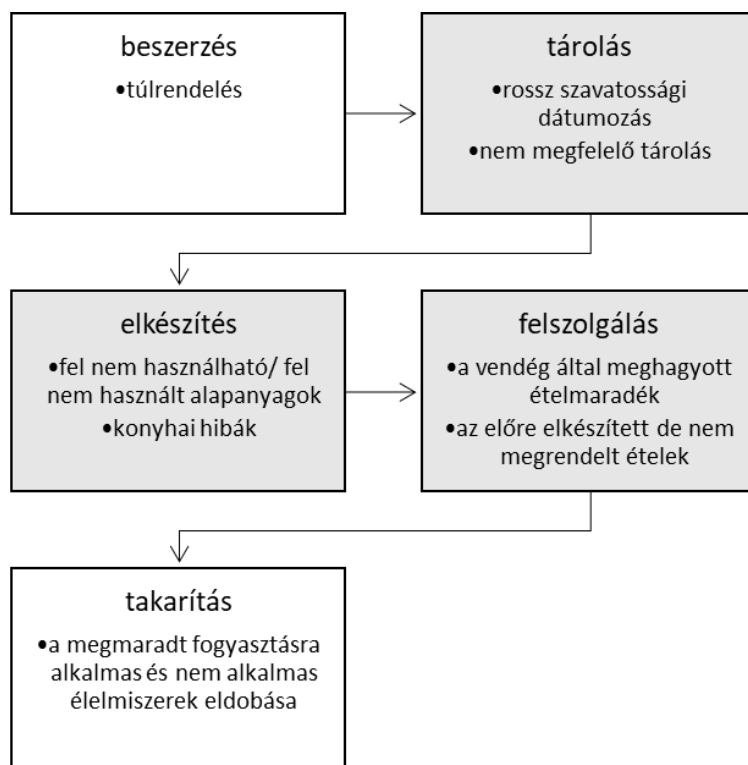
Annak érdekében, hogy egy étterem csökkentesse a keletkező hulladékának mennyiségét, illetve nyílt anyagáramait zárhasssa, összetett tervezési folyamat és azt követő gyakorlati lépések bevezetése szükséges. Ennek a folyamatnak az első lépéseként értelmezhető a hulladékok keletkezésének feltérképezése életciklus szemlélet alkalmazásával, annak érdekében, hogy azonosíthatóak legyenek azok a pontok, ahol javító intézkedéseket lehet eszközölni. A kutatásunk fókuszában az élelmiszerhulladékok kérdésköre áll.

A hulladékok csökkentése érdekében első lépésben azonosítani szükséges a hulladékkeletkezés helyét, valamint a keletkező hulladékok fajtáját. A szakirodalom az ételhulladékokat keletkezési hely szerinti csoportosításban két részre osztja, konyhai, illetve fogyasztói hulladéokra (Principato, L. et al. 2018). Előbbi értelemszerűen a tárolás és az elkészítés folyamatát, utóbbi a felszolgálás folyamatát foglalja magában. Azonban a hulladékmentességre törekvő éttermek már a beszerzésnél is igyekeznek kiválasztani a környezetvédelmi szemléletükkel leginkább összhangban működő termelőket és nem csak a hulladékcsökkentés miatt, hanem egyéb szempontok alapján is (pl. termékek minősége; rövid szállí-

tási idő, út; helyi gazdaságok támogatása stb.). Az anyagáramlás egészének feltérképezése érdekében nem hagyható figyelmen kívül a hulladék eltávolítás, a takarítás kérdése sem. Egy étterem például még tekinthető hulladékmentesnek akkor is, ha keletkezik ételhulladéka, ha azt komposztként visszaforgatja a természetbe.

A hulladékmennyiség felmérésének másik legfontosabb eleme, azok típus szerint besorolása. Az első kategóriába tartoznak azok a fogyasztásra soha nem alkalmas alapanyagmaradványok, mint a tojáshéj vagy a csontok. A második kategóriacsoport az elkerülhető ételhulladékok, mint a krumpli- vagy narancshéj, amelyek potenciálisan akár alapanyaggá is válhattak volna. Végül a harmadik kategóriába kerülnek azok az ételhulladékok, amelyek az anyagáramlási pontok egyikén fogyasztásra alkalmasak lehettek volna, de a túlrendelés, megromlás, rosszul képzett munkaerő miatt kárba veszttek.

