

A KÖRFORGÁSOS GAZDASÁG ÉS AZ IPARI SZIMBIÓZIS MEGOLDÁSOK, MINT A FENNTARTHATÓ ERŐFORRÁSGAZDÁLKODÁS ESZKÖZEI

Horváth Ágnes

intézetigazgató, egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodástani Intézet
3515 Miskolc-Egyetemváros, e-mail: vgthagi@uni-miskolc.hu

Bereczk Ádám

egyetemi tanársegéd, Miskolci Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Gazdálkodástani Intézet
3515 Miskolc-Egyetemváros, e-mail: bereczkadam@gmail.com

Absztrakt

A fenntartható erőforrás gazdálkodás és a környezeti fenntarthatóság a modernkori vállalati erőforrás gazdálkodás kulcsfontosságú területe. A vállalkozások jelentős része épít stratégiájába ambiciózus erőforrás-optimalizálási célokat, összhangban a vállalati hatékonyság fokozásának és a természeti környezet megőrzésének igényével. Cikkünk fókuszában annak bemutatása áll, hogy az iparágak szimbiózisával jelentős gazdasági és környezeti hasznok érhetők el, ugyanakkor mikro-, mezo- és makroszinten is számos akadály azonosítható. A problémák jelentős részének enyhítésében az ún. facilitátoroknak lehet kiemelt szerepe. Ezen támogató szerepet betöltő szervezetek nagy segítséget jelenthetnek a szimbiózisok kialakításában és menedzselésében a kapcsolódási lehetőségek feltárásán, az információs platformok kiépítésén és hatékony menedzselésén keresztül.

Kulcsszavak: ipari szimbiózis, körforgásos gazdaság, elektronikai ipar, fenntartható erőforrás gazdálkodás

Abstract

The concepts of sustainable resource management and environmental sustainability have become key topics in corporate management recently. Companies tend to build ambitious resource-optimization goals in their strategies, pursuing efficiency and acting towards the preservation of the natural environment at the same time. The focus of our article is to demonstrate that significant economic and environmental benefits can be achieved through the symbiosis of industries, while also a number of barriers can be identified at the micro, meso, and macro levels. In alleviating a significant part of the problems, the so-called facilitators can play a key role. These supportive organizations can be of great help in shaping and managing symbioses through exploring possible opportunities for cooperation, building information platforms, and managing them effectively.

Keywords: industrial symbiosis, circular economy, electronics industry, sustainable resource management

1. Bevezetés

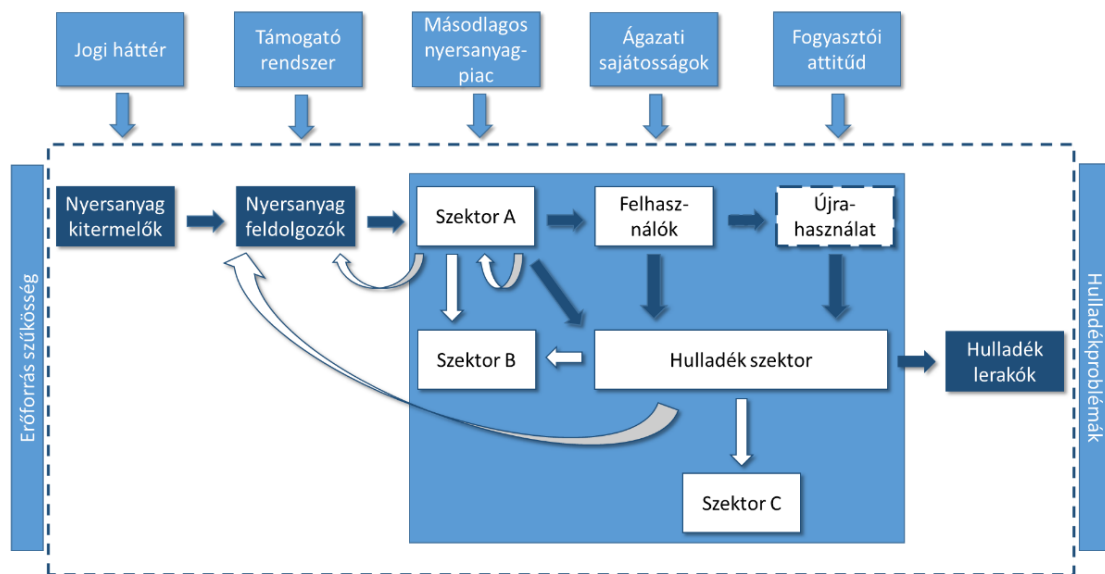
Az elmúlt évtizedben az iparági értékláncok mentén egyre hangsúlyosabban jelent meg egyik oldalon az erőforrásszűkösség, másik oldalon a nagy mennyiségű hulladék kezelésének problémája. A globális nyersanyagtermelésben Ázsia (Kína), Észak-Amerika, Latin-Amerika, Óceánia növekedése jellemző, az EU részaránya folyamatosan csökken. (European Commission 2018a) Mind a globális nyersanyagtermelést, mind az EU ellátási mixét tekintve magas a földrajzi koncentráció, az EU nyersanyag-importfüggősége meglehetősen magas. Ezzel párhuzamosan a jelenlegi termelési és fogyasztási minták eredményeként szembe kell néznünk a jelentős mennyiségű ipari és háztartási hulladék keletkezésének problémájával, mely rendkívüli környezeti károkat okoz. A fenntartható erőforrásgazdálkodás és a környezeti fenntarthatóság elveinek való megfelelés új megoldásokat, üzleti modelleket, új szemléletet kíván mind a vállalati szektortól, mind a fogyasztóktól. Ez az újfajta megközelítés egyre inkább a körforgásos gazdaság koncepciójában ölt testet, ami egyszerre jelenthet megoldást az erőforrás szűkösség és a hulladék kezelés problémájára.

