

Csomagolóanyagok környezeti hatásvizsgálata

The Environmental Effects of Plastic Packaging Materials

HORVÁTH Anikó¹, STIPTA József²

¹Nyugat-Magyarországi Egyetem, 9400. Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4. Magyarország

²INNO-NATURA Környezetvédelmi és Innovációs Közhasznú Társaság,

9471. Nemeskér, Fő u. 18. Magyarország

sjozsi@freemail.hu

ABSTRACT

The environmental effects of plastic packaging materials are analyzed by Life Cycle Assessment (LCA) method. The life cycle of packaging materials could be followed „From Cradle to Grave” by the application of this method. Nowadays this method has developed, today the environmental effects of recycling have also been taken into consideration on „From Cradle to Cradle” theory.

1. A CSOMAGOLÁS HELYZETE MAGYARORSZÁGON

Magyarországon az élelmiszerek előállításával, tárolásával és forgalmazásával együtt változó csomagolási kultúra három, egymástól elhatárolható szakaszra bontható:

- a házi tárolás kora (a XIX. század közepéig);
- az iparosodás időszaka (a XX. század közepéig);
- a tömeges használat, a mindent becsomagolás időszaka (napjaink).

A csomagolásoknak hagyományosan három funkciót kell teljesíteni: az áru szállíthatóságának, tárolhatóságának a biztosítása; az áru minőségének megőrzése és az áru reklámozása, melyek az egyes szakaszokban eltérő hangsúllyal érvényesültek.

A csomagolóeszközök óriási méretű fejlődése a városiasodásra és a fogyasztási szerkezet nagymértékű átalakulására vezethető vissza. A XX. század középső harmadában két szálon futott a csomagolási technológiák története: egyrészt folytatódott a korábban kialakult csomagolási rendszerek (üveg, konzervdoboz, papír) kiteljesedése és térhódítása, másrészt a vegyipar óriási méretű fejlődése következtében kialakult a műanyag csomagolóeszközök bevezetésének lehetősége.

Napjainkban általános irányzat az újrahasználati és újratöltési rendszerek visszaszorulása. Ez a folyamat az 1988. évtől, a rendszerváltozással bontakozott ki és egyes hullámai összhangban vannak a privatizáció alakulásával. Korábban az újrahasználati rendszereket nem környezetvédelmi, hanem kizárólag gazdasági okokból hozták létre a szocialista hiánygazdaság körülményeire való tekintettel. Napjainkra az újrahasználati rendszerek számos eleme megszűnt vagy arányaiban jelentősen lecsökkent. Helyettük egyutas (egyszer használható, eldobandó) papír-, üveg-, illetve műanyag csomagolások jelentek meg.

2. CSOMAGOLÁSTECHNIKAI FOGALMAK

Amikor a csomagolásról beszélünk, szükséges megkülönböztetni a csomagolóanyagok és a csomagolóeszközök fogalmát. A csomagolóanyag a csomagolásra használt fém, fa, üveg, papír, műanyagfélések összessége; a csomagolóeszközök a csomagolóanyagokból kialakított zárható tasakok, csészék, üreges testek, poharak, dobozok, hordók stb., melyek a csomagolt termékek felhasználását követően hulladékká válnak. [1]

A csomagolóeszköz korlátozott időtartamú felhasználásra szánt termék. A csomagolás alapvető feladata az áru védelme, az áru eljuttatásának megkönnyítése az előállítótól a felhasználóhoz, valamint figyelemkeltő és információközlő szerepe is van. Feladata többnyire megszűnik, amint az áru eljut a végső felhasználóhoz, s általában ekkor hulladékká válik. A háztartásoknál a keletkező települési hulladékok növekvő mennyiségének és a szeméttelpek telítődésének egyik jelentős előidézőjeként joggal említhető a csomagolóipar.

A csomagolások jellegük, a termék életében betöltött szerepük alapján három csoportba sorolhatók:

- szállítási (hordók, ládák, zsákok) és gyűjtőcsomagolások (dobozok, papír- és fóliaburkolatok), amelyeket a szállítás biztonsága érdekében a gyártó és a forgalmazó között használnak;
- fogyasztói csomagolások (poharak, dobozok, palackok), amelyekben a végső felhasználó hazaviszi az árut, és az esetleg felhasználásáig abban is tárolja;
- járulékos csomagolások (fóliák, alátétlapok, díszdobozok), amelyek az önkiszolgáló üzletben való értékesítést segítik vagy reklámot hordoznak.