Gyakorlati elemzésünk során életciklus szemléletet alkalmazva az alábbi folyamatokra helyeztük a hangsúlyt (Papargyropoulou, E. et al. 2016; Principato, L. et al. 2018; Pirani, S.I., Arafat, H.A. 2014):



12. ábra: Alapanyagok anyagáramlása egy étteremben

Éttermi hulladékcsökkentés lehetőségei

Beszerezés és kínálat

Bár sok nehézség merülhet fel a helyi alapanyagok arányának növelésében, annak előnyei is vitathatatlanok, nemcsak a fenntarthatóság, de a hosszútávú és megbízható termelői kapcsolatok kiépítése, a vendéglátóhely adott régiójának támogatása szempontjából is. Itthon már egyre több helyen szerveznek találkozót a termelők és a vendéglátóhelyek között, hogy elősegítsék a helyi együttműködéseket.

A kis, gyakran, illetve rugalmasan változó étlapok sokkal könnyebben tudnak alkalmazkodni a helyi szezonálitáshoz, ami az alapanyagok beszerezhetőségi esélyeit is növelné. A szezonális menühöz azonban kellő kreativitásra, illetve a vendégek nyitottságára is szükség van. Bejárattott vendégkörrel rendelkező vendéglátóhelyeknek ezért inkább csak óvatos változásokat ajánlanánk.

A hulladékcsökkentésnél kísérletezhetünk egyes alapanyagok saját előállításával is, kikerülve ezzel a csomagolások használa-

tát. Ha csak külföldről tudunk beszerezni alapanyagokat a nagy kiszerelésű, környezettudatos csomagolások keresése lehet fenntarthatóbb megoldás.

Fogyasztói hulladék

A fogyasztói hulladék ellen Magyarországon leginkább az adagméretek csökkentésével lehetne változtatni. Megoldás lehet a féladag bevezetése vagy az elviteles lehetőség biztosítása (célszerűen saját dobozban).

Csomagolások és újrahasznosítás

A vendéglátóhelyek fennmaradásához elengedhetetlen a vendégek elégedettsége, így érthető, ha itthon a vállalkozások óvakodnak lemondani a szívószalak beszerzésétől, a szalvéták kiváltásáról vagy akár a kenyér kísérőként való biztosításáról. A fogyasztói szokások megváltozásához is idő kell, így első lépésként azt ajánlanánk, hogy bár legyen lehetőség az alábbi kiegészítők igénybevételére, jelezzük az étlapon

vagy a vendéglátóhelyiségen belül jól látható helyen, hogy azokat csak fogyasztó igénylésére biztosítjuk környezettudatosági okokból.

Az elviteles lehetőség biztosításakor is kezdetben érdemes lehet meghagyni a fogyasztóknak a választási lehetőséget. Így ha a vendég el szeretné csomagoltatni a megmaradt ételt, felajánlhatjuk, hogy némi plusz költségért biológiailag lebomló/környezettudatos csomagolásban biztosítaná az étterem a maradékot. Ezt érdemes lehet eleinte csak az étlapon feltüntetni, hogy a vendéget ne helyezük nyomás alá. Amennyiben nyitottabb vendégkörünk van, a papírszalvétákat felválthatjuk újrahasználatos társaikkal. A kis kiszerezésű termékek kiváltására, mint a kávéhoz járó cukor, kiválthatjuk egy üveg cukorszórásszal helyezésével, szószoknál (ketchup, mustár) pedig szintén érdemes nagy kiszerezésű verziókat választani. Technológiai újítások is segíthetik a csomagolóanyagok keletkezésének elkerülését, például vízszűrő alkalmazásával megspórolható a vizes palackok keletkezése.

Következtetések és ajánlások

Az éttermek hulladékának csökkentése első megközelítésben a gazdálkodó szervezet feladata. Ő az, aki hulladékauditálást végezve azonosíthatja a hulladékkeletkezési pontokat és a hulladékok fajtáját is, és tűzhet ki célokat, majd vezethet be intézkedéseket a csökkentés érdekében. A tudatos működés nagyban segítheti támogató szabályozási háttér. A megfelelő fogyasztói magatartás, a tudatosság kialakításához szükséges a társadalomnak információkkal történő ellátása (öko-címkék jelentése, termék információk stb.) és érzékenyítése. A kormányzatoknak minél inkább támogatni kellene a helyi termelők minőségre való átállását a mennyiségi szempontok helyett, valamint az ökológiai gazdaságok elterjedését Magyarországon. Ugyancsak

Megmaradó alapanyagok, ételek

A megmaradó ételek esetében a legegyszerűbb és az egyik legjobb megoldás, amit a vendéglátóhely alkalmazhat, az ételmaradék alkalmazottak közötti szétosztása. Amennyiben egy hazai étterem eladományozná ételait, jó döntés lehet az ezzel foglalkozó civil szervezetekkel, önkéntes csoportokkal való kapcsolatfelvétellel, akik eljuttatnák a maradékokat a rászorulóknak.