2. A körforgásos gazdaság és az ipari szimbiózis megoldások, mint az erőforrás szűkösség és a hulladékproblémák egyidejű kezelésének eszközei

A körforgásos gazdaság célja, hogy a termelési folyamat során kevesebb energiát és anyagot használjanak fel, valamint az anyagok mind nagyobb arányú visszaforgatása, újrahasznosítása révén minél kevesebb anyag vesszen el és kerüljön a hulladéklerakóba. A körforgásos elvek előnye mikroszinten is realizálhatók, többek között a gyártás során keletkező melléktermékek és hulladékok hasznosításának és értékesítésének gazdasági hasznai szerint. A körforgás megvalósulásának egy fontos tényezője az iparágak összekapcsolódása, azaz az ipari szimbiózisban rejlő lehetőségek felismerése és kiaknázása. Az 1. ábra a körforgásos gazdaság koncepcióját mutatja be, az ipari szimbiózis hálózatok tipikus elemeinek és kapcsolatainak hangsúlyozásával, illetve a főbb befolyásoló tényezők megjelölésével.

Az 1. ábra egy értéklánc általános megközelítéséből indul ki, ahol a nyersanyag termelő és nyersanyag feldolgozó ágazatok után az „A” szektor végfogyasztásra szánt terméket állít elő a végfogyasztók számára. Bizonyos termékek esetében a termék újrahasználat formájában új gazdára talál, majd hulladék formájában a hulladék kezelő szektorba, vagy a hulladéklerakóba kerül. Az értéklánc elején szemléltettük az erőforrás szűkösség, az értéklánc végén pedig a hulladék keletkezés problémáját.

Az ábrán sötét nyilak jelzik az anyagáramlás alapvető irányát a nyersanyag kitermelő szektortól a hulladék lerakók irányába, a jelenleg uralkodó lineáris üzleti modell értelmében. Az ábrán szemléltetjük a körforgásos gazdaság lehetséges megjelenését. A körforgást megtestesítő áramlási irányokat világos nyilak jelzik. Az ipari szimbiózis szempontjából legjelentősebb érintetteket világos háttérrel emeltük ki. Az anyagok újrahasznosítása elképzelhető adott szektoron belül (akár vállalaton/létesítményen belül) és különböző iparágak együttműködése révén egyaránt. Kiemeltük az ábrán a hulladékszektor szerepét is a körforgás megvalósításának elősegítésében, mivel a hulladékok begyűjtése, kezelése, ártalmatlanítása, esetleges feldolgozása révén hozzájárul ahhoz, hogy a hulladékokból értékesíthető másodlagos nyersanyagok keletkezzenek. Végső esetben a hulladékok energetikai hasznosítása is csökkenti a hulladéklerakókba szállított anyagok mennyiségét. A hulladék szektor funkcióinak bővítése, szerepének kiterjesztése tehát szükséges feltétele az anyagok körforgása biztosításának és a hálózatok értékkeremtésének (Aid et al. 2017).



1. ábra: A körforgásos szemlélet és az ipari szimbiózis lehetőségek megjelenése egy értékláncban
 Forrás: saját szerkesztés, in Horváth - Bereczk (2019)

A körforgásos gazdaság elméletben megfogalmazott koncepciójának a gyakorlati megvalósítása lényegesen bonyolultabb. A sikeréhez nagyban hozzájárul a megfelelő jogszabályi háttér, illetve támogatói rendszer megléte. Elsődlegesen azonban az ágazati sajátosságok, a keletkező melléktermékek és hulladékok típusa, az újrahasznosítás lehetőségei és gazdasági életképessége, a másodlagos nyersanyag piac helyzete, a vállalatok közötti távolság, valamint a vállalati és fogyasztói attitűdök befolyásolják a körforgásos szemlélet megvalósulásának sikerét. Fontos megjegyezni, hogy a fejlesztési irányok egy jelentős meghatározója a földrajzi távolság és területi koncentrációk. Ez egybecseng Bartha és Gubik 2019-es tanulmányával, ahol a szerzők a legintenzívebb gazdasági kapcsolatok feltételeként a térbeli agglomerációkat nevezik meg. (Bartha – Gubik 2019)