A csomagolás használatát tekintve lehet eldobható vagy elsősorban a fogyasztási és szállítási csomagolásnál ismételten felhasználható, visszatérő. Szokás ezeket egyutas vagy többutas csomagolásoknak is nevezni.

- *Egyutas (eldobó) csomagolás:* Használat után azonnal a szemétkerébe kerül, így rengeteg nyersanyag, energia, pénz megy veszendőbe, ráadásul a környezetet is terheli (fémdobozos üdítők, műanyagpalackos italok, a fém-műanyag-karton összetételű üdítő- és tejesdobozok /társított csomagolóanyagok/, kiporciózott sajtok, felvágottak csomagolására szolgáló habtálcák, tejfölös-joghurtos műanyagpohárok stb.).
- *Többutas csomagolás:* Ennek tipikus példája a betétes üveg. Az ital 50-60 alkalommal újratölthető palackban van, majd eloregedése esetén anyagában újrahasznosítható.

3. A CSOMAGOLÁS ÉS A KÖRNYEZET VISZONYA

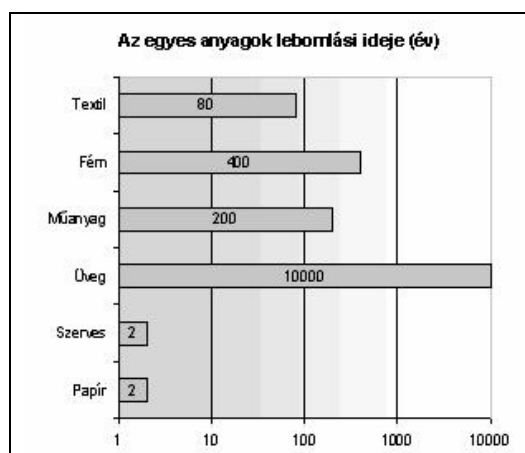
A csomagolás és a környezet viszonyát napjainkban alapvetően a csomagolási hulladék mennyisége és sorsa határozza meg (1. ábra). [2]



1. ábra

A csomagolási hulladékok kezelésének lehetőségei

Minél nagyobb a visszagyűjtött hulladék aránya, és ennek minél nagyobb hányadát viszik vissza az anyagok körforgásába, annál kevésbé terheli a csomagolás a környezetet (2. ábra).



2. ábra

A csomagolóanyagok lebomlási ideje

Az ismételt felhasználás mellett megoldást csak a feleslegessé vált csomagoló anyagok visszagyűjtése és újrahasznosítása hozhat. Ennek három alapvető iránya van:

- energetikai célú hasznosítás, amelynek során a hulladék elégetésével hőt termelnek;
- az ismételt feldolgozás;
- a részleges lebontás után vegyipari alapanyagként való újrahasznosítás.

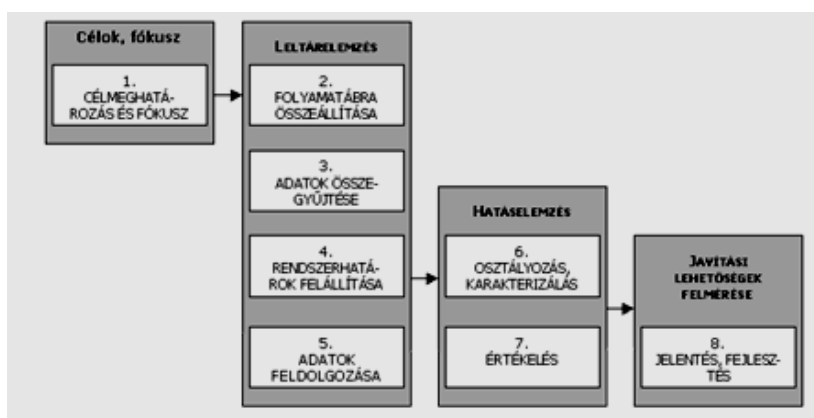
A két utóbbi eljárás azon alapul, hogy a másodlagos hasznosításhoz kevesebb energia szükséges, mint az eredeti nyersanyagokból készülő elsődleges alapanyagok előállításához. [3]