Ételhulladék

A további felhasználásra nem alkalmas ételek kezelésére a jelenlegi legjobb megoldás egy elektromos komposztáló beruházása lehet, ami huszonnégy óra alatt az ételhulladék eredeti térfogatát akár 90%-kal képes csökkenteni, így az ezzel kapcsolatos szállítási költségek is csökkenhetnek. A kezdeti költséget viszont nem minden vendéglátóhely képes kifizetni, talán ilyenkor érdemes az egymás mellett lévő vendéglátóhelyeknek együttesen beruházni egy hasonló, anaerob módon működő berendezésre.

fontos tényező a megbízhatóan működő szelektív hulladékgyűjtés és az ehhez szükséges infrastruktúra biztosítása.

Alapvető fontosságú továbbá a fogyasztók magatartása, szerepvállalása is. Ha a fogyasztók az egészséges étrendeket (paleo, glutén-, cukor-, laktózmentes) vagy helyi fogásokat keresik, úgy igazodnak a vendéglátóhelyek is a különböző trendekhez. Ha egy étterem vagy kávézó úgy látja, hogy nagyobb vagy hűségesebb vevői kört tud szerezni egy fenntartható imázssal, akkor keresni fogja a „zöldítési” lehetőségeket. A vendégek tehát a helyi és bio alapanyagokat használó, fenntartható módszereket alkalmazó vendéglátóhelyek előnyben részesítésével tudnának változást elindítani.

A tanulmány alapjául szolgáló kutatást az Emberei Erőforrások Minisztériuma által meghirdetett Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program támogatta, a BME FIKP-BIO téma-területi programja keretében.

Irodalom:

4. Nemzeti Környezetvédelmi Program 2015-2020, Földművelésügyi Minisztérium
- 2013 Baumann, H. – Boons, F. – Bragd, A., 2002: Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives, in: Journal of Cleaner Production 10 (2002) pp. 409–425
- Európai Bizottság (2014): A bizottság közleménye az Európai Parlamentnek, a Tanácsnak, az Európai Gazdasági és Szociális Bizottságnak és a Régiók Bizottságnak: Úton a körkörös gazdaság felé: „zéró hulladék” program Európa számára. 3-17 [http://www.europarl.europa.eu/mee_tdocs/2014_2019/documents/com/com_com\(2014\)0398_/com_com\(2014\)0398_hu.pdf](http://www.europarl.europa.eu/mee_tdocs/2014_2019/documents/com/com_com(2014)0398_/com_com(2014)0398_hu.pdf) 2018.04.20.
- European Commission (2016): ISBN 978-92-79-61779-9 European Research & Innovation for Food & Nutrition Security FOOD 2030 High-level Conference background document
- European Commission (2016): Estimates of European food waste levels. ISBN 978-91-88319-01-2. 3-9
- European Commission (2017): Directorate-General for Research and Innovation Review of the 2012 European Bioeconomy Strategy
- Fernandez-Mena, H., Nesme, T., Pellerin, S. (2016): Elsevier Science of the Total Environment 543 (2016) 467–479: Towards an Agro-Industrial Ecology: A review of nutrient flow modelling and assessment tools in agro-food systems at the local scale.
- Kammerer, D., 2009, The effects of customer benefit and regulation on environmental product innovation. Empirical evidence from appliance manufacturers in Germany, in: Ecological Economics 68 (2009) pp. 2285–2295
- Kotler, P. – Keller, L. K., 2006] Marketingmenedzsment, Akadémiai Kiadó Budapest, 2006, ISBN 9630583453, ISSN 1787-3703
- Marco A. Miranda-Ackerman, Catherine Azzaro-Pante (2017): Elsevier Journal of Environmental Management 204 (2017) 814e824: Extending the scope of eco-labelling in the food industry to drive change beyond sustainable agriculture practices.
- MSZ EN ISO 14040:2006, Környezetközpontú irányítás. Életciklus értékelés. Alapelvek és keretek (ISO 14040:2006)
- Miles, P. M. – Russell, R. G., 1997]: ISO 14000 Total Quality Management: The Integration of Environmental Marketing, Total Quality Management and Corporate Environmental Policy, in: Journal of Quality Management, Vol. 2, No. 1, pp. 151-168
- Nemzeti Energiastratégia 2030, Nemzeti Fejlesztési Minisztérium, 2012, ISBN 978-963-89328-1-5
- Nemzeti Fenntartható Fejlődési Keretstratégia, 2013, Nemzeti

