

TERMÉSZETI KÖRNYEZETBE ÁGYAZOTT VÁLLALATOK, ÉS TERMELÉSÜK MÓDSZERTANI SZAKIRODALMÁNAK ÁTTEKINTÉSE¹

HARTUNG KATALIN

PTE Közgazdaságtudományi Kar

A tanulmány ismerteti a természeti környezetbe ágyazott vállalatok főbb jellemvonásait, részletezve az ide vonatkozó fenntartható fejlődés irányzatait. Ennek megértéséhez feleleveníti a különféle vállalati erőforrás gazdálkodással kapcsolatos nézeteket, illetve a technológia és az innováció elengedhetetlen szerepét. Végül a tanulmány azon modellek módszertanáról ad szakirodalmi áttekintést, melyek a természeti környezetbe ágyazott vállalatok termelésének jövőbeli vizsgálatához adhatnak kiindulási alapot. Összefoglalva megállapítható, hogy a fenntartható fejlődés elméletei sokszor nehezen elkülöníthetőek egymástól, illetve a módszertani elemzések alig térnek ki a gyártás során keletkezett melléktermékek vállalaton belüli vagy kívüli hasznosításának lehetőségeire.

Kulcsszavak: fenntartható fejlődés irányzatai, természeti erőforrások, melléktermékek, hulladékok, optimalizációs lehetőségek, modellek

1 Bevezetés

Az elmúlt évtizedekben a természeti erőforrások keresletében folyamatos növekedés volt tapasztalható, ami a fejlődő országok gyors iparosodásának és a fejlett országok változatlan nyersanyagfogyasztásának köszönhető az OECD (2014) és Eurostat (2016) tanulmánya szerint. Ghisellinia és társai (2016), Munck (2016) és Scheel (2016) szerint törekedni kell a jövőben arra, hogy a gazdasági növekedést alacsonyabb környezetterhelés kísérje. Ebből következően olyan gazdasági tevékenységeknek kell előtérbe kerülniük, melyek minimális káros következménnyel járnak a környezetre és az emberi egészségre, miközben lehetőség szerint a teljes kibocsátás hasznosul a vállalat nyereséges működése során. Jaehn (2016) tanulmányában megfogalmazta, hogy a növekedéssel járó negatív környezeti kihívások kezelésére – mindössze tíz-húsz évvel ezelőtt – megjelent a fenntartható termelés fogalma, a figyelmet a megfelelő erőforrások hatékonyságát támogató irányzatokra és azon keresztül a termelővállalatokra irányítva. Hiszen a vállalatok – a gazdaság motorjaiként – döntéseik következményeivel jelentős hatást gyakorolnak a környezetre.

Az új fenntartható fejlődési irányzatok vállalati szintű anyaghatékonyságának mérése és módszertani kidolgozottsága közel sem tisztázott. Ilyen például a körforgásos (más fordításban körkörös) gazdaság (Genovese és társai

¹Beérkezett: 2016. március 23. E-mail: hartungk@ktk.pte.hu.

2015), a tisztább termelés (Rahim és Raman 2015), a „3R” elv (Su és társai 2013), a zárt ellátási lánc (Bocken és társai 2014), és a kék gazdaság (Bocken és társai 2014). Ezen fogalmak később tisztázásra kerülnek. A továbbiakban a fenti irányzatokat követő vállalatokat gyűjtő néven *természeti környezetbe ágyazott vállalatoknak* nevezzük, kiemelve egy közös tulajdonságukat: mindegyik irányzat törekszik a természeti erőforrásokkal való hatékonyabb és a fenntartható gazdálkodásra.

Tapasztalható, hogy a környezeti kihívásokra válaszul a vállalatok lehetőséget látnak az újrahasznosításban. Dobos (2008) munkájában kiemeli a vállalatok közvetlen gazdasági előnyei közül a profitnövelés lehetőségét, amit „a kisebb mértékű nyersanyag-felhasználás, a hulladék-elhelyezési költség csökkenése, illetve az újrafeldolgozás által nyerhető hozzáadott érték jelent”. A közvetett gazdasági előnyök között szerepet játszik a „zöld image” kialakítása, amivel napjainkban egyre több támogatót nyerhet egy vállalat. Genovese és társai (2015) szerint tapasztalatok igazolják, hogy a vállalat természeti környezetbe ágyazottságát figyelembe vevő, környezettudatos vállalati működés hosszú távon is stabil fogyasztói kapcsolatokat eredményez. Így ezek által versenylőnyre tehet szert a vállalat, melyek további profitszerzésre adnak lehetőséget. Dobos (2008) szerint a fentiekén túl a vállalatok önkéntes felelősségvállalása sem hagyható figyelmen kívül, ami a szervezeteken belül alakul ki, és onnan fejti ki hatását. Liu és Bai (2014), Ghisellinia és társai, és Scheel (2016) meglátása, hogy nem minden vállalat vélekedik hasonlóan. Sokan megkérdőjelezik a környezettudatos vállalatok jövedelmezőségét és működőképességét. Ez indokolja annak áttekintését – ahogy azt a továbbiakban tenni fogjuk –, hogy milyen módszertani megközelítéssel vizsgálható vállalati szinten az anyagi erőforrások zárt láncú termelésben történő hasznosítása.

2 Természeti környezetbe ágyazott vállalati irányzatok

A természeti környezetbe ágyazott vállalat - mint azt korábban említettük - a körforgásos gazdaság, a tisztább termelés, a „3R” elv, a zárt anyagáram és a kék gazdaság koncepciót alkalmazó vállalatot értjük. Bocken és társai (2014) szerint az irányzatok közti különbségek gyakran tisztázatlanok, ezért szükséges az ezek közötti kapcsolatok áttekintése. Az imént felsorolt elvek a környezettudatos vállalati működés gyakorlati megvalósítására keresik a választ, állítják Bocken és társai (2014), továbbá Sauvé és társai (2016).

