

HATÁSÉRTÉKELÉSI MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA A MÉRNÖKI TECHNOLÓGIÁK OPTIMÁLIS KIVÁLASZTÁSA ÉRDEKÉBEN

Mannheim Viktória

*egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet, Vegyipari
Gépészeti Intézeti Tanszék*

3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros, e-mail: mannheim@uni-miskolc.hu

Összefoglalás

A termelési szerkezet megválasztása mellett a legfontosabb döntés a mérnöki technológiák helyes megválasztása, mivel az adott technológia egyértelműen meghatározza a környezeti terhelések típusát és mértékét. Napjainkban igen nagy szerepet kap az egyes technológiák környezeti értéke. A vállalati környezetvédelmi feladatok egyrészt a vállalati stratégia kidolgozásával vannak összefüggésben, másrészt mindennapi feladatok. Az egyes technológiák különböző környezeti hatásait elsősorban hatásértékelési módszerek, környezetvédelmi mutatók és környezetmenedzsment eszközök segítségével követhetjük nyomon. A technológiai alternatívák ökológiai követelmények teljesítése melletti összehasonlítása nem egyszerű feladat, de többtényezős döntéstámogató és értékelési módszerekkel elősegíthető.

Kulcsszavak:

környezetvédelmi mutatók, öko-innováció, hatásértékelési módszerek, környezetmenedzsment, LCA

Abstract

The environmental responsibilities in a company are linked on the one hand the development of corporate strategy, on the other hand, everyday tasks. Apart from the choice of production, the most important decision is the right choice of engineering technology, because the technology defines clearly the type and the extent of environmental pollutants. Nowadays, the environmental value of each technology gets a great role. The environmental protection takes a main place in the processes of the industry. We can determine the environmental effects of the different technologies primarily using of impact assessment methods, environmental indicators and environmental management. The comparison of the performance of the technological alternatives is not an easy task by compliance with the environmental requirements, but it can be enhanced to support multi-criteria decision and assessment methods.

Keywords:

environmental indicators, eco-innovation, impact assessment methods, environmental management, Life Cycle Assessment

1. Bevezetés

Az egyes mérnöki technológiák elkerülhetlenül hulladékok, maradékanyagok és melléktermékek képződésével járnak, amelyek a környezetben felhalmozódva hosszú időre fejtik ki káros hatásukat. Nem mindegy azonban, hogy a kiindulási anyagokból milyen mértékben „gyártunk” vagy a keletkezett melléktermékekből milyen mértékben hasznosítjuk a hulladékot. A mérnöki technológiák fejlesztése következtében csökken a felhasznált anyagmennyiség és energiaigény, illetve az előállított termékek és a keletkezett hulladékok kevésbé károsítják környezetünket, ezért a költségnövekedéssel járó technológiai innováció érdeke kell, hogy legyen minden vállalatnak. A hulladékcsökkentési folyamatokra szolgáló tervezést, hierarchikus folyamattervezésnek nevezzük, ami új, környezetbarát technológiák tervezése/kialakítása (tisztább termelési technológia) és a rendelkezésre álló technológiák fejlesztése (csövégi technológia) kapcsán alkalmazható. A környezetvédelmi előírások az ipar számára ma már meglehetősen szigorúak és jelentősen megnövelik a termelési kiadásokat, ezért a környezetvédelem nemcsak technológiai, hanem gazdasági kérdés is. A környezetvédelem tehát vállalati stratégiát átalakító tényező, mert a vállalatok versenyképességének egyik fontos tényezője tevékenységük környezetbarát jellege. Egy alkalmazott mérnöki technológia környezetbarát jellegének eldöntése összetett feladat és csak körültekintő elemzések után jelenthetjük ki egy technológiáról, hogy környezetbarát. Ugyanakkor értékelésünket rendszeresen felül kell vizsgálnunk. Elmondható az, hogy egy vállalati szervezet környezettel szemben tanúsított viszonya kiemelkedő szerepet kap a versenyképesség fenntartásában és növelésében. A vállalatok környezetvédelmi tevékenysége során ma már fontos szerepet kap a környezetmenedzsment rendszer eszközeinek és módszereinek alkalmazása. A környezeti menedzsmentnek rengeteg eszköze és módszere létezik, amelyek a hatékonyabb környezeti problémák kezeléséhez járulnak hozzá. A megfelelő módszerek kiválasztását több tényező befolyásolhatja, így például a környezetpolitikai célok és a környezetvédelem szabályozása. A környezetpolitika célja a termelési tevékenységek károsító hatásainak minimalizálása környezetbarát termékek elterjedésének ösztönzése és környezetbarát technológiák fejlesztése által. Egy technológiaváltás környezet-gazdaságtani értékelése kapcsán a környezetpolitikának prioritásokat kell megfogalmaznia a rövid és hosszú távú környezeti érdekek között az ökológiai célok és követelmények betartása mellett. Bár egy technológiaváltásnál különböző érdekek ütköznek, ennek ellenére ez a gazdasági termelékenység növekedéséhez vezethet (a tőke megtérülési rátája nő változatlan reálbérek mellett), ahol a növekedés nagysága segítheti a technológia melletti döntéshozatalt.

