

## **Íme az öt műanyag, aminek a legtöbb hulladékot köszönhetjük**

„[...] Az emberiség 2015-ig 8,3 milliárd tonna műanyagot állított elő, és 6,3 milliárd tonna műanyag hulladékot termelt, ami több mint három balatonnyi víz tömegének felel meg. Ennek csupán 9 százalékát hasznosították újra, míg 79 százaléka, azaz 5 milliárd tonna a környezetben vagy szeméttelpeken végezte, és ez 2050-ig 12 milliárd tonnára nőhet [...]. A szakértők szerint 2015-ben például 407 millió tonna műanyagot gyártottak, és 302 millió tonna műanyag hulladék keletkezett. A létrejött hulladék közel felét, 142 millió tonnát a csomagolóanyagok tették ki, ami csak egy év alatt 23,6 gízai nagy piramis tömegével egyenlő szemetet jelent. Ez nemcsak a szárazföldeken okoz problémát, hanem a Föld óceánjaiban is, amelyeken öt nagy szemétszigetet tereltek össze a tengeráramlások. [...]

A lista első helyén: a kis sűrűségű polietilén (LDPE) Az elsősorban csomagolóanyagok, fóliák, zacskók és flakonok előállítására használt kis sűrűségű polietilénből (LDPE) 57 millió tonna hulladék keletkezett 2015-ben.[...] Az LDPE műanyagok általában újrahasznosíthatók, de el kell hozzá őket különíteni a keményebb műanyagoktól.

A második: a polipropilén (PP) Az élelmiszerdobozokhoz, kupakokhoz, csővezetékrendszerekhez, bútorokhoz, orvosi és laboratóriumi eszközökhöz, valamint kötelekhez és textilekhez alkalmazott polipropilén az LDPE-nél némileg kevesebb, 55 millió tonna hulladékot tett ki 2015-ben. A polipropilén a polietilénhez hasonló, hőre lágyuló műanyag, ugyanakkor merevebb nála, és ellenállóbb a magasabb hőmérséklettel szemben. A propénmolekulákból álló polimer elvben jól újrahasznosítható lenne, de ezt limitálja az összegyűjtésének nehézsége, valamint a szennyezőanyagok összekeveredése a színezőanyagokkal.

A bronzérmes trió: a poliészter-, poliamid-, akrilszálak (PP&A szálak) A poliészterből, poliamidból és akrilból készült szintetikus szálanyagok [...] együttesen 42 millió tonna hulladékot adtak ki 2015-ben. A PET palackokhoz is használt poliészter a leggyakrabban előforduló szintetikus szálanyag, amit önmagában vagy természetes szálanyagokkal együtt alkalmaznak ellenállóképessége, és nedvességállósága miatt. A poliamid legismertebb formája a nejlon, ami harisnyákon és más ruházaton kívül fogkefékben, vagy autók légzsákjaiban is előfordul. Az akrilszálakat a múlt század közepe óta használják puha és hajlékony jellegük, valamint hőtartó képességük miatt kötött ruhákban, például pulóverekben, valamint takarókban. Miközben a textilhulladék mennyisége 2030- ra elérheti a 134 millió tonnát, a szintetikus szálanyagok újrahasznosítása még gyerekcipőben jár. De az ezt lehetővé tevő kémiai technológiákkal már kutatócsoportok, valamint startupok is kísérleteznek.

Büszke negyedik: a nagy sűrűségű polietilén (HDPE) A nagy sűrűségű polietilénnel (HDPE) élelmiszer-tárolók, vegyszeres flakonok, tartályok és csövek mellett burkolatok formájában kültéri alkalmazásokban is találkozhatunk. A kis sűrűségű polietilénhez (LDPE) képest az anyag nagyobb szakítószilárdságú, jobban ellenáll különböző oldószereknek és magasabb hőmérsékletnek. A különbségek a polimerek eltérő szerkezetére vezethetők vissza, a HDPE polimer szálai ugyanis az LDPE-énél jóval kevésbé elágazók. Annak ellenére, hogy a nagy sűrűségű polietilén nagyon jól újrahasznosítható, a műanyagnak Európában csak 10–15 százaléka jut erre a sorsra, mivel előtte az LDPE-khez hasonlóan el kell különíteni a keményebb műanyagoktól.

A top 5-öt zárja: a polietilén-tereftalát (PET) A polietilén-tereftalát (PET) egy könnyű, nagyon erős, tág hőtűrőképességű poliészter műanyag, ami átlátszóvá tehető, és alig engedi át a gázokat, így kiváló alapanyagot képez palackok gyártásához. 2015-ben a PET palackokból 32 millió tonna hulladék keletkezett, ami listánk utolsó helyére elegendő. A PET palackok, ha megfelelően gyűjtik össze őket, kiválóan újrahasznosíthatók. Egyes országokban, például Svájcban a palackok több mint 80 százalékát, vagyis évente 1,3 milliárd darabot hasznosítanak újra, míg az Egyesült Államokban ez az érték 2018-ban csupán 28 százalék körül alakult.