Genovese és társai (2015) és Sauvé és társai (2016) rámutattak, hogy a *körforgásos gazdaság* önmagában nem újdonság, hiszen gyökerei megtalálhatók az ipari ökológiában, a bölcsőtől bölcsőig elv² és más fenntartható fejlődéssel foglalkozó gondolatok közt. Ami újdonság Sauvé és társai (2016)

²A bölcsőtől a bölcsőig elv az integrált termékpolitika eleme, mely egyik legátfogóbb szempontjaként említi a teljes életút-tervezést, azaz a bölcsőtől a bölcsőig elvet. Ez a fajta tervezés lehetővé teszi a hulladék újraszületését úgy, hogy azt a természetes vagy a termelői ciklusba helyezi vissza McDonough és Baugart (2002).

szerint, hogy teret hódított a politikában, üzletemberek, törvényhozók, és oktatók körében. Li és Su (2012) a körforgásos gazdaság két alapvető tulajdonságát fogalmazza meg. Elsőként a vállalatok felelősek az ember és a természet egyensúlyáért, mert gazdasági növekedés hatására sem változik meg az ökológiai rendszer. Másodsorban a körforgásos gazdaság termelési folyamatokat határoz meg. Sauvé (2016) megállapítja, hogy a vállalatok körforgásos természetükből fakadóan zárt rendszerben gondolkoznak, ahol a hulladékot próbálják a rendszerben tartani, ezáltal helyettesítve az ásványi nyersanyagok és természeti kincsek szükségtelen felhasználását. A körforgásos gazdaság megértéséhez lényeges a termodinamika első és második főtételének magyarázata és értelmezése, amit Andersen (2007) és Ghisellinia és társai (2016) tanulmánya alapján összegzünk. A termodinamika első főtétele kimondja az energiamegmaradás törvényét, miszerint az anyag és az energia zárt rendszerben állandó. Ez esetben a Föld is egy zárt rendszernek tekinthető, amiből az következik, hogy a keletkezett hulladék egyenlő a kitermelt természeti erőforrások mennyiségével. Így a tőkejavak átmeneti megtestesítői a természeti erőforrásoknak, hiszen selejtezés után a természeti környezetben hulladékként jelennek meg. Az energia nem vész el, de átalakítható vagy szétosztható. Ezért alkalmazza a körforgásos rendszer az újrahasznosítást, ahol valamennyi hulladék ismét erőforrássá alakul, ami az energiamegmaradás törvénye szerint lehetséges is. Ugyanakkor érdemes megjegyezni, hogy jelenleg a gazdaság nem tud minden hulladékot újrahasznosítani az elmulasztott lehetőségek, a megfelelő technológia hiánya miatt, vagy alapvető fizikai okokból fakadóan. A termodinamika második főtétele a spontán folyamatok irányát szabja meg. A tétel szerint minden valóságos folyamat irreverzibilis. Andersen (2007) a termodinamika második főtételét az entrópia fogalmának magyarázatával értelmezi, ami az anyag és energia rendezettségét írja le. Minél rendezettebb és egységesebb az anyag vagy energia, annál alacsonyabb annak entrópiája. Miközben a természeti erőforrások felhasználásra kerülnek a gazdaságban, entrópiájuk egyre növekszik. Andersen (2007) munkájában felidézi Georgescu-Roegen (1971) megállapítását, miszerint az entrópia arányosan növekszik a természeti erőforrások gazdasági célú kitermelésével.

Ugyanakkor Andersen (2007), valamint Ghisellinia és társai (2016) szerint az anyag és energia gazdaságban történő újrahasznosulása csökkenti az új természeti erőforrások keresletét és késlelteti a Föld entrópiájának növekedését. Bihari (2012) szerint ez azért lényeges, mert a világegyetem entrópiája a maximum felé törekszik, amint azt eléri, beáll az egyensúlyi állapot, ami a világ végét, a „hőhalált” eredményezi.

A *kék gazdaságról* nagyon kevés publikációt találunk a vezető folyóiratokban, ám ezek alapján érezhetően sok hasonlóságot mutat a körforgásos gazdaság koncepciójával. A fogalom önmagában nehezen definiálható, hiszen nézeteit a már létező elméletek megfogalmazták. Ilyen például az ipari ökológia, a nulla-hulladék elv (Pauli 1997) és a biomimikri³ (Benyus 1997). Elmond-

³A biomimikri arra keresi a választ, hogyan lehet a természettől tanulni. A természettől való tanulás olyan újításokhoz, innovációkhoz vezethet, mely a fenntartható fejlődés elveit támogatják. A biomimikri tulajdonképpen természetutánzó megoldások alapelveit rögzíti.

ható, hogy mind a kék gazdaság, mind a körforgásos gazdaság holisztikus megközelítéssel szemléli a gazdaság egészét és egy új jövőképet alkot. Mindkettő körforgásos rendszerekben gondolkozik önfenntartó termelési rendszereket kialakítva, csökkentve az ásványi nyersanyag és erőforrás készletek felhasználását, illetve a vállalatok indirekt környezetterhelését. A körforgásos gazdaság ismertsége Su és társai (2013), valamint Ghisellinia és társai (2016) szerint politikai támogatottságának köszönhető. Pauli (1998) arra hívja fel a figyelmet, hogy egy vállalat önmagában képtelen a nulla-hulladék elv betartására, ezért a vállalatok közti együttműködést nélkülözhetetlennek tartja. A kék gazdaság elvének legfontosabb eleme tehát, a vállalatok közti együttműködésben lehető fel, melynek célja az egyik vállalat termelése során keletkezett melléktermék alapanyagként történő felhasználása egy másik vállalat termelési folyamatában.

Elsősorban vállalati szinten alkalmazzák a kék és a körforgásos gazdaság elvét, ahol a vállalat erőforrás-hatékonyságának köszönhetően gyakran vállalatközi szinergikus együttműködések jönnek létre a hatékonyabb körforgásos struktúra érdekében. Ghisellinia és társai (2016) szerint a körforgásos és a kék gazdaság megvalósítása esetén a vállalati stratégia a tisztább termelést és ökológiai szemléletű tervezést alkalmazza. Li és Su (2012) összegzi a körforgásos gazdaság elvét követő vállalatok közös vonásait, miszerint minimális beruházással, minimális ipari szennyezéssel járnak. A rendelkezésre álló készleteket maximálisan kihasználják, és a környezetre a lehető legkisebb hatást gyakorolják. Ugyanakkor megjegyzendő, hogy mindez a keynesi elveknek gyökeresen ellentmond.