Mint láthattuk, a körforgásos gazdaság kiépülésében kiemelkedő szerepe van az iparágak közötti együttműködési lehetőségeknek. Az ipari szimbiózisban rejlő szinergiák kihasználásának lényege, hogy egy vállalat melléktermékét/hulladékát egy másik vállalat inputként használja fel termelési folyamataihoz. Ez ideális esetben hozzájárul a vásárló fél erőforrásigényének fenntartható kielégítéséhez, és egyben hozzásegíti az értékesítő vállalkozásokat, hogy megfelelő értéken ismertessék el folyamataik melléktermékeit (és/vagy hulladékait). Ipari szimbiózis esetén tehát (leginkább) különböző ágazatokban működő vállalkozások olyan együttműködéséről van szó, melyek erőforrás beszerzési igényeik és hulladékkezelésük összekapcsolásával kölcsönös előnyöket keresnek a környezeti fenntarthatóság szempontjainak figyelembevételével. (Európai Bizottság 2018/b)

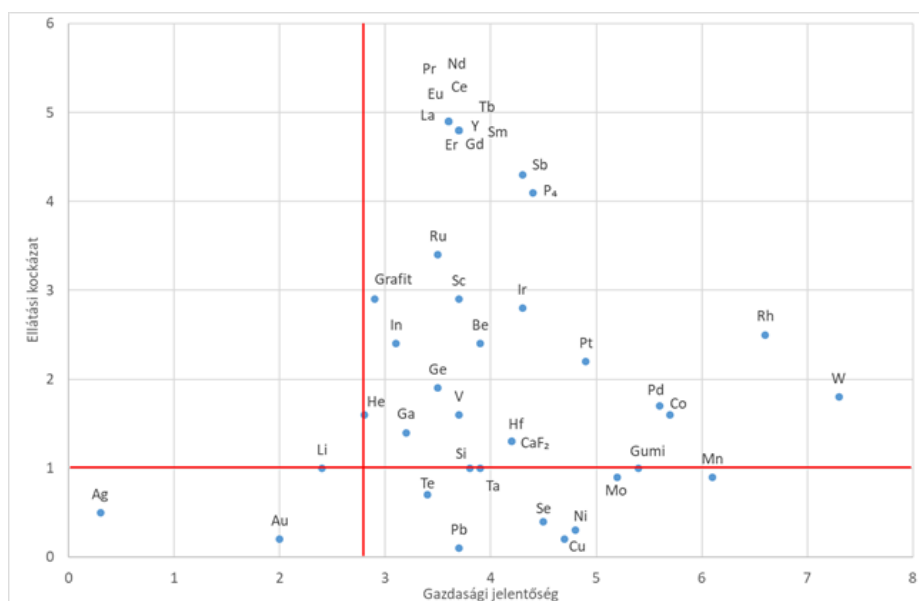
Jóllehet az együttműködések magukban foglalhatnak jelentős tudás- és technológiatranszfereket is, ebben a tanulmányban az Európai Bizottság megközelítését alkalmazva ipari szimbiózis hálózatoknak azon hálózatokat tekintjük, melyek középpontjában a fizikai anyagáramlások, illetve energia transzfer állnak. Másik oldalról fontos hangsúlyozni, hogy az ipari szimbiózis rendszerek az egyszerű hulladékmenedzsment témakörtől lényegesen szélesebb összefüggéseket ölelnek fel, ahol az egyik fő cél az anyagoknak minél tovább tartó áramoltatása az ipari rendszerekben, mielőtt hulladékként a természetet terhelnék.

3. A probléma érzékeltetése az elektronikai ipar példáján keresztül

Az erőforrás szűkösség, és ezzel párhuzamosan a keletkező hulladékok kezelésének problémája az elektronikai iparban is hangsúlyosan jelenik meg. Az elektronikai termékek gyártása jelentős nyersanyagigénnyel és a másik oldalon jelentős hulladéktermeléssel jár. Ez egyrészt a gyártási folyamat energia- és anyagigényességéből, másrészt a legyártott termékek jellemzőiből, illetve azok felhasználási módzataiból következik. Az elektronikai iparba a nemzetközi szakmai gyakorlatnak megfelelően az alábbi alágakat soroltuk be:

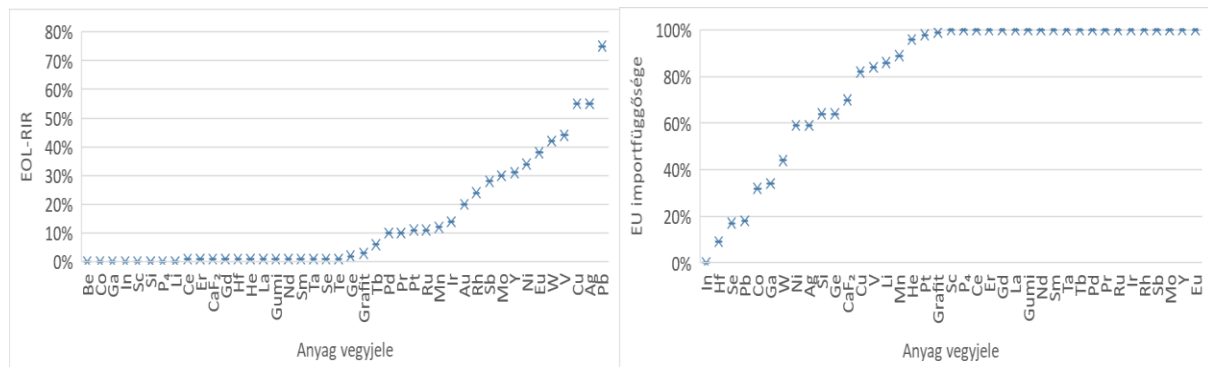
- C26: Számítógép, elektronikai, optikai termék gyártása
- C27: Villamos berendezés gyártása

Az iparág által felhasznált nyersanyagok többsége az EU 2017. évi besorolása alapján kritikusnak tekinthető (2. ábra). Az EU által vizsgált 76 nyersanyag közül 42 nyersanyag valamilyen formában felhasználásra kerül az elektronikai iparban. A kritikus anyagok 2017. évi értékelési módszertana alapján két tényező mentén történik az anyagok kritikusság szerinti besorolása. A gazdasági jelentőség (küszöbérték: 2,8) és az ellátási kockázat (küszöbérték: 1) alapján látható, hogy az elektronikai iparban felhasznált nyersanyagok jelentős része (76,2 százalék) a kritikus nyersanyagok körébe tartozik (jobb felső negyed), veszélyeztetve a fenntartható erőforrásgazdálkodást. Fontosnak tartjuk kiemelni Kína jelentőségét, 26 anyag esetében ő tekinthető a domináns termelőnek.



2. ábra. Az elektronikai ipar által felhasznált nyersanyagok kritikusság szerinti besorolása
Forrás: European Commission 2017a,b,c adatai alapján saját szerkesztés

A 3. ábra az életciklus végéhez kapcsolódó újrahasznosítási arányt (bal oldal) (ez az adott nyersanyag régi hulladékból történő újrahasznosításának az uniós kereslethez viszonyított aránya) és az EU importfüggőségét (jobb oldal) mutatja az egyes anyagok esetében. Látható, hogy az anyagok jelentős hányadánál igen alacsonynak mondható az élettartam végi újrahasznosítás aránya az uniós kereslethez viszonyítva, és az anyagok döntő többségénél 80 százalék feletti az EU importfüggősége.



3. ábra: Az életciklus végéhez kapcsolódó újrahasznosítási arány (EOL-RIR) (bal oldal) és az EU importfüggősége (jobb oldal) az elektronikai iparban felhasznált nyersanyagok esetében

Forrás: European Commission 2017a,b,c adatai alapján saját szerkesztés

A hulladék képződés terén az elektronikai hulladék (e-hulladék) nagy mennyiségű keletkezését kell kiemelnünk az ipárral kapcsolatban.

A magyarországi háztartások elektronikai hulladék termelése 2008-ról 2017-re több mint megháromszorozódott (13.000 tonnáról 47.000 tonnára nőtt). Eközben az e-hulladékok újrahasznosítási rátája a 2011-es 25%-ról 2017-re 51%-ra nőtt. (OECD és EUROSTAT adatbázisok, 2020. januári állapot szerint) Az elektronikai ipar termékeiből (illetve a gyártásuk során) keletkező e-hulladékok jelentős gazdasági értéket képviselnek és komoly környezeti hatással bírnak az anyagok összetétele és a gyártás tömegszerúsége okán. Amellett, hogy egyre inkább igény mutatkozik a keletkező hulladékok adatainak összegyűjtésére, sajnos ez idáig az e-hulladékok nagyobb része esetében nincs dokumentálva az elhasználódott, életciklusuk végére ért termékek sorsa. Egy jelentős részük informális kereskedelmi csatornákon keresztül folytatja útját, illetve hulladék exporton keresztül a harmadik világ országaiba kerül, ahol egy részét újrafeldolgozzák, másik része kérdéses eljárású folyamatok során visszakerül a környezetbe. Globálisan az anyagok egyharmadát használják újra, mely komoly gazdasági veszteséget jelent és nehezen felmérhető környezeti terhelést okoz. (Marconi et al. 2018; Duan et al. 2016)