- Fenntartható Fejlődési Tanács,
ISBN 978-963-08-7737-4
- Nemzeti Környezettechnológiai Innovációs
Stratégia 2011-2020, 2011
- Papargyropoulou, E., Wright, N., Lozano,
R., Steinberger, J., Padfield, R.,
Ujang, Z. (2016): Conceptual
framework for the study of food
waste generation and prevention in
the hospitality sector. *Waste
Management* 49 (2016) 326–336
- Pirani, S.I., Arafat, H.A. (2014): Solid
waste management in the
hospitality industry: A review.
*Journal of Environmental
Management* 146 (2014) 320-336
- Polonsky, M. J. – Rosenberger, J. P.,
2001]: Reevaluating
GreenMarketing: A Startegic
Approach, in: *Business Horizons*,
sptember-October 2001, pp. 21-30
- Poritosh Roy, Daisuke Nei, Takahiro
Orikasa, Qingyi Xu, Hiroshi
Okadome, Nobutaka Nakamura,
Takeo Shiina (2008): Elsevier
Journal of Food Engineering 90
(2009) 1–10: A review of life cycle
assessment (LCA) on some food
products.
- Principato, L., Pratesi, C.A., Secondi, L.
(2018): Towards Zero Waste: an
Exploratory Study on Restaurant
managers. *International Journal of
Hospitality Management* Volume
74, August 2018, Pages 130-137
- Pujari, D., 2006: Eco-innovation and new
product development:
understanding the influences on
market performance, in:
Technovation 26 (2006) pp. 76–85
- Rex, E. – Baumann, H., 2006]: Beyond
ecolabels: what green marketing
can learn from conventional
marketing, in: *Journal of Cleaner
Production* 15 (2007) pp. 567-576
- Rizos, V., Tuokko, K., Behrens, A. (2017):
The Circular Economy: A review
of definitions, processes and
impacts. CEPS Research Report
No. 2017/09. 1-22
https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/files/ceps_report_the_circular_economy_a_review_of_definitions_processes_and_impacts.pdf
2018.04.24.
- Ross, S. – Evans, D., 2002]: Use of Life
Cycle Assessment in
Environmental Management, in:
Environmental Management Vol.
29, No. 1, pp. 132–142

Szerzőink

Péterné Dr. Baranyi Rita



Péterné Dr. Baranyi Rita (okl. biomérnök, környezetirányítási szakértő) a BME GTK Környezetgazdaságtan Tanszék egyetemi adjunktusa, és a Michelin Hungária Kft. környezetvédelmi szakértője. Fő kutatási és oktatási területe a vállalati környezetmenedzsment. Kutatásainak fő fókuszja a környezetmenedzsment rendszerek, a vállalati környezeti teljesítményértékelés, az életciklus értékelés, az öko-címkézés, továbbá a klímakutatásokon belül az adaptációs, mitigációs és szemléletformálási lehetőségek vizsgálata.

Vidéki Márta



Vidéki Márta jelenleg harmadéves hallgató a Budapesti Műszaki és Gazdálkodástudományi Egyetem nemzetközi gazdálkodás alapszakán. 2016 óta a Mathias Corvinus Collegium szakkollégium tagja, jelenleg Közgazdaságtan/Business szakirányon. A Környezetgazdaságtan Tanszéken kezdett el foglalkozni a hulladékmentességgel, ezen belül is a vendéglátóhelyek működésének életciklusértékelésével, annak körkörössé alakításának lehetőségeivel, illetve nehézségeivel. Az ezzel kapcsolatos kutatást az Új Nemzeti Kiválósági Program keretében, illetve a Tudományos Diákköri Konferencián is támogatták.