A *tisztább termelés* stratégiája eszközként jelenik meg a fenntartható fejlődés irányzatai közt. Khalili és társai (2015) és Ghisellinia és társai (2016) rámutattak, a tisztább termelés alapvetően erőforrás-hatékonysággal bír. A hulladék és károsanyag-kibocsátásának csökkentésével foglalkozik a termék és folyamattervezés vállalati szintű alkalmazása során. Támogatja az integrált és preventív környezeti stratégiákat, hogy egyensúlyt teremtsen a vállalat és a környezet között. Klemes (2012) alátámasztja, hogy a tisztább termelés egyre fontosabb eszköz lesz valamennyi ipari szereplő számára.

Genovese és társai (2015) tapasztalatai szerint a vállalatok egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a csővégi megoldásokon túl arra, hogy a teljes termék vagy szolgáltatás életciklusa során figyelemmel kísérjék és javítsák annak a gazdaságra, a környezetre és a társadalomra gyakorolt hatását. Itt említhető meg a *zárt ellátási lánc* elmélete. Bocken és társai (2014) szerint ez azt jelenti, hogy a vállalat törekszik az ellátási lánc működése során keletkező hulladék minimalizálására úgy, hogy a képződő anyagot újrahasználja, megjavítja vagy feldolgozza, ezzel is újabb hozzáadott értéket teremtve a vállalat vagy a fogyasztó számára. A zárt ellátási lánc a termék teljes élettartamára fókuszál, beleértve a termelés és a fogyasztás utáni részleges vagy teljes újrahasznosítást. Dobos (2008) különös figyelmet fordít a visszautas logisztika tanulmányozására. Ebben pontosan meghatározza a gyártási jellegű, elosztási és fogyasztói termék visszaküldéseket, és azok operatív, vállalaton belüli kezelését.

Su és társai (2013) szerint gyakori a „3R” elv⁴ vállalati szintű alkalmazása a termelési és fogyasztói rendszerekben. A „3R” elv jelentése a következőket tartalmazza: csökkentés – a vállalat minimalizálja a primer inputokat; újrafelhasználás – más vállalatok melléktermékét és hulladékát nyersanyagként felhasználja; valamint újrahasznosítás – a vállalat az újrahasznosítható anyagokat visszaforgatja a termelési rendszerbe csökkentve a primer nyersanyagigényt.

A természeti környezetbe ágyazott jelző használata indokolt, hiszen jól illusztrálja, hogy a vállalat a természeti környezetre tekintettel, azt tiszteletben tartva végzi munkáját. Kiss (2005) a természeti környezetbe ágyazott vállalatokat természetvezérelt vállalatoknak nevezi, ezzel az elnevezéssel azonban nem értünk egyet, mert a vállalati működés célja az emberi társadalom jólétének biztosítása. A természet egy zárt ökológiai rendszer, ami példát mutat a vállalat anyagáramlásának zárt módon történő működtetésére, ezért érdemes megvizsgálni a vállalatok természeti erőforrás alapú szemléletmódjának alakulását.

Elsőként fontos tisztázni, hogy a környezetgazdaság a környezetre forrásként és nyelőként tekinthet. Forrásként energiát és nyersanyagot biztosít a gazdaság és a társadalom számára. Az OECD (2014) kimutatása szerint jelenleg az OECD országok nyersanyag kitermelése és fogyasztása lassabban növekszik a globális értékhez képest és talán megállapodni látszik a jelenlegi szinten. Ezzel egyidejűleg az 1980-as szinthez képes 50%-kal növekedett a kibocsátás mennyisége egy tonna nyersanyag felhasználásából. Ebből az következik, hogy növekszik az anyaghatékonyság. Nyelőként megjelenik a hulladék problematikája függetlenül attól, hogy az energiát-, vagy a nyersanyagáramlást vesszük figyelembe. Az OECD (2014) becslése szerint a kitermelt nyersanyag hozzávetőleg egy ötöde végzi hulladékként. Rámutattak a tanulmányban a szilárd hulladék és a gazdasági növekedés lineáris kapcsolatára. Ahogy a gazdaság növekszik, úgy a szilárd hulladék mennyisége is azzal arányosan nő. Ez potenciális nyersanyagforrásként jelentkezik, mivel további felhasználásra alkalmas. A gazdaságban ragadt nyersanyagok mennyisége nagy jelentőséggel bír. Például 2011-ben az antropogén (ember által felhasznált) vaskészlet 15-20%-a a világon elérhető vaskészletnek. Dacára annak, hogy a kitermelt nyersanyag egyötöde végzi hulladékként, Ghisellinia és társai (2016) rámutattak, hogy a másodlagos erőforrások piaca és az újrahasznosítás mértéke lassan ugyan, mégis növekvő tendenciát mutat.

Genovese és társai (2015) munkájukban arról tesznek tanúságot, hogy a körforgásos gazdaság sem kivétel a termodinamika tételei alól. Tulajdonképpen az anyagok áramlása lineáris és egyirányú, felvéve egy alacsony entrópiájú anyagot a környezetből, és kibocsátva egy magas entrópiájú anyagot – a hulladékot. A környezettudatos vállalati viselkedés hatása az ellátási láncra abban nyilvánul meg, hogy a magas entrópiájú hulladék helyettesítőjeként az alacsony entrópiájú tiszta nyersanyagokat használja fel, állítja Andersen (2007) tanulmányában. Ez adja a természeti környezetbe ágyazott vállalatok

⁴„3R” elv elnevezés az alábbi három angol szó kezdőbetűjéből tevődik össze: reduce (csökkent), reuse (újrafelhasznál), recycle (újrahasznosít).

termelési rendszerének lényegét.

George és társai (2015) felidéznek, hogy a kapitalista piacgazdaság termelő-folyamatainak eredménye nem csak a végtermék, de a nem kívánatos hulladék is. Véleményük szerint a hulladékra gazdasági készletként kell tekinteni. Ezen hulladékok két féle kategóriába sorolhatók: szennyező és újrahasznosítható. Park és Chertow (2014) tanulmányában szintén *erőforrásként tekint a hulladéokra*, amíg az ellenkezőjét be nem bizonyítják. Az okfejtést az erőforrás-paradigma fogalmi használatából eredeztetik. Ezzel szemben Sauvé és társai (2016) arra az álláspontra helyezkednek, hogy a vállalat lineáris termelési rendszerében értelmezett újrahasznosított hulladéknak nincs piaca és gyakran marad értékesítés nélkül, hiszen a vállalat változatlanul a könnyen elérhető és gyakran olcsóbb tiszta nyersanyagokat részesíti előnyben. A természeti környezetbe ágyazott vállalatok figyelmét ezzel szemben semmilyen anyag nem kerüli el. Ezen vállalatok arra törekednek, hogy minden inputot és outputot számításba vegyenek a termelési folyamat során, különös figyelmet fordítva az előforduló anyagok vállalaton belüli vagy kívüli kezelésére, hasznosítására.