Említést érdemel a közlekedésben az elektromos járművek irányába történő elmozdulás hatása is. Az elektromos autók és ehhez kapcsolódóan a Li-ion akkumulátorok gyártása során egyre több nagyértékű, kritikus nyersanyagot használnak fel. A kritikus nyersanyagok elégtelen mennyisége és földrajzilag egyenlőtlen eloszlása fennakadásokat okozhat az ellátási láncban. Ezt a kockázatot csökkentheti egy megfelelő élettartam-végi infrastruktúra megteremtése, mely biztosítja az élettartamuk végén az elektromos járművek gyűjtését, válogatását, szétszerelését és az értékes anyagok elkülönítését. (Mathura et al. 2019) Kiemelt szerepe van a lítium-ion akkumulátorok újrahasznosítási lehetőségeinek, figyelembe véve, hogy az ajánlások szerint az elektromos járművek akkumulátorait ki kell cserélni, ha teljesítőképességük az eredeti állapot 80-ára csökken. Ha azonban ezeket a használt akkumulátorokat fel lehetne használni kevésbé igényes alkalmazásra (például a fotovoltaikus (PV) technológiával előállított megújuló energia tárolására a napelemek esetén), akkor jelentős primer nyersanyag lenne megtakarítható. (Mathur et al. 2019). A napjainkat és a jövőt meghatározó energiaátmenet küszöbén a megújuló energiák fokozódó térhódításának lehetünk tanúi. A megújuló energiaforrások közül a napenergia hasznosítása a villamos energiatermelésben drasztikusan megemelkedett. Jelenleg még nem okoz ugyan jelentős problémát az elhasználódott napelemek kezelése az élettartamuk végén, mivel jelentős részük még használatban van. Azonban a közeljövőben nagymértékben meg fog emelkedni az

élettartamuk végét elért napelemek száma. Mathur et al. 2020 felhívja a figyelmet a hatékony EoL-kezelési (élettartam végi) módszerek kidolgozásának és megvalósításának szükségességére annak érdekében, hogy ne kerüljön nagy mennyiségű veszélyes hulladék hulladéklerakókba. Emellett a PV-hulladék értékes anyagok potenciális forrásaként is felfogható, és ezáltal jelentős primer nyersanyag és energiafelhasználás váltható ki, hozzájárulva ezzel a fenntartható erőforrásgazdálkodáshoz és a környezeti terhelés csökkenéséhez. (Mathur et al. 2020)

Látható, hogy a körforgásos szemlélet megjelenése alapvető jelentőségű az elektronikai ipar esetében. A teljes életciklus szemléletben a körforgásos elvek már a termék tervezésekor megjelennek, beleértve a gyártáshoz szükséges nyersanyagok kitermelésével kapcsolatos környezeti hatások elemzését is. De ide tartozik a termékek tartósságának növelése, a moduláris felépítés, a javíthatóság növelése, mellyel az élettartam meghosszabbítható. A termelői és vásárlói attitűdök vizsgálata nem része jelen cikknek, azonban fontos kiemelni azt a tényt, hogy az elektronikai ipar számos terméke esetében nagy kihívást (és egyben dilemmát) jelent a termékek tartósságának növelése, amiatt, hogy az IT és kommunikációs technológia fejlődésével a fogyasztók mindig a legújabb technológiákat igénylik. A körforgásos elvek teljesíthetősége emiatt leginkább a melléktermékek és a hulladékok értékesítési lehetőségében, illetve az élettartam végi kezelési módszerek, infrastruktúrák kiépítésében jelenik meg az ágazatban. Ennek sikeres megvalósítása érdekében azonban szükség van az iparági együttműködési lehetőségek feltárására, valamint az ipari szimbiózisban rejlő lehetőségek felismerésére és kiaknázására.

4. Az ipari szimbiózisok kialakulását támogató és akadályozó tényezők

A továbbiakban áttekintjük a szimbiózis hálózatok hajtóerőit és korlátait. A hajtóerők ismertetését a Domenech et al., 2019 tanulmányában szereplő felsorolás szerint ismertetjük. A szerzők a szimbiózis hálózatok facilitátorai körében végzett kérdőíves felmérésük, szakértőkkel végzett mélyinterjúik és fókuszcsoportos vizsgálataik alapján nyerték eredményeiket. A hajtóerők sorrendje azok jelentőségének megfelelően kerül bemutatásra. (1. táblázat)