A jövő útja a környezetet legkevésbé terhelő csomagolóanyagok kiválasztása és alkalmazása. A legkedvezőbb csomagolóanyagok kiválasztása az életciklus vizsgálatával történhet. Az életciklus a nyersanyagok kitermelésétől a termék felhasználása után visszamaradó hulladékok végső „sorsáig” terjed. A csomagolóanyagok környezetvédelem oldaláról történő megítélésében a következő szempontokat érvényesíthetjük:

- a csomagolóanyag gyártása a természeti erőforrásokat (pl. energiaforrások, víz, erdő) a lehető legkisebb mértékben vegye igénybe;
- a csomagolóanyag és -eszköz gyártása ne okozzon környezeti terhelést (pl. a műanyagok feldolgozásánál az egészségre ártalmas gázok emissziója, a cellulóz fehérítésénél az elfolyó szulfid-szennylég károsítja a környezetet);
- a csomagolás kialakításánál és a csomagolóanyag megválasztásánál a lehető legtakarékosabb megoldást kövessék;
- a használt csomagolóeszköz legyen ismételtlen felhasználható (öblös konzervüveg), vagy anyagában újra hasznosítható, recikálható (ilyen az „újrapapír”, vagy a PE hulladékból készülő rakodólap, virágtartó);
- ha az újrahasznosítás nem megoldható, a csomagolás anyaga legyen káros emissziók nélkül elégethető (pl. egyes műanyagok) vagy komposztálható (pl. természetes szálas anyagok).

4. AZ LCA-MÓDSZER ALKALMAZÁSA CSOMAGOLÓANYAGOK KÖRNYEZETI HATÁSAINAK ÖSSZEHASONLÍTÁSÁRA

Az életciklus-elemzés (Life Cycle Assessment, angol rövidítéssel LCA) célja, hogy számszerűsített információt nyújtson a környezetkímélő terméktervezéshez, -fejlesztéshez, -címkezéshez, összehasonlító elemzéshez, vagy vásárlási döntéshez. Alapja a termék életciklusa a nyersanyagok kitermelésétől a hulladékok ártalmatlanításáig, illetve ennek kiválasztott, lényeges elemei. Ezt termék rendszernek nevezzük, lehatárolása az első fő lépés. Ezután következik a teljes anyag- és energiamérlegek felállítása a kiválasztott folyamatokra, majd az információ összesítése és értékelése (3. ábra). Az ISO 14040-es szabványcsalád foglalkozik az életciklus-elemzés részleteivel.



3. ábra
Az életciklus-elemzés lépései

A folyamatábra, valamint az anyag- és energiamérlegek felállítása után néhány lépésben olyan lista készíthető, ami a termék minden értékelt folyamatának összesített be- és kimeneti anyagáramait tartalmazza. A kilogrammban, joule-ban, köbméterben megjelenő mennyiségek (az ISO 14001 szóhasználatával élve: környezeti tényezők) csak akkor összehasonlíthatók egymással, ha azokat átszámítják környezeti problémákká (az

ISO 14001 szóhasználatával élve: környezeti hatásokká). Összesen tíz globális környezeti probléma került meghatározásra, az 1. táblázat szerinti mértékegységekkel. Az egyes vegyületek hozzájárulását a környezeti problémákhoz ekvivalencia arányszámokkal határozhatók meg.

A környezetvédelem globális problémái

1. táblázat

Környezeti probléma	Mértékegység, viszonyítási alap
Nem megújuló erőforrások kimerülése	teljes készlet a világon
Energiaforrások kimerülése	MJ/kg vagy MJ/m ³
Globális felmelegedés	szén-dioxid egyenérték (1 kg CO ₂ üvegház hatása)
Fotokémiai oxidáció	etilén egyenérték (1 kg etilén hatása)
Savasodás	kén-dioxid egyenérték (1 kg SO ₂ hatása)
Emberi toxikusság	az a testsúly, ami képes károsodás nélkül elviselni 1 kg anyagnak az expozícióját
Ökotoxikusság, víz	az a vízmennyiség, amelyet 1 kg anyag kritikus szintre szennyez
Ökotoxikusság, talajbeli	azon talajmennyiség, amelyet 1 kg anyag kritikus szintre szennyez
Tápanyagfeldúsulás	foszfát egyenérték (1 kg foszfát hatása)
Ózonfogyás	CFC-11 egyenérték (1 kg CFC-11 hatása)

4.1. Az üveg és PET csomagolóanyagok környezeti hatásainak összehasonlítása

Kutatók az ásványvíz-csomagolások közül a visszaváltható üveg- és az eldobható PET-palackok életciklusát vizsgálták LCA-módszerrel. A vizsgálat során két italcsomagolást: 0,7 literes visszaváltható, zöld üveget és 1,5 literes, egyszer használatos PET-palackot hasonlítottak össze.