Gazdasági szempontból, a természeti környezetbe ágyazott vállalatok nyereségessége vitatott. Sauvé és társai (2016) arra hivatkoznak, hogy az anyagok rendszerben tartásával járó többletköltség, ha elér egy bizonyos határt, akkor nem éri meg a vállalatnak újrahasznosítani. Andersen (2007) is megerősíti, hogy a természeti erőforrás szinte a kitermelés költségét tartalmazza eltekintve a kiaknázás és a környezeti károk költségétől, ezzel megkérdőjelezve az újrahasznosítás nyereségességét. Például Genovese és társai (2015) kutatásából kiderül, hogy a biodízel előállítása költségesebb, mint a hagyományos dízelé. Felhívják a figyelmet arra, hogy az állami támogatás bizonytalanná teszi a vállalatok életképességét. Gelderman és társai (2007) tapasztalatai szerint a kis és középvállalkozások (kkv) megtakarítási lehetőségei szerényebbek. A termelésükhöz szükséges anyagok nem érik el azt a kritikus mennyiséget, ahol megérné újrahasznosítani vagy újrafelhasználni a melléktermékeket. Ezért a vállalatközi kapcsolatok (pl. öko-park) nyújthatnak alternatív megoldást, melyekben közös tiszta termelési technológiákat alkalmaznak a kkv-k.

Sauvé és társai (2016) véleménye szerint addig érdemes zárt ellátási rendszerben gondolkodni, míg a társadalom igényt tart rá, és az hatékonyan működik. Magistris és Gracia (2016) tanulmányában bebizonyította, hogy a fogyasztók hajlandók prémium árat fizetni a helyben termelt termékekért. Ezen termékeken megkülönböztetett címke látható, mely tartalmazza az alábbi információkat: a termék származási helyétől való távolságot km-ben kifejezve, és az Európai Unió által elfogadott egyezményes „ökológiai logó”-t.⁵

Dobos (2008) szerint ugyanakkor a jogszabályi kötelezettség önmagában az üzleti szféra számára nem feltétlenül jelent kényszerítő erőt, hiszen – megfelelő rövid távú gazdasági haszon hiányában – sok esetben a vállalatok inkább a könnyebben megfizethető bírságot választják. Ugyanakkor a körforgásos gazdálkodás alkalmazása hosszútávon jelentős költségmegtakarítást

⁵Az EU ökológiai logóját a 2010. március 24-i 271/2010/EU bizottsági rendelet vezette be. Használatáról a 889/2008/EK bizottsági rendelet 57. cikke rendelkezik.

eredményezhet. Ebből az a következtetés adódik, hogy a vállalatok rövid távra terveznek.

Gelderman és társai (2007) munkájukban megemlítik, hogy a fenntartható termelési stratégiák vállalaton belüli alkalmazásához elengedhetetlen az innováció és a technológia menedzsment, mivel a technológia fejlődése új lehetőségeket kínál a készletek hatékonyabb termelésben való felhasználására. Munck (2016) szerint így a megfelelő technológia kiválasztása reagálni tud a környezetben végbemenő változásokra. Például a biofinomító konzerválja az energiát, visszaforgatja a bio-hulladékot, és tisztított vizet állít elő. Az ilyen típusú integrált fejlesztés biztosítja a társadalom alapvető szükségleteit, jelen esetben a tiszta vizet, az energiát, és a termékeny talajt. Az elérhető termelési technológiák gyors változásai szükségessé teszik a jövőben a termelési folyamatok rendszeres újratervezését.

Genovese és társai (2015) és Scheel (2016) szerint a természeti környezetbe ágyazott vállalatok az innovációnak köszönhetően fejlődtek ki, újszerű megoldásokat alkalmazva az üzleti szférában. Ezek bevezetéséhez a vállalatnak meg kell vizsgálnia termelési lehetőségeit, melyek függenek az input anyagoktól, azok minőségétől, a termelésben történő felhasználás milyenségétől. Mérlegelniük kell, hogy új technológiát alkalmaznak-e, vagy módosítanak a meglévő rendszeren, átgondolva, hogy milyen anyagok kerülnek kibocsátásra. A következő szakasz összefoglalja azon módszereket, melyek figyelembe veszik mind a gazdasági, mind pedig a környezeti szempontokat a természeti környezetbe ágyazott vállalatok esetében, különös figyelmet fordítva az anyagok áramlására és a melléktermékek kezelésére.

3 A fenntartható termelés vizsgálatának módszerei

Klasszikus értelemben a vállalatok költségminimalizáló és profitmaximalizáló szempontokat vesznek figyelembe mindennapi működésük során. A környezeti problémák megjelenésével, azonban elengedhetlenné vált a környezeti szempontok integrálása, és a termelés hatékonyságának növelése úgy, hogy a vállalat környezetre gyakorolt hatását minimalizálja. Számos kérdés még megválaszolásra vár. Többek között a természeti környezetbe ágyazott vállalatok esetében a képződő melléktermékek fenntartható módon történő kezelése, és termelési erőforrásként történő hasznosításuk lehetőségeinek feltárása. A jelen szakaszban arra keressük a választ, milyen módszertani megoldások találhatók a melléktermék imént említett kezelésére. Az 1. táblázat összegzi a fejezetben található módszereket és azok szakirodalmi hivatkozását.