Mi a megoldás?

Az ENSZ Környezetvédelmi Programja (UNEP) 2020-ban két jelentésben foglalta össze az addigi kutatásokat az egyszer használatos műanyag zacskók és alternatíváik, valamint a PET palackok és az azokat kiváltó megoldások életciklusuk alatti környezeti hatásairól. Előbbiben arra jutottak, hogy az egyszer használatos műanyagok elsősorban a miattuk keletkező, szemételepekre vagy az óceánokba kerülő hulladék, valamint a mikroműanyag-szennyezés miatt károsak, miközben a velük járó üvegházhatásúgáz-kibocsátás viszonylag mérsékelt lehet. Ehhez képest az ezeket kiváltó, lényegesen kevesebb szeméttel járó megoldások éghajlatváltozási szempontból nagyobb terhelést jelenthetnek. A jelentés szerint az újrahasználatos műanyag zacskók 5–20, míg a pamut bevásárló táskák 50–150 használat után felelnek meg az egyszer használatos műanyagoknak a klímaváltozás szempontjából. Emiatt a környezeti terhelés csökkentésének a kulcsa a többszöri felhasználás elősegítése és népszerűsítése, valamint a szeméttelés mértékének csökkentése.

A PET palackok esetén már az újrahasznosítás is sokat tud segíteni éghajlatváltozási szempontból. Ha annak mértékét 24 százalékról 60 százalékra növelik, az 50 százalékkal képes csökkenteni az előállításukkal járó üvegházhatású gázok kibocsátását. A PET palackokat potenciálisan helyettesítő alumíniumdobozok, üveg- és fémpalackok esetén a jelentés szerint részben a felhasznált anyagoktól, illetve a zacskókhöz hasonlóan az újrafelhasználás mértékétől függ az, hogy mennyire pozitív a különböző helyettesítő megoldások környezeti hatása. A feladat bázisszövege az eredeti forrásszöveg rövidítésével, de az eredeti szöveg integritásának megtartása mellett jött létre.

Az eredeti szöveg forrása: <https://qubit.hu/2023/09/07/ime-az-ot-muanyag-aminek-a-legtobb-hulladekotkoszonhetjuk>

a) A 2015-ben keletkező műanyag hulladék 75 %-a származott a cikkben felsorolt műanyagokból. Mekkora volt ebből a HDPE hulladék tömege?

b) Adja meg annak a műanyagnak a „helyezési” sorszámát, amelyből a kevésbé fejlett technológia miatt legkevésé tudnak újrahasznosítani!

c) A szövegben szereplő műanyagok közül írjon 2-2 példát a következőkre! (A konkrét műanyag nevével vagy rövidítésével válaszoljon!)

- Polimerizációs műanyag: .....

- Hőre lágyuló műanyag: .....

- Polikondenzációs műanyag: .....

d) A leggyakoribb szálanyagoknak, a terilénnek ugyanazok a monomerjei, mint a PETpalack gyártásához szükséges műanyagoknak. Nevezze meg a monomereket!

e) Írja fel a PP gyártásának (monomerjéből történő előállításának) reakcióegyenletét!

f) Írjon három olyan tulajdonságot (jellemzőt), amelyekben a HDPE eltér az LDPE műanyagtól!

g) Manapság egyre többen választják az egyszer használatos műanyag zacskó helyett az újra felhasználhatót. Miért nem egyértelmű, hogy ez kevésbé terheli a környezetet?

(2024. május)

**Megoldás:** (10 pont)

a)  $[302 \cdot 0,75 - (32 + 42 + 55 + 57)] \cdot 10^6 = 40,5 \cdot 10^6$  tonna *1 pont*

b) 3. (bronzérmes) *1 pont*

c) *Soranként két helyes példa megadása:*

Polimerizációs: PP, LDPE, HDPE (vagy: polietilén), akrilszál *1 pont*

Hőre lágyuló: PP, LDPE, HDPE (vagy: polietilén), PET, nejlon, akrilszál *1 pont*

Polikondenzációs: PET, nejlon *1 pont*

d) Tereftálsav, glikol (*tudományos név is elfogadható*) (együtt:) *1 pont*

e)  $n \text{ CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 \rightarrow (-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-)_n$  *1 pont*

f) *Három helyes példa megadása:* *2 pont*

*(Két helyes példa megadása 1 pont)*

A HDPE pl.

- nagyobb sűrűségű,
- nagyobb szakítószilárdságú,
- jobban ellenáll az oldószereknek,
- jobban ellenáll a hőmérsékletnek,
- a polimer szálak kevésbé elágazók,
- jobb az újrahasznosíthatósága.

g) pl. Az újra felhasználható műanyag zacskók éghajlatváltozás szempontjából nagyobb terhelést jelenthetnek. (Nagyobb a gyártásukhoz kapcsolódó üvegházgáz-kibocsátás.) *1 pont*