1. táblázat Az ipari szimbiózis hálózatok vállalati hajtóerői

1.	Erőforrásmegtakarításon keresztül elérhető költségcsökkentések
2.	A vállalati hulladéktermelés csökkentése
3.	Pótlólagos bevételszerzési lehetőségek
4.	Jövedelmezőség növelése
5.	Vállalatközi együttműködések erősítése
6.	A vállalati környezetvédelmi célok teljesülésének elősegítése
7.	Fenntarthatóbb üzleti modell
8.	A hulladéklerakók használatának kiváltása
9.	Innováció megjelenése a vállalatban
10.	Új ügyfelek szerzése
11.	Az inputok minőségének és biztonságának növekedése
12.	A vállalati társadalmi felelősségvállalási célok megvalósítása
13.	Munkahelyteremtés

Forrás: Domenech et al. 2019

Megállapítható, hogy a szimbiózisok kialakulásának jelentős motivációját adják a vállalatok gazdasági érdekei, az öt legjelentősebb vállalati hajtóerő közül három közvetlenül pénzben mérhető

előnyök szerzésére vonatkozott. Jelentős hajtóerőt jelent továbbá a hulladéktermelés csökkentésének lehetősége, illetve fontos értéknek tartják a vállalatok a szimbiózisok révén megerősödő vállalatközi együttműködéseket is.

Az akadályok számbavételéhez három forrásra támaszkodtunk: Aid és szerzőtársainak 2017-es, Domenech és szerzőtársainak 2019-es tanulmányaira, valamint az Európai Bizottság 2018-os (European Commission 2018/b) jelentésére. A feldolgozott munkákban szereplő tényezőket azok jellege alapján újra csoportokba rendeztük. A tényezők elemzésekor arra a következtetésre jutottunk, hogy az együttműködés akadályai meglehetősen eltérő jellegűek. Tartalmaznak olyan elemeket, melyek a vállalkozások számára adottságként jelennek meg (illetve megváltoztatásuk bonyolult és/vagy költséges), mint a szabályozási jellemzők, vagy a másodlagos nyersanyagok piaci viszonyai. A technológiai adottságok jelentette korlátok szintén nem tekinthetők rugalmas feltételeknek, tekintve az elérhető technológiák adta lehetőségeket, a változtatások tökeigényét és a vállalatok ilyen irányú döntéseinek motivációit. Azonosítható azonban a tényezőknek egy másik nagy csoportja, ahol az előrelépés feltételei leginkább tudás- és információmenedzsment illetve szervezési összefüggésekben keresendők. A csoportok közötti fent említett lényegi különbségeket megjelenítendő a tényezőket két különálló táblázatba rendeztük, „Intelligencia és együttműködés típusú akadályok” (2. táblázat), illetve „Egyéb akadályozó tényezők” (3. táblázat) címekkel.

2. táblázat „Intelligencia és együttműködés” típusú akadályok

Információ-ellátottság / vállalati intelligencia	Információhiány az együttműködési lehetőségekről	
	Információhiány az elérhető hasznokról	
	Információhiány a lehetséges együttműködési módozatokról	
	Információhiány a kapcsolódó piacokról	
	A vállalat hulladékkezeléséhez kapcsolódó költségek elégtelen nyomon követése	
	A vállalati információs rendszerek és a fenntarthatósági információigények összhangjának hiánya	
Együttműködés	Tranzakciós költségek	A partnerkeresés költségei
		A szimbiózis hálózatokban való részvétel költségei (pl. tagdíjak, szolgáltatási díjak)
		A partnerségek kialakításának és fenntartásának járulékos költségei (tárgyalási költségek, időráfordítás)
	Kapcsolat-építési akadályok	Függőség kialakulásától való félelem
		A változástól való félelem
		Eltérő vállalati és kommunikációs kultúrák okozta nehézségek
		Bizalomhiány
		Az együttműködésbe bekapcsolódó további szereplők megjelenésétől való tartózkodás (pl. kormányzati szervezetek)
		A kockázat és felelősség megosztás problematikája
		Előnyök megosztásának nehézségei

Forrás: Aid et al. 2017, Domenech et al. 2019 és Európai Bizottság 2018

Megállapítható, hogy a szimbiózisok megvalósulásának vállalati és vállalatközi szinten is számos olyan akadálya van, mely alapvetően információhiányra, vagy az információk elszigeteltségére vezethető vissza. Így többek között a vállalkozások nem rendelkeznek elegendő információkkal az

együttműködési lehetőségekről és módozatokról, a kapcsolódó piacok létezéséről és működéséről, ezen felül nincsenek tisztában az együttműködés révén elérhető hasznokkal sem. Eközben fontos volna az is, hogy a vállalkozások erőforrásgazdálkodási információs rendszerei összhangba kerüljenek a körforgásos gazdaság követelményeivel. A valóságban azonban a vállalkozások sokszor aktuális hulladékmenedzsment megoldásaik tényleges költségeit sem mérik fel megfelelően.