Az üveg és a PET összehasonlítása

2. táblázat

Környezeti hatás	Üveg				PET (egyutas)	
	40 x	20 x	1 x	égetés	lerakás	újrahasznosítás
Energiafelhasználás	362	441	1699	411	573	609
Fafelhasználás	23	23	31	13	13	13
Hozzájárulás a globális felmelegedéshez	853	879	1222	2124	1483	1735
Hozzájárulás a savas esőkhöz	11	14	45	58	58	62
Élőlényekre káros légszennyezés	555	739	2375	3100	3100	3100
Teljes káros vízszennyezés	0,8	0,79	0,06	0,18	0,18	0,28
Szilárd hulladék	58	72	6660	119	399	159
Teljes negatív hatás (TNI)	1863	2169	12032	5825	5626	5678
Arányszám	1	1,16	6,46	3,13	3,02	3,05

A vizsgálat foglalkozik azzal a kérdéssel is, hogy az üvegek többszöri mosása nem jobban környezetkárosító, mint az eldobható palackot használata. A technológia szerint a mosáshoz lúgot és e lúg mennyiségének tizedét kitevő egyéb tisztítószerrel használnak, a szennyvizet pedig tisztítóművön keresztül engedik át az élővízbe.

A 2. táblázat a vizsgálat összefoglaló eredményeit mutatja be: látható, hogy a vizek szennyezése ugyan az üvegnél jelentősebb, mint a PET esetében, ugyanakkor az összes többi környezeti hatás nagyságrendekkel nagyobb mértékben határozza meg az életciklus teljes szennyezését. (A táblázat dimenziómentes számokat tartalmaz, bár megfeleltethetőek az egyes mértékegységeknek; például az energia MJ-ban, a fa kg-ban, a szilárd hulladék kg-ban került feltüntetésre.)

4.2. Az üveg és PET csomagolóanyagok energiaszükségletének összehasonlítása

Az életciklus elemzés tárgya az üvegpalackok környezetterhelésének kiszámítása az energiafelhasználás területén (szén-dioxid kibocsátás). Az elemzés időbeni határa teljes életciklus elemzés, melynek során nem veszik figyelembe a töltőanyag gyártását, valamint nem vizsgálják az újrahasznosítás lehetőségét sem. A felhasznált adatok 1 darab 0,6 kg tömegű palackra vonatkoznak. Leltárelemzés készítésével meghatározható az

üvegpalack-használat energiaszükséglete (3. táblázat). A 0,6 kg tömegű, 1 liter térfogatú üvegpalack teljes életciklusa alatti CO₂ kibocsátás értékét a 4. táblázat szemlélteti.

Az üvegpalackok használatának energiaszükséglete

3. táblázat

Anyag /folyamat	Mennyiség (kg)	Villamos energia (MJ)	Olaj (MJ)	Gáz (MJ)	Koks (MJ)	Összesen (MJ)
NaCl	0,162	0,0438	0,1608			0,2046
Na ₂ CO ₃	0,144	0,4770	1,131		0,7092	2,3172
SiO ₂	0,372	0,0822	0,0372			0,1194
CaCO ₃	0,102	0,0258	0,324			0,3498
szállítás			0,258			0,258
palackgyártás		2,784	3,0	2,934		8,718
elosztás és töltés		0,01	0,503			0,513
ártalmatlanítás			0,320			0,320
Teljes életciklus	0,780	3,4228	5,734	2,934	0,7092	12,80

Az üvegpalackok használata során felszabaduló szén-dioxid mennyisége

4. táblázat

Folyamat	CO ₂ kibocsátás (kg)
üvegyártás	0,053
szállítás	0,01
palackgyártás	0,893
töltés és elosztás	0,038
ártalmatlanítás	0,014
Teljes életciklus	1,016