Módszer	Termékhez kapcsolódó környezeti hatás vizsgálata	Vállalat termeléséhez kapcsolódó környezeti hatás vizsgálata	
		a termelés egészére	visszatérő termékekre
Többszempon­tú lineáris modell	Inghels és társai (2016)		
Nem-lineáris modell		Penkuhn és társai (1997)	
Pontrjagin-féle maximumelv			Dobos (2002)
Szimulációs modell			Ameli és társai (2016)
Hulladék alapú input- output modell		Li (2012)	
Általános egyensúlyi modell		Révész és Zalai (2014)	
Összevont mutató		Li és Su (2012) Park és Chertow (2014)	

1. táblázat. A melléktermékek hasznosítását alkalmazó módszerek összefoglalása, szakirodalmi hivatkozással

Inghels és társai (2016) a parkok karbantartása során keletkezett zöld hulladék (mint input) újrahasznosítási lehetőségeit vizsgálták egy zöld hulladék feldolgozó optimalizálásának segítségével. Tanulmányukban eltekintettek a feldolgozás során keletkező további melléktermékek vizsgálatától. Kutatásukban egy *többszempon­tú lineáris modellt* alkalmazva optimalizálták a gazdasági, a társadalmi és a környezeti hatásait annak, mi történik, ha a zöldhulladék kezelés nélkül a lerakóba kerül, vagy ha további kezeléssel hasznosítják. Az optimalizálás során a vállalat nyereségét és a társadalomra gyakorolt pozitív hatását maximalizálják, míg a környezetre gyakorolt negatív hatást minimalizálják. A tanulmányban az előbb említett szempontok megjelennek a célfüggvényben, mely a fenntarthatóság három pillérét veszi figyelembe: a nyereséget, a munkaerőt és a környezetet. A modell a bio-hulladék környezeti hatását a teljes életciklus (LCA) elemzés segítségével határozza meg. Ezt egy mutató összegzi (aggregálja), ami tartalmazza a zöld hulladék összetételét, a kezelés során szükséges teljes energiaszükségletet, és a levegő-talaj-talajvíz szennyezés csökkenésének mértékét. A célfüggvényben majd az aggregált mutató kerül megszorozásra az előállított termék mennyiségével. Az így kapott értéket normalizálják, és összehasonlítják az ország teljes környezeti hatásának értékével. Ebből lehet következtetni a vállalat működésére. A modellt GAMS-ben és Matlab-ban oldották meg a többszempon­tú vegyes egészértékű lineáris program (MOMILP) segítségével, ami egy Pareto-optimális halmazhoz vezetett.

Penkuhn és társai (1997) kutatásukban arra keresték a választ, hogyan lehet a feldolgozóipar meglévő termelőegységeit hatékonyabbá tenni, hogy a csővégi kibocsátások mérése helyett már a termelés során figyelemmel kísérjék a környezet megóvásához elengedhetetlen szempontokat. Az elemzéshez szükséges a termelőfolyamatok pontos ismerete, illetve az anyagok kémiai összeté-

tele is, hogy a minőségi szempontok figyelembe vehetőek legyenek. A szerzők termodinamikus egyensúlyi számításokat alkalmaznak, ami szükségessé teszi a *modell nem-linearitását*. A modell *döntési változói*: a termék, a légnemű kibocsátás, a felhasznált javak, a termelés során keletkezett hulladék, az inputok, valamint az egyéb javak áramlása egységnyi működés esetén (kg/óra mértékegységben kifejezve). A modell *paraméterei* között megjelenik: az anyagmozgatás költségigénye; a karbon-adó; az újrahasznosítás vagy lerakás egységnyi költsége, az inputnak, egyéb javaknak; a hőmérséklet; a kémiai komponensek tömege; a sztöchiometriai (kémiai vegytan) együttható az i -edik folyamatban; a j -edik egységben zajló kémiai reakció mértéke; az egységek közti energiaáramlás; a kémiai összetevők hőkapacitása; és egységnyi reakció entalpiája. Az imént említett döntési változók és paraméterek segítségével egy általános termelés-tervezési modellt alkottak meg a szerzők. A célfüggvény a profit maximalizálást tartalmazza a közvetlen bevételekkel és a változó költségekkel, ugyanakkor figyelmen kívül hagyva a fix költségeket, mivel azok a rövid távú döntéseknél nem relevánsak. A célfüggvény tartalmazza továbbá az újrahasznosítás és a lerakás költségét is, figyelembe véve a környezeti szempontokat. Ezt követően 12 feltétel határozza meg a vállalat és egyben a modell működését, melyek közül az utolsó három a kibocsátásra és a lerakásra vonatkozó piaci korlátokat tartalmazza. A döntési változóknál alsó és felső korlátokat határoztak meg a szerzők, a termelő rendszerek műszaki kapacitás korlátaiból adódóan. A modellt az ASPEN PLUS software segítségével tesztelték az ammónia szintézis folyamata során.

Dobos (2002) kutatásában egy egy-termékes termelő vállalat termelésének környezetre gyakorolt hatását vizsgálta, ahol egy használat után visszaszolgáltatót terméket, illetve egy nem-felhalmozódó emissziót vett figyelembe. Feltételezése szerint a visszautas terméket háromféle módon kezelheti a vállalat: újrahasznosítja, szétszerelt állapotában termelési tényezőként használja, vagy hulladékként kezeli. A modell feltételezi továbbá, hogy a vállalat nyereségmaximalizáló tevékenységet folytat. A megoldáshoz a *Pontrjagin-féle maximumelvet* alkalmazza a szerző. A modellalkotás során három állapotváltozót (termelési tényező, végtermék és a visszaérkező használttermékek készletállománya) és tíz irányítási változót vett figyelembe, megvizsgálva a készlet-szinteket befolyásoló változók hatását. A nyereséget modelljében a bevétel és a lineáris költségek különbségként értelmezi, melyben a költségek tartalmazzák a beszerzési költséget, a szennyezési adót, a hulladékkezelési költséget és a raktárak készletezési költségeit. A szerző a vállalat készlet-szintjére helyezi a hangsúlyt, és az újrafelhasznált termékek arra gyakorolt hatását vizsgálja, illetve pontosan tisztázza az újrafelhasználás technológiai feltételeit leíró implicit termelési függvények viselkedését. Meghatározza továbbá a „belső árakkal” definiált maximalizálási problémával, hogy a vállalatnak kedvezőbb-e a visszaérkező terméket újra feldolgozni és termelési tényezőként felhasználni, vagy inkább újra feldolgozott végtermékként értékesíteni. A modellben a természeti erőforrás felhasználásának mennyiségét a nyereségesség szabályozza, míg a környezetbe történő szennyezőanyagok kibocsátásának mértékét a szennyezési adó korlátozza. Arra, hogy az újrafeldolgozott vég-

terméket és a vállalatához visszakerült szétszerelt, javított termékeket vagy a nyersanyagot használja fel a vállalat, a későbbiekben a „belső árak” meghatározása ad választ.

