

## A műanyag hulladék nem szemét, hanem értékes forrás

A műanyag hulladék egy csekély részét ma a fejlett országokban újra műanyagként dolgozzák fel, de igen nagy – elsősorban az anyagában újra nem feldolgozható – része a szemétklerakókba kerül. Pedig ezeket alapanyagaikra lebontva hasznosítani lehetne. Az USA-ban pl. pirolízissel műanyagokból dízelolajat gyárthatnának. A PET viszonylag nagy hányadát visszaforgatják a gyártásba, de nem minden használt PET-ből készítenek élelmiszerek csomagolására alkalmas regranulátumot. Egy kanadai feltaláló depolimerizálást követő repolimerizálásával képes akár az óceánokból kihalászott PET szemétből is kiváló, élelmiszeripari polimert készíteni.

*Tárgyszavak: műanyag hulladék; hasznosítás; hulladéklerakás; pirolízis; dízelolaj; PET; depolimerizálás; repolimerizálás.*

### Műanyag hulladékból üzemanyag

Az USA-ban egyre több műanyag hulladékot forgatnak vissza a gyártásba, de többsége ennek ellenére a szemétklerakókba kerül. Pedig az ilyen „szemét” irtatlan mennyiségű energiát tartalmaz, amelynek felhasználása jól érzékelhetően javítaná az ország energiahatékonyságát.

A New York-i Columbia Egyetemen *kiszámították, hogy ha az USA-ban az anyagában újra fel nem dolgozott műanyag hulladék energiatartalmát felhasználnák, ezzel évente 5,7 millió háztartás energiaigényét tudnák kielégíteni.* Ha nemcsak a műanyagok, hanem a háztartási szemétben megjelenő összes szilárd anyagból visszanyernék az energiát, évente 14 millió háztartást tudnának ezzel ellátni. Ehelyett eltemetik ezt a dús energiaforrást.

Vannak ugyan olyan helyek, ahol elégetik a szemetet, a belőle kinyert villamos energia kb. 2 millió háztartásba jut el. Az így hasznosított hulladékot az összes „szemét” kb. 12%-ára becsülik. Más országok jóval előbbre járnak. *Németországban pl. a műanyag hulladék anyagának visszaforgatása és a maradék energiatartalmának kinyerése után a szemétklerakókba legfeljebb 1%-a kerül.*

Az újrafeldolgozásra alkalmatlan műanyag hulladék hasznosítására többféle eljárással kísérleteznek, közülük ígéretes eljárásnak tűnik a termikus bontás (pirolízis), amellyel üzemanyagot, de a vegyiparban hasznosítható különféle alapanyagokat is elő lehet állítani. A dízelüzemű gépkocsik üzemanyaggal való ellátása tűnik a legkönnyebben járható útnak. Ennek lépései a következők lehetnek:

- a műanyag hulladék újrafeldolgozható részének elkülönítése után a maradékot a pirolizáló üzemekbe szállítják,

- itt a hulladékot oxigénmentes körülmények között hevítik, ahol megömlés után elgázosítják,
- a gázokat lehűtik, kondenzálják, kémiai felépítésük szerint szétválasztják. Így értékes szerves anyagokat kapnak, pl. gépkocsikban dízelolajként használható üzemanyagot.

Becslések szerint ezzel a technológiával az USA-ban évente 9 millió gépkocsit lehetne üzemanyaggal ellátni. Felmerülhet azonban a kérdés, hogy milyen hatása lenne a technológiának az alkalmazása a környezetre a dízelolaj hagyományos előállításához viszonyítva. Ennek az USA Energiaügyi Minisztériumának Argonne National Laboratóriuma (ANL) járt utána. Az ANL GREET adatbázisában (Greenhouse gases, Regulated Emissions and Energy use in Transportation) az üzemanyagok kb. 100-féle változatának környezeti hatásairól találhatók adatok. Az adatbázist az USA „Megújuló üzemanyagok” programjának keretében készítették el és a Környezetvédelmi Ügynökség rendelkezésére bocsátották.

Az adatok birtokában megállapították, hogy a vissza nem forgatható műanyag-hulladékból pirolízissel előállított dízelolaj gyártása a kőolajból kinyert dízelolajhoz képest 14%-kal kevesebb üvegházhatású gáz kibocsátásával jár; 58%-kal kevesebb vizet igényel és 96%-kal kevesebb hagyományos energiát fogyaszt. A kutatók szakértők által értékelt elemzésüket a Fuel című szaklap 2017. ápr. 4.-i számában publikálták. Ennek alapján egyértelművé vált, hogy a pirolízises technológiával nemcsak a szemétkerakók terhelését lehet csökkenteni, hanem a levegőbe kerülő káros gázok mennyiségét, ill. a víz- és energiafelhasználást is.

De hiába bizonyította be az ANL elemzése, hogy a pirolízis értékteremtő módja a műanyag-hulladék hasznosításának, a döntéshozók számos államban egyszerűen „szemétegetőnek”, „szemét-megsemmisítőnek” tartják a pirolizáló üzemeket, és gyakran rendelkezésekkel gátolják ilyenek telepítését. Pedig a műanyagból üzemanyagot készítő üzemek egyszerűen olyan ipari létesítmények, amelyekben piacképes terméket állítanak elő arra alkalmas alapanyagból. Az elavult rendeletek felfüggesztésével ország-szerte megszabadulhatnának a települések a szemétkerakók növekedésétől.