2. Vállalatok környezetvédelmi tevékenységének mutatói és lehetséges útvjai

Egy szervezet környezeti állapotfelmérése a szervezet tevékenységeivel, termékeivel és szolgáltatásaival kapcsolatos környezeti tényezők, környezeti hatások és a szervezet környezeti teljesítményének átfogó elemzését jelenti. A környezeti tényező a szervezet tevékenységének, termékeinek vagy szolgáltatásainak olyan eleme, amely kölcsönhatásba kerülhet a környezettel. A környezeti állapotfelmérést a szervezet minden közvetlen és közvetett környezeti tényezőjének vonatkozásában el kell végeznünk (vonatkozó szabályok megléte, környezeti károkozások lehetősége és jelentősége, hatások terjedelme és

gyakorisága stb.). A környezeti teljesítmény a vállalatirányítás mérhető eredménye a környezeti tényezők tekintetében. (Egy gazdálkodó szervezet környezetvédelmi tevékenységét segítő, javító környezetmenedzsment rendszer és a szervezet anyagáramai között szoros kapcsolat van, hiszen az anyagáramok pontos ismeretében javítható a környezeti teljesítmény). A környezeti hatás a környezetben végbemenő olyan változás (káros vagy hasznos), ami egészben vagy részben a szervezet környezeti tényezőitől származik (MSZ EN ISO 14001). Egy szervezetnek a helyi környezeti hatások mellett a tevékenységéhez kapcsolódó egyéb környezeti hatásokat is figyelembe kell venni (pl. a termékkínálat összetétele, alvállalkozók környezeti teljesítménye). A környezeti hatások értékelése során a nagyobb környezeti hatással bíró folyamatok kerülnek kiválasztásra. A vállalatok környezeti kockázatainak vizsgálata során a környezeti hatások előfordulási gyakoriságát és a követelmények súlyosságát vizsgáljuk. (Egy környezeti esemény kockázata az esemény bekövetkezési valószínűségének és a bekövetkezett esemény okozta kárnak a függvénye). A vállalatok környezeti kockázatát endogén és exogén tényezők növelik. A környezettel összefüggésben, elsősorban az anyag- és energia-felhasználásra és a kibocsátásokra vonatkozó adatokat, az érintett szereplők álláspontjait, a termékek életciklusát, illetve azon tevékenységet kell figyelembe vennünk, amelyeknél jelentősebb környezetvédelmi költségek és előnyök jelentkeznek [1].