Dobos (2008) későbbi munkájában az *anyagszükséglet tervezési rendszert* (material requirements planning, MRP) kívánja kibővíteni az újrahasznosítással, újszerű ismereteket adva a vállalati termelés-tervezés keretei között. Tanulmányának egy része a már korábban említett visszautas logisztika optimális tétel nagyságát folytatja. Ebben a cikkben a szerző ugyanakkor kitér a visszautas logisztika termelés-tervezésben betöltött fontos szerepére is. A szerző megjegyzi, hogy a végtermék előállítás során különböző melléktermékek is keletkeznek, amik a termelésből nem zárhatók ki. Ezeket a javakat azonban nem tüntetik fel a termelési tervben. A szerző véleménye szerint a keletkező melléktermékek csökkentését a tervezés melléktermékekkel történő kiterjesztésével lehet elkerülni. Dobos (2008) ezen felismerése a jelen szakirodalmi áttekintés szempontjából jelentős, hiszen ha a gyártás során keletkezett melléktermékek nem kerülnek feltüntetésre a termelési tervben, azok hasznosítási lehetőségeinek feltárása lehetetlenné válik, hisz a vállalatok nem is tudnak azok létezéséről.

Ameli és társai (2016) munkájában a fenntarthatósági szempontok figyelembevételével tervezett termékek fontosságát vizsgálja, ahol már a tervezés során figyelembe veszi az életút végi újrahasznosítás lehetőségeit. A szigorodó környezetvédelmi törvények szükségessé teszik a termék környezetre gyakorolt negatív hatásának csökkentését. A visszautas termék és alkatrészeinek karbon tartalmát a GaBi LCA software segítségével állapítják meg a szerzők, a környezetre gyakorolt hatás számszerűsítése érdekében. A modellben egy *döntést segítő szimulációs modellt* alkalmaznak. Négy megoldást javasol a visszautas termékekre: az újrafelhasználást, a feldolgozást, a hasznosítást és a lerakást. A modell az időt is figyelembe veszi, a visszaküldött termék esetében. Ha a használati idő lejárt után küldik vissza, akkor rögtön lerakásra kerülnek, azonban ha jóval később, nem fogadják be azokat. A termék jövőbeli hatásának értékeléséhez a paraméterek négy tényező meghatározásával írhatók le: a használat időtartamával, a visszaszolgáltatás időpontjával, a visszautas termék minőségével és az újrahasznosításból származó bevétellel. A modell pénzben fejezi ki a szétszerelt termék részeinek árát, a viszonteladásból származó bevételt, a termék feldolgozásából, illetve az újrahasznosításból származó bevételt, valamint a lerakás költségét. A paraméterek véletlenszerűségének eloszlásához méréseket kell végezni, ami beépítésre kerül a modellbe. Az első célfüggvény maximalizálja a profitot, mely tartalmazza az új termék eladásából származó bevételt és a visszahozott termékek, újrahasznosításából származó bevételeket. Ez utóbbi alatt értendő a viszonteladás, az újrafelhasználás, és bizonyos részek hasznosítása. A második célfüggvény teljesülésével a termék környezetterhelése csökken. A szerzők meghatároztak a további feltételes egyenletek között egy újrahasznosítási korlátot, ami az adott jogi szabályozás hatására változik. Egyéb feltételeket is felírtak a modell futásához, például ha a vállalat j elemet újrahasznosításra jelöli, akkor ahhoz a modell automatikusan biztosít további termelési tényezőket a termék

előállításához. A szerzők által javasolt modell egy *két kritériumú sztochasztikus egészértékű optimalizációs* modell, ahol célként szerepel a nyereség maximalizálása, és a termék környezeti hatásának csökkentése figyelembe véve az aktuális jogi szabályozásokat. A modell futását követően kapott eredmény értelmezésében, egy szimulációs modell segíti a továbbiakban a döntéshozót. A modell működését egy nem létező vállalat mobiltelefont visszaszolgáltató esettanulmányán keresztül szemléltetik a szerzők.

Li (2012) munkájában a körforgásos gazdaság szemléletmódjában tevékenykedő vállalatok hatékonyságát kívánta bemutatni egy *hulladék alapú input-output* modell segítségével. Kidolgozott egy olyan módszertant, ahol az egyik tevékenységből kiáramló melléktermék, egy másik tevékenységben inputként történő felhasználását mutatja meg. Azt feltételezi, hogy vállalati szinten két termék létezik: a végtermék és a hulladék. A hulladék lehet légnemű szennyező vagy szilárd hulladék. Az előbbit mennyiségben, míg az utóbbit költségben fejezi ki a modell, ami ez esetben az eltakarítás, vagy Zalai (2012) kifejezésével élve a lomtalanítás költségét jelenti. A modell nem számol technológiai választékkal, azért lehetséges az input-output tábla használata. A hulladék alapú input-output tábla minden tevékenységnél megmutatja, mi történik a vállalatban belül keletkezett szennyezőanyaggal vagy szilárd hulladékkal, illetve ha nem a szilárd hulladék került felhasználásra, akkor megmutatja a vásárolt termelési tényező mennyiségét. Mindemellett a modell tevékenységenként meghatározza a szennyezőanyag keletkezésében és fogyasztásában beállt változás mennyiségét. A modell jól megragadja az anyag áramlását a rendszerben, illetve a hasznosítatlan melléktermék mennyiségét és annak változását.

Révész és Zalai (2014) kutatásukban *számított általános egyensúlyi modellt* (CGE) alkalmaznak, azt kibővítve egy energetikai és egy környezeti modullal (GEM-E3). Ez a modell elsősorban makro-, de mikro-szintű folyamatok vizsgálatára is alkalmas, figyelembe véve a stacionárius végállapot kiszámítását, illetve az odáig elvezető dinamikus folyamatokat. Ezt a modellt széles körben használják energetikai-, környezeti-, és gazdaságpolitikai intézkedések hatásainak elemzésére. A modell feltételezi a költségek minimalizálását és a hasznok maximalizálását. Abban tér el a CGE modelltől, hogy egyes ágazati bontások a szokásosnál részletesebbek. Például az energiaszektor alatt megjelenik a szénbányászat, a gázszolgáltatás, és az olajipar stb. A modell figyelembe veszi a levegőszennyezést, az energiát és más erőforrásokat, illetve az egyes energiahordozók egymás közötti helyettesíthetőségeit, a kibocsátást csökkentő technológiákat, valamint kibocsátásra előírt adókat és hatósági korlátokat. A szerzők részletes műszaki adatok alapján és lineáris tevékenységelemzési modellen (LTM) nyugvó optimalizálást alkalmazó részmoddellel bővítik ki és kapcsolják össze a CGE modellt. Ez azért indokolt, mert így a modell feltételezi a termelési tényezők folytonos helyettesíthetőségét, míg aggregált ágazati termelési és költségfüggvényeket alkalmaz. Az ismertett modellt a paksi erőmű makrogazdasági, energetikai és környezeti vizsgálatán keresztül mutatta be a szerzőpáros.