A PET-palackok használatának energiaszükséglete

5. táblázat

Anyag/folyamat	Mennyiség (kg)	Villamos energia (MJ)	Olaj (MJ)	Összesen (MJ)
dimetilbenzol-1, 4-dikarbonát	0,865	41,55	45,51	87,06
(tereftálsav) etán-1,2-diol	0,484	5,87	19,62	25,49
(etilén-glikol)előkészítés a PET-hez		3,77	5,98	9,75
az összes PET-hez felhasznált	1,000	51,19	71,11	122,30
előkészítés a palackhoz		13,88		13,88
palackok előállítás	1,000	65,07	71,11	136,18
elosztás és töltés	1,0	0,2	5,4	5,6
ártalmatlanítás	1,0		- 3,8	- 0,2
Teljes életciklus	1,0	65,2	72,8	141,6

Hasonló elemzés készíthető a nem visszaváltható PET-palackok környezetterhelésének kiszámítására az energiafelhasználás területén. A felhasznált adatok 1 kg palacktömegre vonatkoznak (20 darab 1 literes nem visszaváltható PET-palack). Leltárelemzés készítésével meghatározható a PET-palack használatának energiaszükséglete (5. táblázat). Az 1 kg, összesen 20 liter térfogatú PET-palack teljes életciklusa alatti CO₂ kibocsátás értékét a 6. táblázat szemlélteti.

A PET-palackok használata során felszabaduló szén-dioxid mennyisége

6. táblázat

Folyamat	CO ₂ kibocsátás (kg)
palackgyártás	10,06
töltés és elosztás	0,38
ártalmatlanítás	- 0,28
Teljes életciklus	10,16

4.3. Az üveg- és a PET-palack környezetterhelésének vizsgálata

Tényleges összehasonlítási alapot az jelent, ha azonos térfogatelemlere (1 liter) vonatkoztatott adatokat helyezik egymás mellé. Az egyszer használatos üveg- és PET-palackok mellett a visszaváltható üvegpalackok életciklusa során felhasznált energia mennyiségét, illetve az ennek eredményeképpen kibocsátott szén-dioxid mennyiségét szemlélteti a 7. táblázat.

Típus (1 liter töltő térfogatra vonatkoztatva)	Energia (MJ)	CO ₂ -kibocsátás (kg)
PET-palack (nem visszaváltható)	7,08	0,508
Üvegpalack (nem visszaváltható)	12,82	1,02
PET-palack (visszaváltható, tízszeri használat esetén)	1,856	0,119
Üvegpalack (visszaváltható, tízszeri használat esetén)	2,43	0,17

A fentiekből látható, hogy a nem visszaváltható PET-palackok életciklusa jóval kevesebb energiafelhasználással jár, mint a nem visszaváltható üvegpalackoké; ezáltal a kibocsátott szén-dioxid mennyisége is jóval kisebb. Az üvegpalack tízszeri használatával járó többlet energia igény 11,48 MJ, a többlet CO₂-kibocsátás pedig 0,68 kg. Feltételezve, hogy mindkét csomagolóeszköz szállítása, tisztítása, töltése ugyanakora energia igényel és szén-dioxid kibocsátással jár, a PET-palack tízszeri használat után lényegesen kedvezőbbnek tűnik a vizsgált szempontok alapján. (És ekkor még nem lett figyelembe véve, hogy egy darab PET-palack lényegesen könnyebb tömegű, mint egy ugyanolyan térfogatú üveg. Anyagszükséglet, szállított tömeg, törékenység, stb. további szempontok lehetnek a kiválasztásban.)

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az életciklus-elemzés olyan korszerű, a környezeti hatásokat összegző vizsgálati módszer, amely alkalmas két vagy több termék összehasonlítására. A „Bölcsőtől a sírig” elv alapján a teljes életciklus, míg a „Bölcsőtől a bölcsőig” elv alapján a hulladék újrahasznosítás környezeti hatásai is megjelennek.

Az életciklus-elemzés akkor tekinthető objektív értékelési módszernek, ha a „bölcső” meghatározása kellő körültekintéssel történik. A „sír” ugyanakkor lehet egy új termék „bölcsője” is.

Napjainkban a környezeti értékek, erőforrások még nem kaptak valós értéket. Ezért fordulhat elő, mint a fentiekben bemutatott példa is igazolja, hogy a véges fosszilis készletekből előállított PET palack használata környezeti (és gazdasági) szempontból is kedvezőbb az üveg felhasználásánál.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Farkas, F. (2000): A műanyagok és a környezet. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- [2] Kerényi A. (1998): Általános környezetvédelem. Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged.
- [3] Vermes, L. (1988): Hulladékgazdálkodás, hulladékhasznosítás. Mezőgazda Kiadó, Budapest.