Az egyes vállalatok környezetvédelmi tevékenységeit környezetvédelmi mutatókkal jellemezhetjük. A környezetvédelmi tevékenység mutatója azt jelzi, hogy a vállalat végzett-e az elmúlt három évben környezetvédelmi beruházást, és vásárolt-e környezetvédelmi szolgáltatást más vállalattól. A környezetvédelmi innováció a környezetvédelem és a versenyképesség egymásra találásának terepe, a környezetterhelés csökkentésének ígéretével. A környezetvédelmi innováció mutatója azt jelzi, hogy a vállalat végez-e környezetvédelmi termék- vagy technológiai innovációt, illetve általában figyelembe vesz-e környezetvédelmi szempontokat a termékek és az alkalmazott technológia fejlesztései kapcsán. Környezetbarátnak akkor nevezhetünk egy terméket, ha maga a termék, illetve a keletkező hulladékok nem környezetszennyező hatásúak, azaz az adott termékre vonatkozó ökológiai mérleg a termék teljes életciklusára vetítve pozitív. A gyakorlatban „hulladékmentes” termékek nem léteznek, és a pozitív jelző használata utal azokra a termékekre és technológiákra, amelyek kedvezőtlen környezeti hatásai kisebbek. Egy termék környezetbarát jellegének felismerése nem egyszerű feladat és a gyakorlatban számos ellentmondással találkozhatunk. Az integrált környezetvédelem megközelítését sikeresebben alkalmazó vállalatok környezetvédelmi termék- és technológiai fejlesztéseiket versenyelőnyre igyekeznek kovácsolni. Fokozott mértékben építik be a környezetvédelmi szempontokat innovációs és kommunikációs politikájukba, azaz környezetvédelmi stratégiát folytatnak. Ezek a vállalatok sikeresebben alkalmazzák az integrált környezetvédelem megközelítését. Beruházásaik eredményeképpen javulnak környezetvédelmi mutatóik, javul környezetmenedzsmentjük és környezeti teljesítményük (a vállalatirányítás mérhető eredményei a környezeti tényezők tekintetében), valamint piaci sikereket könyvelhetnek el innovációik eredményeként [2].

Az utóbbi időben került a figyelem középpontjába a fenntartható termelési rendszerek kialakításának egyik lehetséges útja, az öko-innováció. Az öko-innováció olyan új előállítási folyamatok, termékek és szolgáltatások, illetve vezetési vagy üzleti eljárások, amelyek használata hozzájárul a környezetszennyezés és a különböző környezeti károk negatív hatásainak csökkentéséhez.

Az öko-innováció kiemelt területei az alábbiak [1, 3]:

- Újrahasznosítás: jobb rendszerezési folyamatok, innovatív újrahasznosítás, újrahasznosítási megoldások.
- Épületek: fenntartható építkezési alapanyagok, innovatív építkezési termékek. Építkezési hulladékok újrafelhasználása és újrahasznosítása, innovatív vízrendszerek (beleértve a víztisztítást és a természetes és esővizek újrafelhasználását).
- Étel/Ital szekció: tisztább előállítási folyamatok az erőforrások hatékonyságának jobb kihasználásával. A hulladék mennyiségének csökkentése, az újrahasznosítás növelése és a vízfeldolgozás hatékonyabbá tétele (innovatívabb és tisztább termékek).
- Zöldülő üzlet és beruházások: az öko-innováció integrálása az ellátási láncokba és zöldebb beruházások.

3. Környezetmenedzsment eszközei és módszerei

A vállalati környezetvédelem és környezetmenedzsment a vállalkozás környezettel kapcsolatos felelős tevékenysége, amelynek célja a mindennapi eszközök megtalálása a hatások valós mérésére és a gazdasági-társadalmi hatások fenntartható módon történő kezelésére. Az ökológiai mérleg olyan elemzési módszer, amely lehetővé teszi, hogy az élő környezetünknek okozott különböző ártalmakat felbecsüljük. Célja, hogy közös nevezőre hozza az összes olyan ökológiai hatást, amely az anyagok felhasználásából származik. A mérleg a környezetnek okozott ártalmakat veszi számba, oly módon, hogy valamennyit egyetlen dimenzióban mutatja be és egységes ökológiai indexekkel fejezi ki. Egy adott termék teljes életmenetének elemzése, a termék életmenete során létrejövő ökológiai hatások, valamint ezek következtében létrejövő környezetterhelések felmérése. Az üzemi környezetmérleg kizárólag az üzemen belüli anyag- és energiaátalakulási folyamatokkal foglalkozik, beleértve a mennyiségi és minőségi környezeti hatások elemzését is. Részletesen elemzi az üzemben végrehajtott gyártási folyamatokat, ami szükségszerűen azok ökológiai termékmérlegeit is magában foglalja. A környezetvédelmi audit a vállalatvezetés és a menedzsment eszköze. Rendszerezett, dokumentált, meghatározott időközönként megismételt objektív értékelés a környezetvédelmi szervezet és menedzsment hatékonyságáról, illetve a rendelkezésre álló eszközök működéséről. Beszélhetünk eredményre irányuló auditálásról (állapotfelmérés, átvilágítás) és rendszerorientált auditálásról. A környezetvédelmi auditálás célja a vállalati tevékenység folyamatos ökológiai továbbfejlesztésének ösztönzése [1].