Li és Su (2012) kidolgozott egy értékelési mutatót annak megítélésére, mennyire követi a vállalat a körforgásos gazdálkodás elveit. A tanulmány célja számszerűsíteni a készletcsökkentés, az újrahasznosítás, az újrafelhasználás, a kibocsátás és a hatékonyság mértékét. A szerzők egy *összevont (aggregált) mutató* segítségével kívánják meghatározni a körforgásos gazdálkodás vállalaton belüli értékelését. A mutató az alábbi két szint összevonásából tevődik össze: az első szint tizenhét mutatót tartalmaz, mely öt kritérium értékét határozza meg. Végül az öt kritérium összege adja meg az összevont mutató értékét. A mutató célja: meghatározni a körforgásos gazdaság vállalaton belüli fejlettségi szintjét. A jelen tanulmányban az öt kritérium az alábbi szempontokat tartalmazza: a gazdasági fejlettséget, az erőforrás igényt, a szennyezés csökkenését, az ökológiai hatékonyságot, és a fejlődési potenciált. Ezeket további mutatókra bontja a szerző. A tanulmányban összesen 18 mutató van, azonban ez tetszőlegesen tovább bővíthető. Az erőforrásigény kritériuma alatt értendő például az egységnyi ipar kibocsátására vetített víz-, és energiafelhasználás, az ipari szilárd hulladék hasznosítása, az ipari vízfelhasználás újrahasznosítási mértéke. Míg a fejlődési potenciál kritériuma tartalmazza például a teljes ipar kibocsátásához mért technológiai befektetések mértékét, a tőke akkumulációs rátáját és az értékesítés növekedésének rátáját. Utolsó lépésként a szerzőpáros az összevont (aggregált) mutató meghatározásához standardizálja a mutatókat, elosztva a kapott értéket az átlagértékkel, majd ezt követően a mutatókat súlyozza 0-1 érték között fontosságuktól függően (becsült érték). Ezután a standardizált mutató és a súly értéke összeszorozásra kerül, ami kiadja az összevont mutató 0-1 közötti értékét. A kapott érték alapján besorolható a vállalat egy négyponos skálán, mely megmutatja, hogy alig vagy kiválóan alkalmazza a körforgásos gazdaság stratégiáját.

Park és Chertow (2014) kidolgozta az *újrahasznosítás lehetőségének indikátorát*, ami megkísérli objektíven meghatározni a technikailag maximálisan felhasználható anyagok (ez esetben hulladék) mennyiségét. A hulladék gyakran lerakókba kerül, mert nincs használható tudásunk azok hasznosítási lehetőségeiről. Ezért ennek a technológiai innovációk szabnak határt. A szerzők az újrahasznosítás lehetőségének indikátorát egy 0-1 közötti skálán fejezik ki, megmutatva az anyagban rejlő további lehetőségét. A nulla azt jelenti, hogy a jelenlegi technológiai fejlettség szintjén az anyag nem hasznosítható újra; míg az 1-es érték esetén az anyag 100%-a újrahasznosítható. A szerzők a jelenleg elérhető technológiákat hasonlítják össze egymással, melyet egy diagramon ábrázolnak. A vertikális tengelyen jelenik meg a felhasználásból keletkezett jövedelem és a hulladékkezelés költségének különbsége, míg a horizontális tengelyen az újrahasznosítható anyag kerül ábrázolásra tonnában kifejezve. A kapott eredmények diagramon történő megjelenítéséből kiderül, hogy vajon nyereséges-e az adott technológia esetében a vállalatnak újrahasznosítani vagy sem. Az indikátor egyszerűen arányosítja az adott technológiával a felhasznált hulladék mennyiségét a teljes rendelkezésre álló hulladék mennyiségéhez. Ez adja meg a 0-1 közötti értéket. A tanulmány tartalmaz gazdasági számításokat, azonban eltekint a helyettesítő termékek beszerzési árának ingadozásától és a szállítás költségétől. Ezek azonban jelentősen befolyásolják

az újrahasznosítás nyereségességét. Az indikátor hiányossága továbbá, hogy figyelmen kívül hagyja a hulladék összetételét és a technológia időben történő változását, illetve a regionális különbségekből adódó eltéréseket sem kezeli. Ennek ellenére, az indikátor alkalmas a vállalaton belüli javulás mértékének nyomon követésére.

4 Összegzés

A szakirodalmi áttekintő lehetőséget adott egy új vállalati szemléletmód bemutatására, ahol az anyag-, illetve a természeti erőforrás hatékony felhasználása a cél, a környezet állapotának hosszú távú megóvása érdekében. Megállapítottuk, hogy a kék gazdaságról kevés publikáció született, mivel annak elméleti háttére átfedésben van a körforgásos gazdasággal. A bemutatott cikkek alapján úgy tűnik, hogy egyre szélesebb körben terjed a környezettudatos, erőforrás alapú vállalati szemléletmód, amely lehetőséget lát a hulladék újrahasznosításában, ugyanakkor a termelési tervben alig kerül feltüntetésre a hulladék, és ez megnehezíti annak hasznosítási lehetőségét. Nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a hulladék újrahasznosítási lehetőségeinek az elérhető technológia szab elsősorban határt. Elmondható továbbá, hogy minden vállalati tevékenység mögött racionális gazdasági érvek szerepelnek. Ezt igazolja az is, hogy az egyre szigorodó környezetvédelmi szabályok betartása tette szükségessé a környezeti szempontok integrálását a tervezésbe. A szakirodalmi kutatásból kiderül, hogy kevesen vizsgálták a termelés során keletkezett melléktermék újrahasznosítási lehetőségeit.