Szerencsére vannak olyan államok, amelyek jó irányba haladnak. Floridában 2017 májusában olyan rendeletet hoztak, amely szerint a műanyagból üzemanyagot előállító üzemeket meg kell különböztetni a szimpla szemétegetőktől. A döntéshozók ezzel hozzá akartak járulni ahhoz, hogy Florida elérje a műanyagok célul kitűzött 75%-os újrahasznosítását, egyúttal azt remélik, hogy a vissza nem forgatható műanyagból előállított üzemanyag évente több mint 500 000 gépkocsi tankolására lesz elegendő.

## **Használt PET-ből depolimerizálással kapott kifogástalan minőségű „szűz” PET**

Azért a hulladékhasznosítás legkívánatosabb módja az anyag visszaforgatása a gyártásba. A PET erre különösen alkalmas, mert elsősorban csomagolóeszközöket (főleg palackokat), azaz rövid idejű felhasználásra szánt termékeket készítenek belőle

(anyaguk tehát nem használódik el); ezeket igen nagy számban forgalmazzák, ezért viszonylag könnyű visszagyűjteni őket. Nem véletlen, hogy ennek a műanyagfajtának a visszaforgatása ma már ipari méretekben folyik.

A visszaforgatás módja eleinte a hulladék megömlesztése és újrafeldolgozása volt. Az ömledék megtisztítása és a polimermolekulák bizonyos mértékű leépülése miatt a regranulátumokból nem készítettek ismét élelmiszeripari csomagolóeszközöket, de pl. a belőle gyártott szálak nagyon jól beváltak sportruhák hőszigetelő rétegeként.

A célkitűzés azonban az volt, hogy PET palackból ismét PET palackot lehessen gyártani. Többen próbálkoztak azzal, hogy a PET-et monomerjeire bontsák, és ezekből készítsenek ismét műanyagot.

A kanadai Loop Industries (Terrebonne) egy ilyen eljárást ma már ipari méretekben alkalmaz. Számos más technológiához hasonlóan, ez is egy garázsban kezdődött. Három évvel később az itt kidolgozott eljárással készített granulátum minősége semmiben nem különbözött a hagyományos módon gyártott „szűz” granulátumétól. Az eljárásban a használt PET-et depolimerizálással alkotóelemeire bontják, eltávolítják belőlük a szennyező anyagokat (színezéket, adalékot, élelmiszer-maradékot). A polimert az alkotóelemekből építik újra. Ebből élelmiszerek csomagolására alkalmas palackokat, tálcákat és más eszközöket is lehet készíteni.

A technológia feltalálója korábban egy szemétlerakó terület-újrahasznosításában vett részt, és ott döbönt rá arra, hogy sok ezer tonna műanyag van eltemetve a föld alatt. Egy vegyésszel szövetkezve kezdtek vizsgálni a hulladék hasznosítását. Miután megvolt a technológia és felmérték annak piaci lehetőségeit is, 2015-ben megalapították a vállalatot. Montrealban egy kísérleti üzemet létesítettek 30 alkalmazottal, majd a folyamatos depolimerizációs eljárás szükséges finomítása után felkészültek az ipari méretű gyártórendszer megvalósítására.

Alapanyagként kipróbálták a PET hulladék mindenféle színű fajtáját és formáját, ebben voltak használt ruhadarabok, palackok és élelmiszer-csomagolóhoz használt tálcák. A hő- és nyomásmentes depolimerizációs technológiával mind tökéletesen lebomlottak a PET két monomerjére: dimetil-tereftalátra (DMT) és monoetilén-glikolra (MEG). A szennyeződésektől megtisztított monomerek repolimerizálásával kapott PET tökéletesen kielégítette az USA Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Ügynökségének, az FDA-nak a követelményeit, és alkalmasnak nyilvánították élelmiszeripari csomagolóeszközök gyártására.

2018 nyarán a Loop cég bemutatta 2. generációs depolimerizációs technológiáját, amely a korábbi változathoz képest egyszerűbb, jobb hatásfokú, és egyáltalán nem igényel vizet.

A cég nagy ívű terveiben az szerepel, hogy feldolgozóüzemeit nagyvárosok közelében építi fel, ahol sok alapanyag (PET hulladék) képződik, és ahol van felhasználó (palackgyártó). Ezek az üzemek bármilyen PET hulladékot átvesznek – akár az óceánokból kihalászott, naptól és sós víztől degradálódott polimert is – és tökéletes új PET-et gyártanak belőle.

A Loop cég a kezdetektől kezdve igyekezett kiépíteni a saját piacát. 2018-ban stratégiai szerződést kötött az ásványvizet forgalmazó Evian céggel, és azt szorgal-

mazza, hogy 2025 után már csak 100% hulladékból visszanyert PET palackokba töltsék ezeket. De meg akarja nyerni a L'Oreal céget is, hogy kozmetikai készítményeit ilyen PET csomagolóeszközökben forgalmazza. A Pepsi Co. érdekkörébe tartozó Gatorade cégnek pedig felajánlotta, hogy *Gx* márkanévű izotóniás sportitala mellé ingyen borítékot mellékel, amelyben a palack visszaküldhető a Loop céghez.

Összeállította: Pál Károlyné

An analysis reveals the benefits of plastic-to-fuel conversion = *Plastics Engineering*, 73. k. 7. sz. 2017. p. 72–73.

Caliendo, H.: Process 'upcycles' waste plastics to virgin-quality PET =

<https://www.ptonline.com/articles/process-upcycles-waste-plastics-to-virgin-quality-pet>