Az életciklus-elemzés fogalma ma már a környezetvédelem részévé vált. Az életciklus-értékelés (Life Cycle Assessment, LCA) kapcsán vitathatatlan az a tény, hogy egy termék életét a kezdetektől a hulladékká válásig (vagy akár ezt követően is) követő életciklus-elemzés a vállalatok környezetvédelmi tevékenységét segíti és szolgálja. Életciklus-elemzések birtokában lehetőségünk adódik az egyes mérnöki technológiák környezeti hatásainak vizsgálatára az által, hogy számszerűsíthető és megbecsülhető a termék teljes életciklusa során (előállítása, annak elosztásán, felhasználásán át a belőle képződő hulladék ártalmatlanításáig) fellépő környezeti hatások mértéke, illetve a felhasználásra kerülő erőforrások (beleértve az energiakiadásokat is) mennyisége és minősége. Az életciklus-elemzés a termék teljes életciklusának minden pontjára és folyamatára kiterjedve határozza meg az összes környezeti hatást, amihez nagy mennyiségű és sokrétű információra van

szükség. A teljes anyag-, illetve energiamérlegének ismerete a kívánt eredmény eléréséhez elengedhetetlen, mivel adatleltárt kell készítenünk az input (környezettől felvett) és output (környezetbe kerülő) oldalról. Az anyagmérleg a gyártási folyamatok szakszerű követését, ellenőrzését teszi lehetővé, ami magában foglalja a nyersanyagokat, a kapott termékeket (főtermék, melléktermék, selejtáru, maradékanyag, hulladék) és a veszteséget. Összeállításánál figyelembe kell venni azokat a reakciókat, amelyek a nyersanyagok átalakításának alapját képezik. Az energiamérleg az energia megmaradásának törvényén alapszik, ami magában foglalja a rendszerbe belépő és távozó összes energiaformát. Az anyagmérleghez hasonlóan lehet parciális és általános. A leltárelemzés az életciklus-értékelésnek az a szakasza, amely a bemenetek és kimenetek felsorolását és mennyiségi meghatározását jelenti egy adott termékrendszerre nézve, annak teljes életciklusára vonatkozóan. A termékrendszer modulok (a termékrendszer legkisebb egysége, amelyre nézve adatokat gyűjtünk) összessége, melyeket a közbenső termék árama köt össze. Fontos az, hogy össze tudjuk kapcsolni egy termékrendszer minden elemét az anyag- és energiaáramláson keresztül. Az életciklus-leltár elkészítése után hatásanalízisben vizsgáljuk meg az egyes anyagfélések felszabadulása és felvétele által keltett környezeti hatásokat. A környezeti hatások értékelésénél (ISO 14044:2006 szabvány szerint) az egyes folyamatok áramait környezeti hatáskategóriákba soroljuk; az egyes környezeti hatáskategóriára vonatkoztatott referencia egység meghatározásával. A súlyozást a rendelkezésre álló hatásvizsgálati módszer segítségével végezzük el. A környezetvédelem egyes területeit vizsgálva, az életciklus-elemzés elsősorban a hulladékgazdálkodás területén indult gyors térhódításnak az utóbbi időben, sőt a 2013-ban hatályba lépett új hulladékgazdálkodási törvényben (Ht.) kiemelkedő szerepet kap. Az LCA-t eredetileg döntéstámogató eszköznek fejlesztették ki, amely környezeti szempontból tesz különbséget termékek, illetve szolgáltatások között. A teljes elemzések egyszerűsítéséhez lehetőség van a termék életciklusának csak egyes részeit vizsgálni, vagy csak bizonyos hatásokat vizsgálni a termék teljes életciklusát figyelembe véve. Az LCA lehetséges alkalmazási területei:

- Felmerülő környezet terhelések megelőzése.
- Potenciális környezeti hatások számszerűsítése a teljes életciklus alapján.
- Folyamatok, technológiák, tevékenységek és intézkedések megtervezése. Környezeti szempontból előnyösebb alternatívák meghatározása.
- Környezeti kockázatok lehetőség szerinti minimalizálása.
- Szakmailag megalapozott környezetvédelmi döntések meghozatala.
- Környezettudatos stratégiák meghatározása.
- Környezeti kommunikáció hatékonyságának és megbízhatóságának javítása.
- EMAS környezetmenedzsment-rendszer helyes és optimális kialakítása.
- Termékfejlesztés.
- Vállalati környezeti teljesítmény javítása.
- Marketing célok megvalósítása.
- Kormánypolitika meghatározása a környezetvédelem területén [4, 5, 6].

A környezetvédelem legnagyobb területén, a hulladékgazdálkodásban alkalmazott LCA kapcsán leggyakrabban az alábbi kérdésekre keresünk választ:

- Hulladékkezelési eljárások és technológiák összehasonlítása a feladásra kerülő input és a keletkezett output anyag- és energiaáramok függvényében. Anyag- és

energiafelhasználás mértékének meghatározása, javaslattétel az optimális felhasználásra vonatkozóan.

- Fosszilis és megújuló energiaforrások felhasználási lehetőségeinek mérlegelése.
- Potenciális környezeti hatások számszerűsítése és a felmerülő környezet terhelések megelőzése a teljes életciklus alapján.
- Alkalmazásra kerülő eljárások és technológiák közötti mérlegelés, elsősorban a környezetterhelési, az energiahatékonysági és a gazdaságossági szempontok figyelembevételével.
- Hulladékkezelési technológiák előnyeinek bemutatása és optimális kiválasztása több lehetséges modell közül.
- Prioritási sorrend felállítása hulladékkezelési (újrafeldolgozási, újrahasznosítási és ártalmatlanítási) eljárásokra, a fentiek figyelembevételével.
- Hulladékgazdálkodási rendszerek (folyamatok, technológiák, tevékenységek és intézkedések) komplex megtervezése és optimalizálása.
- Szakmailag megalapozott döntéstámogatás, döntéshozatal és kormánypolitika meghatározása a hulladékgazdálkodás területén.
- Vállalati környezeti menedzsment és kommunikáció hatékonyságának javítása, illetve optimális kialakítása [3, 7].

4. Környezeti hatások értékelési módszerei

Az egyes környezetvédelmi technológiák döntéshozatala kapcsán az életciklus-értékelés mellett, előtérbe kerülhetnek egyéb környezeti hatások értékelésére alkalmas módszerek is. Ezek elsősorban a következők lehetnek: ABC-Pareto módszer, mátrixelemzés, SWOT-elemzés és benchmarking. Az ABC-Pareto módszer egy egyszerű, kvalitatív összehasonlításon alapuló tervezési-értékelési módszer. Segítségével a lényeges folyamatok, termékek, tevékenységek és anyagok elhatárolhatóak a kevésbé lényegeseektől. Az osztályozás alapját egy prioritási sorrend képezi, amelynek alapján három csoportot (A, B, C) különböztetünk meg. A: nagyon fontos, nagyon problémás-sürgős beavatkozási igény (magas prioritás), B: fontos, problémás-közepes beavatkozási igény (közepes prioritás), C: nem fontos, nem problémás-nincs beavatkozási igény (alacsony prioritás).