A gyártók és kereskedők kénytelenek ráébredni arra, hogy a melléktermékek kezelésének szabályozása veszélyezteti jövedelmezőségüket és versenyképességüket. Ezért egy jól kidolgozott modell stratégiai jelentőségűvé válhat jövőbeli üzletpolitikájuk szempontjából. További vizsgálatokat javasunk a szakirodalomban alig kutatott, gyártás során keletkezett melléktermékek vállalaton belül történő hasznosításának vagy vállalatok közötti értékesítésének lehetőségéhez, melyhez Penkuhn és társai (1997) és Dobos (2002) eddigi munkássága biztos alapot teremt.

Irodalom

1. Ameli, M., Mansour, S., és Ahmadi-Javid, A. (2016): A multi-objective model for selecting design alternatives and end-of-life options under uncertainty: A sustainable approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 109, 123–136.
2. Andersen, M. S. (2007): An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, 2, 133–140.
3. Benyus, J. M. (1997): *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York, Harper Collins Publishers Inc.
4. Bihari P. (2012): *Műszaki hőtan*. Budapest, EDUTUS Főiskola.
5. Bocken, N. M. P., Short, S. W., Rana, P., és Evans, S. (2014): A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. *Journal of Cleaner Production*, 65, 42–56.

6. Dobos I. (2002): Környezetvédelmi tevékenység egy dinamikus termelési modellje. *Sigma*, 32, 3-4, 131–140.
7. Dobos I. (2008): Visszautas logisztika és termelésstervezés. *Sigma*, 39, 3-4, 139–167.
8. Eurostat (2016): File: Development of material consumption, 2000-15 (tonnes per capita) YB16 II.png. Letöltve 2016.07.21. <http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php>
9. Geldermann, J., Treitz, M., és Rentz, O. (2007): Towards sustainable production networks. *International Journal of Production Research*, 45, 18-19, 4207–24.
10. Genovese, A., Acquaye, A. A., Figueroa, A., és Koh, A. C. L. (2015): Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications. *Omega*, javított-rögzített változat
11. George D. A. R., Lin B. C., és Chen Y. (2015): A circular economy model of economic growth. *Environmental Modeling és Software*, 73, 60-63.
12. Georgescu-Roegen N. (1971): *The entropy law and economic processes*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
13. Ghisellinia, P., Cialanib, C., és Ulgiatic S. (2016): A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32.
14. Inghels, D., Dullaert, W., és Bloemhof, J. (2016): A model for improving sustainable green waste recovery. *Resources, Conservation and Recycling*, 110, 61–73.
15. Jaehn, F. (2016): Sustainable Operations. *European Journal of Operational Research*, 253, 243–264.
16. Khalili, N. R., Duecker, S., Ashton, W., és Chavez, F. (2015): From cleaner production to sustainable development: the role of academia. *Journal of Cleaner Production*, 96, 30–43.
17. Kiss T. (2005): Nature-Driven Economy through Sustainable Communities. *World Futures: The Journal of New Paradigm Research*, 61(8), 591–599.
18. Klemes, J. J., Varbanov, P. S., és Huisingh, D. (2012): Recent cleaner production advances in process monitoring and optimization. *Journal of Cleaner Production*, 34, 1–8.
19. Li, S. (2012): The research on quantitative evaluation of circular economy based on waste input-output analysis. *Procedia Environmental Sciences*, 12, 65–71.
20. Li, R. H. és Su, C. H. (2012): Evaluation of the circular economy development level of Chinese chemical enterprises. *Procedia Environmental Sciences*, 13, 1595–1601.
21. Liu, Y. és Bai, Y. (2014): An exploration of firms' awereness and behavior of developing circular economy: An empirical research in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 87, 145–152.
22. de-Magistris T. és Gracia A. (2016): Consumers' willingness-to-pay for sustainable food products: the case of organically and locally grown almonds in Spain. *Journal of Cleaner Production*, 118, 97–104.
23. McDonough, W. és Braungart, M (2002): *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press, New York.
24. Munck, L. (2016): Sustainable grain production and utilization. *Encyclopedia of Food Grains* (Second edition), 4, 144–153.

25. OECD (2014): Material resources, productivity and the environment: Key findings. Letöltve 2016.06.12. http://www.oecd.org/greengrowth/material-resources-productivity-and-the-environment_key-findings.pdf
26. Park, J. Y. és Chertow, M. R. (2014): Establishing and testing „reuse potential” indicator for managing wastes as resources. *Journal of Environmental Management*, 137, 45–53.
27. Pauli, G. (1997): Zero emissions: The ultimate goal of cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 5, 1-2, 109–113.
28. Pauli, G. (1998): Technology Forecasting and Assessment: The Case of Zero Emissions. *Technological Forecasting and Social Change*, 58, 1-2, 53–68.
29. Penkuhn, T., Spengler, Th., Püchert, H., és Rentz, O. (1997): Environmental integrated production planning for the ammonia synthesis. *European Journal of Operational Research*, 97, 327–336.
30. Rahim, R. és Raman. A. A. A. (2015): Cleaner production implementation in a fruit juice production plant. *Journal of Cleaner Production*, 101, 215–221.
31. Révész T. és Zalai E. (2014): Egy gazdaság-energia-környezet kapcsolatok elemzésére alkalmazott általános egyensúlyi (GEM-E3) modell felépítése és alkalmazása. *Szigma*, XLV, 1-2, 23–55.
32. Sauvé, S., Bernard, S., és Sloan, P. (2016): Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, 17, 48–56.
33. Scheel, C. (2016): Beyond sustainability. Transforming industrial zero-valued residues into increasing economic returns. *Journal of Cleaner Production*, 131, 376–386.
34. Su, B., Heshmati, A., Geng, Y., és Yu, X. (2013): A review of the circular economy in China: moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production*, 42, 215–227.
35. Zalai E. (2012): *Matematikai közgazdaságtan II. – Többsetektoros modellek és makrogazdasági elemzések*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

LITERATURE REVIEW ON COMPANIES EMBEDDED IN NATURE AND THEIR PRODUCTION METHODOLOGIES

The study reviews characteristics of companies embedded in nature while detailing relevant sustainable development theories. It advocates the resuscitation of different resource management paradigms and the essential role of technology and innovation. At last, the study will overview several models methodologies which could serve as a reference in the future for researching companies embedded in nature. In conclusion the study has revealed that sustainable development theories are often overlapping and methodologies are seldom taking into consideration the utilization of by-products within or outside of the company.

Keywords: sustainable development theories, natural resources, by-products, wastes, optimizations, models.