Az, hogy az együttműködések akadályai között magas arányban található az informáltsággal, motivációkkal kapcsolatos „szoft” tényező, fontos eredmény. Ezen hiányosságok kezelésére más területeken sokszor külső szereplőket alkalmaznak. Egy hatékony támogató infrastruktúra a tranzakciós költségek csökkentésében, de a technológiai, piaci és szabályozási feltételek javításában is szerepet vállalhat, így javítva az együttműködések várható megtérülésén, ezen keresztül is növelve a vállalkozások szimbiózis jellegű kapcsolatépítési hajlandóságát.

3. táblázat Egyéb akadályozó tényezők

Technológia és logisztika	Tároló kapacitások hiánya
	A vállalati folyamatok és termelési eljárások szükséges módosításaiból eredő költségek
	Magas szállítási költségek
	Üzemek közötti távolságok
	Technológiai szakértelem hiánya
	Magas szintű logisztikai képességek hiánya
Szabályozás	Bonyolult adminisztratív követelmények
	Rugalmatlan szabályozások, elsősorban a hulladékkezelés területén
	Szigorú engedélyezési előírások
	A támogató jellegű szabályozások hiánya
	Az elsődleges kitermelő ágazatok állami támogatása
	A szabályozások, előírások bonyolultsága
Piacok	Instabil piacok
	Bonyolult és változékony piaci viszonyok
	A költség-haszon kimenetek és jövedelmezőségi hatások előrejelzésének bizonytalanságai
Megtérülés	Nem jövedelmező együttműködési lehetőségek
	Gazdaságilag kifizetődőbb alternatívák (pl. szeméttégetés, szeméttelepen való elhelyezés)
	Hosszú megtérülési idők és az ehhez illeszkedő finanszírozás hiánya

Forrás: Aid et al. 2017, Domenech et al. 2019 és Európai Bizottság, 2018

5. Következtetések, javaslatok

A vállalkozások szimbiózison alapuló összekapcsolásával jelentős gazdasági és környezeti hasznok érhetők el. A szakirodalom alapján jól körbeírhatók a folyamatokra pozitívan ható tényezők, és fejlett elméleti módszertani keretek állnak rendelkezésre a kapcsolatok fejlesztésére, ugyanakkor mikro-, mezo- és makroszinten is számos akadály azonosítható. Jelen tanulmányban azt hangsúlyoztuk, hogy az akadályok egy jelentős része arra vezethető vissza, hogy a vállalkozások nem rendelkeznek elegendő információval az ipari szimbiózis jellegű együttműködési lehetőségekről, együttműködési módozatokról, a kapcsolódó piacok létezéséről és működéséről és szintén nincsenek tisztában az

együttműködés révén elérhető haszonnal sem. Ezzel párhuzamosan az együttműködési lehetőségek felkutatását és a partnerkapcsolatok menedzselését a vállalkozások túl költségesnek gondolják, és az előzőkkel is összefüggésben gyakran elutasító hozzáállást tanúsítanak.

A problémák jelentős részének enyhítésében az ún. facilitátoroknak lehet kiemelt szerepe. Ezen támogató szerepet betöltő szervezetek nagy segítséget jelenthetnek a szimbiózisok kialakításában és menedzselésében a kapcsolódási lehetőségek feltárásán, az információs platformok kiépítésén és hatékony menedzselésén keresztül, mellyel a tranzakciós költségek is lényegesen csökkenthetők. Ezen túlmenően szerepet vállalhatnak a technológiai akadályok leküzdésében vagy a szabályozások befolyásolásában is. Amennyiben ilyen jellegű funkciójukat a vállalatok is felismerik, számítani lehet azok együttműködési attitűdjének javulására (mely szintén jelentős akadályt jelent). Pozitív példaként említhető egy, az angol International Synergies szervezet által indított korábbi kezdeményezés, a National Industrial Symbiosis Programme (NISP), amelyet a világ első nemzeti ipari szimbiózis programjaként tartanak számon. A hálózat célja az volt, hogy azonosítsa a kölcsönösen jövedelmező tranzakciókat a partnerek számára, amelyek az ipari hálózat egyik szereplőjénél keletkező felesleges erőforrások, anyagok partnernél történő feldolgozását, újrahasznosítását, újrahasználatát jelentik. (Brányi 2012) A NISP résztvevői között voltak mikrovállalkozások, kis- és középvállalkozások és multinacionális / nagyvállalatok minden ipari szektorból. A program megvalósítása során 2005-2013 között jelentős eredményeket értek el, így például nagymértékben csökkent a hulladéklerakóba került ipari hulladékok mennyisége, csökkent a CO₂ kibocsátás, jelentős megtakarítást realizáltak a primer nyersanyag felhasználásban, az ipari vízfelhasználásban, emellett a vállalatok számára anyagi előnyök is kimutathatóak voltak azáltal, hogy felvevőpiacot találtak az ipari hulladékaik számára, és csökkentek az ártalmatlanítási, tárolási, szállítási és beszerzési költségeik. Társadalmi hatásként pedig kiemelendő a program jelentős munkahelyteremtő hatása. (www.international-synergies.com) A programhoz 2010-ben Magyarország is csatlakozott, az Iparfejlesztési Közalapítvány kezdeményezésében. Modelljét eddig világszerte 20 országban alkalmazták. Az azóta eltelt időben számos hasonló program is indult (lásd pl. FISSAC projekt (*Fostering Industrial Symbiosis for a Sustainable Resource Intensive Industry across the extended Construction Value Chain*), mely az építő- és a bontóipar ágazati szereplőit tömöríti az értéklánc minden szintjén). A már megvalósult programok gyakorlati tapasztalatai alapján bizonyítható az ipari szimbiózison alapuló együttműködések pozitív gazdasági és környezeti hatása. Az említett potenciálok ellenére a szimbiózisok támogatására szakosodott, közvetítői szektor Európai Unió szinten is fejlődésének kezdeti szakaszában jár. (Európai Bizottság 2018)

6. Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutató munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

7. Irodalom

- [1] Aid, G., Eklund, M., Anderberg, S., Baas, L. (2017): Expanding roles for the Swedish waste management sector in inter-organizational resource management. *Resources, Conservation And Recycling*, 124. 85–97.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.04.007>

- [2] Bartha, Z., Sáfrányné Gubik, A. (2019): Technológiai lehetőségek – társadalmi leképeződések. Észak-magyarországi Stratégiai Füzetek XVI. évf. 2019/1. 95-105.
- [3] Brányi, Z. (2012): Másoljuk le a természetet – A Nemzeti Ipari Szimbiózis Program Magyarországon. Ipari Ökológia pp. 135-140. (2012) 1. évfolyam 1. szám
- [4] Cronaue, U. (1992): Kommunale Unternehmen. Berlin: Erich Schmidt Verlag
- [5] Domenech, T., Bleischwitz, R., Doranova, A., Panayotopoulos, D., Roman, L. (2019): Mapping industrial symbiosis development in europe - typologies of networks, characteristics, performance and contribution to the circular economy. Resources, Conservation and Recycling, 141. 76–98. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.09.016>
- [6] Duan, H., Hu, J., Yuan, W., Wang, Y., Yu, D., Song, Q., Li, J. (2016): Characterizing the environmental implications of the recycling of non-metallic fractions from waste printed circuit boards. Journal of Cleaner Production, 137. 546–554. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.131>
- [7] European Commission (2017/a): Study on the Review of the List of Critical Raw Materials. Criticality Assessments. Brüsszel: Európai Bizottság <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/08fdab5f-9766-11e7-b92d-01aa75ed71a1>
- [8] European Commission (2017/b): Study on the Review of the list of Critical Raw Materials. Critical Raw Materials Factsheets. Brüsszel: Európai Bizottság <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7345e3e8-98fc-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en>
- [9] European Commission (2017/c): Study on the Review of the list of Critical Raw Materials. Non-critical Raw Materials Factsheets. Brüsszel: Európai Bizottság <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6f1e28a7-98fb-11e7-b92d-01aa75ed71a1/language-en>
- [10] European Commission (2018/a): EIP on Raw Materials, Raw Materials Scoreboard 2018, European Union, 2018
- [11] European Commission (2018/b): Cooperation Fostering Industrial Symbiosis: Market Potential, Good Practice And Policy Actions. Brüsszel: Európai Bizottság.
- [12] Horváth, Á., Bereczk, Á. (2019): Az ipari szimbiózis szerepe a fenntartható erőforrásgazdálkodásban. Észak-Magyarországi Stratégiai Füzetek, XVI. évfolyam 3. szám, pp. 99-109., 11 p.
- [13] Marconi, M., Gregori, F., Germani, M., Papetti, A., Favi, C. (2018): An approach to favor industrial symbiosis: the case of waste electrical and electronic equipment. Procedia Manufacturing, 21. 502–509. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.02.150>
- [14] Mathur, N. – Deng, S. – Singh, S. – Yih, Y. –Sutherland, J.W.: Evaluating the environmental benefits of implementing Industrial Symbiosis to used electric vehicle batteries. Procedia CIRP, Volume 80, 2019, Pages 661-666 <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.01.074>

- [15] Mathur, N., Singh, S., Sutherland, J.W. (2020): Promoting a circular economy in the solar photovoltaic industry using life cycle symbiosis. *Resources, Conservation and Recycling* Volume 155, April 2020, 104649 <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104649>
- [16] OECD adatbázisok: <https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=AEA>
- [17] Eurostat adatbázisok: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- [18] International Synergies: www.international-synergies.com
- [19] Fissac: <http://fissacproject.eu/hu/>