1. táblázat. Értékelési szempontok az előfordulás osztályozására

| Skála | Értékelési szempontok |
|-------|--|
| 1 | Nem várható, hogy a környezeti hatás bekövetkezik vagy bekövetkezett. Nem fordult még elő sem az adott területen, sem hasonló folyamatokban. |
| 2 | Viszonylag ritkán, csak elszigetelten fordul elő környezeti hatás, és nem azon a területen, hanem máshol. |
| 3 | Nem túl sok esetben fordul elő, de várható, hogy előfordul vagy előfordult az adott területen a környezeti hatás. |
| 4 | Gyakran fordult elő és problémát okozott a környezeti hatás. Gyakori az előfordulás az adott területen. |
| 5 | Potenciális hatás, nagy arányban fordult már elő. Tényleges hatás esetén folyamatos emisszióról van szó. |

2. táblázat. Értékelési szempontok a súlyosság osztályozására

| Skála | Értékelési szempontok |
|-------|---|
| 1 | A bekövetkezett vagy potenciális környezeti hatás jelentéktelen. |
| 2 | A bekövetkezett vagy potenciális környezeti hatás nem jelentős. |
| 3 | A bekövetkezett vagy potenciális környezeti hatás nem jelentős, de a környezet figyelmét felhívja, látható. |
| 4 | A bekövetkezett vagy potenciális környezeti hatás mértéke jelentős, határérték közeli. |
| 5 | A bekövetkezett vagy potenciális környezeti hatás súlyos és/vagy lehetséges veszélyforrásként jelentkezik. |

3. táblázat. Értékelési szempontok az észlelés osztályozására

| Skála | Értékelési szempontok |
|-------|---|
| 1 | A környezeti hatás bekövetkezése jól érzékelhető, folyamatos. |
| 2 | A környezeti hatás bekövetkezése érzékelhető, időszakos. |
| 3 | A környezeti hatás bekövetkezésére imissziós állapot adataiból lehet következtetni. |
| 4 | A környezeti hatás csak később érzékelhető. |
| 5 | A környezeti hatás nem mérhető. |

4. táblázat. Hatásmátrix műanyag gyártási folyamatra a súlyosság osztályozásával

| Vizsgált folyamatok | Környezeti hatás: levegőszennyezés | Környezeti hatás: szennyvízelvezetés | Környezeti hatás: hulladékgyűjtés | Környezeti hatás: energiafogyasztás |
|---|------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Anyagkezelés-szállítás | 1 | 3 | 2 | 3 |
| Anyagkezelés-tárolás | 1 | 3 | 2 | 5 |
| Anyagfeladás és keverés | 5 | 3 | 3 | 5 |
| Extrudálás, granulálás, vágás, víztelenítés | 5 | 3 | 3 | 5 |
| Csomagolás, címkézés, | 3 | 3 | 3 | 5 |
| Minősítés, labor | 2 | 3 | 2 | 2 |
| Késztermékek raktározása | 1 | 3 | 3 | 3 |
| Karbantartás | 3 | 3 | 3 | 5 |
| Iroda | 1 | 1 | 3 | 1 |

Mátrixelemzés során egy mátrixban összegyűjtött, rendszerezett információk alapján nyílik lehetőség olyan elemzésre, ami választ ad arra a kérdésre, hogy milyen területen van szükség beavatkozásra és hol nyílik mód a környezeti teljesítmény javítására (1-4. táblázatok) [1].

Az értékelési szempontok az előfordulás, a súlyosság és az észlelés osztályozására irányulnak (1-5 közötti skálán), amelynek szorzataiból képezzük a dimenzió nélküli, kockázati értékszámot (RPN). A hatásmátrix jó eszköz arra, hogy megtaláljuk azokat a pontokat, ahol szükséges és lehetséges a beavatkozás.

A SWOT-elemzés egy szervezet környezeti helyzetének és a vállalati környezetvédelem helyének megítélésére alkalmas. Segítségével értékelhető a menedzsment elkötelezettsége, a tevékenységének színvonala, az esetleges gyengeségek és a javítás lehetőségei (5-6. táblázatok).

5. táblázat. SWOT-elemzés vázlata [1]

| | KÖRNYEZETI ERŐSSÉGEK | KÖRNYEZETI GYENGESÉGEK |
|--------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| KÖRNYEZETI LEHETŐSÉGEK | Lehetőségek-erősségek stratégiája | Lehetőségek-gyengeségek stratégiája |
| KÖRNYEZETI FENYEGETÉSEK | Fenyegetések-erősségek stratégiája | Fenyegetések-gyengeségek stratégiája |

6. táblázat. Vállalati környezetvédelem SWOT-elemzése [3]

| | |
|--------------------------------|--|
| KÖRNYEZETI LEHETŐSÉGEK | Vállalati környezetvédelmi elképzelések hirdetése, reklámozása. Folyamatos kapcsolattartás a lakossággal és a környezetvédő mozgalmakkal. Aktív részvétel a környezeti tudat fejlesztésében. Új piacok felfedezése. Feltárt hiányosságok kiküszöbölése a szervezetben, az anyag- és energiahasználatban stb. Környezeti szempontok megjelenítése az image-ben, beépítése a vállalati célkitűzésekbe. |
| KÖRNYEZETI FENYEGETÉSEK | Megfelelés az ismert és várható jogszabályi, szabványosítási stb. szigorú követelményeknek. Konkurenciaharc várható erősödése. Megfelelés a társadalmi elvárásoknak, „Zöld vállalat” válás kényszere. |
| KÖRNYEZETI ERŐSSÉGEK | A felső vezetés elkötelezettsége a környezeti teljesítmény javítása mellett. Környezetvédelmi célok beépítése a stratégiába. Kutatás-fejlesztési tevékenység új, környezetbarát technológiák és termékek fejlesztésére. A szervezet környezetbarát jellegének megjelenése az image-ben. |
| KÖRNYEZETI GYENGESÉGEK | Hiányzik a felső vezetés elkötelezettsége a környezeti teljesítmény javítása mellett. Környezetterhelő technológiák és termékek. A technológia rugalmatlansága. Magas energia- és energiaigényesség. Jelentős mennyiségű hulladék keletkezése. |

Amennyiben a környezeti hatások nem azonosíthatók be statisztikai adatok által (az externáliák, mint külső hatások nehezen számszerűsíthetők), akkor az értékelést

benchmarking módszerrel végezhetjük el. Benchmarking módszerrel ökológiai, technológiai és ökonómiai szempontból végezhetünk vizsgálatokat. Ennek kapcsán indikátorokat határozhatunk meg, amelyek segítségével sorba rendezhetővé válnak az egyes technológiai megoldások. A módszer kapcsán a költségek és a teljesítmények összehasonlíthatók, feltárhatók és kijelölhetők a fejlesztési lehetőségek. Az elemzéshez szakirodalmi háttér és elemzési adatok szolgálnak. Alapesetként egy gyakrabban alkalmazott, ismertebb technológiát vehetünk figyelembe és a többi technológiát ezzel vethetjük össze az által, hogy a keletkező pozitív externáliák mennyiségeit összehasonlítjuk az egyes technológiáknál (7. táblázat).

7. táblázat. Benchmarking-módszernél figyelembe vehető indikátorok [3]

| Indikátorok megnevezése | Környezeti szempont | Energetikai-technológiai szempont | Ökonómiai szempont |
|---|---------------------|-----------------------------------|--------------------|
| Fosszilis energiaforrások kiváltása megújuló energiahordozókkal (input áramoknál) | x | x | |
| Energiatermelő egységek megválasztása | x | x | x |
| Egyéb eszközök megválasztása | x | | x |
| Környezeti határértékek betartása | x | x | x |
| Levegőben történő üvegházhatású és egyéb gázok emissziós kibocsátása | x | x | |
| Energiafelhasználás | | x | x |
| Végtermékek mennyisége és minősége | x | | x |
| Technológiák bővíthetősége/kombinálása | x | x | x |
| Környezetileg értékes területek elvonása | x | | |
| Biodiverzitás fenntartása | x | | |
| Keletkező végtermékek kezelése, fenntartási költség | x | | x |
| Üzemeltetési költség | | | x |
| Piaci igények | | | x |
| Versenyképesség | x | x | x |

5. Összefoglalás

Az IPPC egyik alapvető követelménye a BAT (Best Available Techniques) technikák bevezetése, ezért valamennyi iparág területén is a hulladékképződés megelőzésére és a veszélyesség csökkentésére kell törekednünk. Keletkező mennyiségük csökkentése érdekében, a „zöld kémia”, a környezetbarát segédanyagok, illetve az elérhető legjobb technika alkalmazása a legcélszerűbb. Ez magába foglalja azokat a hatékony és fejlett eljárásokat és módszereket, amelyek lehetővé teszik a szennyezés kibocsátás elkerülését, amennyiben ez nem lehetséges akkor a minimalizálást. BAT referencia dokumentum (BREF) már publikált az EU által, ami megadja azokat a speciális technikákat, amelyek a környezeti problémák megoldására irányulnak. Az alkalmazott és bevezetésre kerülő mérnöki technológiák értékelését több szempont figyelembevételével célszerű elvégeznünk. A többletanyag-többletkritériumos módszerek segíthetnek abban, hogy a technológiai alternatívák közötti választáskor a műszaki és gazdasági feltételek változásait

párhuzamosan vehessük figyelembe. A többkritériumos elemzési módszerek abban is segíthetnek, hogy a gazdasági-műszaki feltételek változásának hatásait Leontief-i értelemben vizsgáljuk meg az egyes technológiai lehetőségek közötti mérlegelésnél. Egy többtényezős hatásértékelési és környezetmenedzsment módszerekkel kiegészült döntéstámogató modell segítségével egy új és eredményesen alkalmazható megoldási irányvonal adható meg a környezetvédelem egyes területein. Az értékelni kívánt mérnöki technológiák döntéstámogató-értékelési rendszerének aspektusai elsősorban a környezeti, az energetikai-technológiai aspektusok és az ökonómiai aspektusok. Környezetvédelmi innováció által a vállalatok versenyképessége, környezeti menedzsmentje és környezeti vállalati stratégiája fejleszthető. Az ipari környezetvédelmi kutatási területek folyamatos bővítést igényelnek, amelynek eredményei nagymértékben hozzájárulnak az ipari környezetvédelem szakterületének további fejlesztéséhez. Az ipari környezetvédelem kutatási eredményei az ipar teljesebb elkötelezettségét jelenthetik az egészség és a környezetvédelem mellett, amelynek haszonélvezői elsősorban az európai polgárok, a vegyipar, a mezőgazdaság, a közlekedés és a kereskedelem. További haszonélvezők azok a hatóságok, szolgáltatók, ipari vállalkozások, területek, amelyeket az iparba integrált környezetvédelem és a környezetvédelmi jogszabályok által diktált kötelezettségek érintenek. Nem utolsósorban környezetünk, környezeti biztonságunk, egészségünk és életünk.

6. Köszönetnyilvánítás

A kutatói tanulmány a TÁMOP- 4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

7. Irodalom

- [1] Kósi, K., Valkó, L.: *Környezetmenedzsment*. Typotex Kiadó, Budapest, 2008.
- [2] Kerekes S.: *A környezetgazdaságtan alapjai*. Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem Gazdálkodástudományi Kar, Budapest, 1995.
- [3] Mannheim, V.: *Vállalati környezetmenedzsment és rendszereszközei. Környezetvédelmi jogszabályok és nyomtatványok gyűjteménye. Hulladékgazdálkodás-környezetvédelmi termékdíj*. Verlag Dashöfer Szakkönyvtár Kft. 43. aktualizálás. ISSN 1589-7230. Budapest, 2013.
- [4] M. Pehnt: Dynamic life cycle assessment (LCA) of renewable energy technologies. *Renewable Energy* 31 (2006), pp. 55-71.
- [5] Cooper, J.S., Godwin, C. & Hall, E.S.: Modeling process and material alternatives in life cycle assessments. *International Journal of Life Cycle Assessment* 13 (2), pp. 115-123. 2008.
- [6] Bilitewsky, B., Härdtle, G., Marek, K., Weissbach, A. & Boeddicker, H., *Waste Management*. Verlag Springer, Berlin, Germany. 1994.
- [7] Mannheim, V.: *Life Cycle Assessment (LCA) a hulladékgazdálkodásban. Hulladékgazdálkodási Tanácsadó Kézikönyv. 9. rész/ IV. sz. melléklet*. DASHÖFER Szakkönyvtár. Budapest, 48. aktualizálás, 2011. november. pp. 187-198.