

Újrahasznosítás mindenáron?

A körforgásos gazdaság rejtett kockázatai a műanyagiparban.

Molnár Béla

2026. 04. 16.

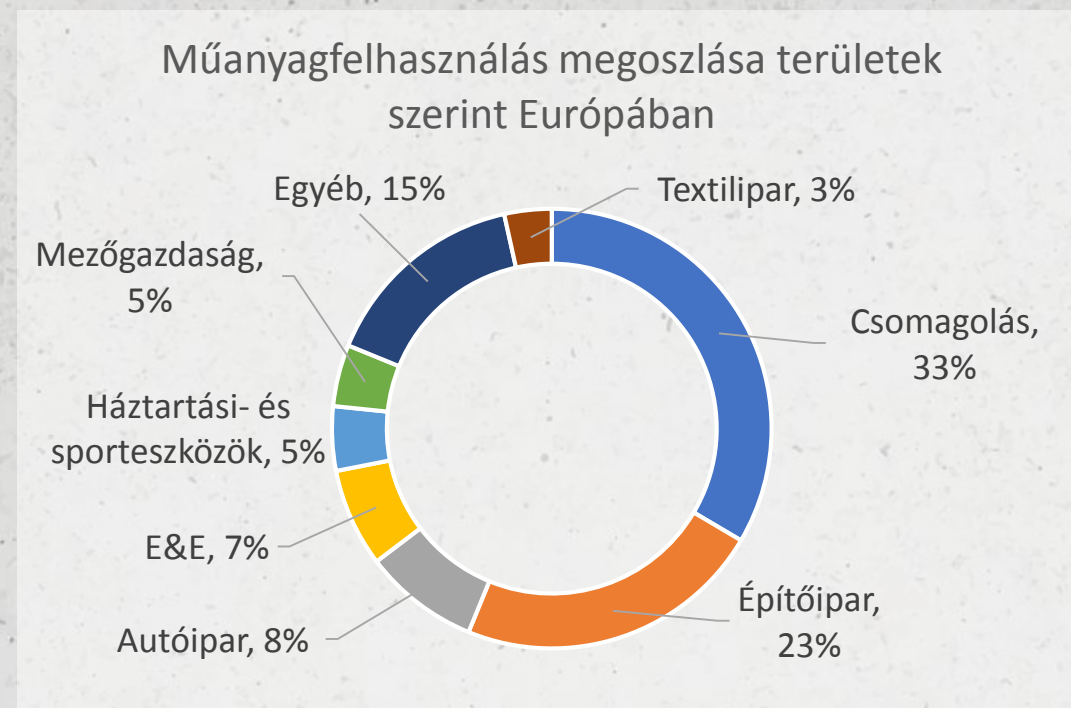
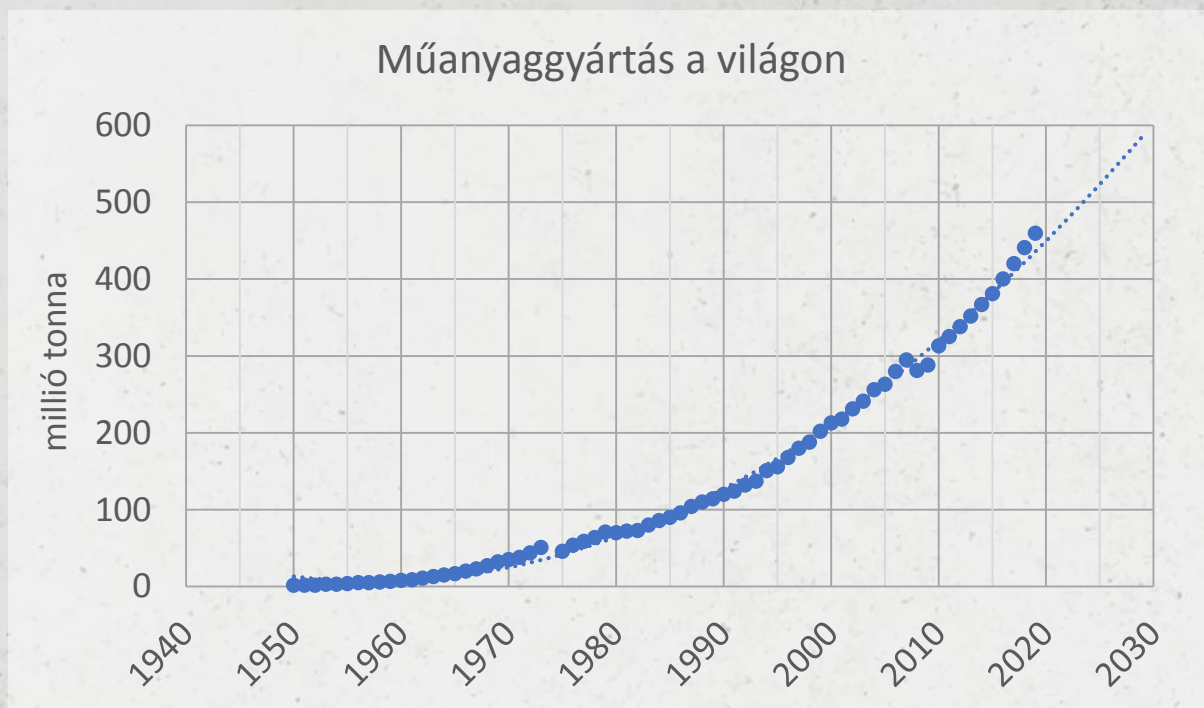
Imsys Kft. Anyagvizsgáló Laboratórium

- Akkreditált anyagvizsgáló laboratórium 2017 óta
- Műanyagipari és környezetállósági vizsgálatok
 - Mechanika (húzás, hajlítás, ütés, DMA, egyedi vizsgálatok)
 - Reológia (oldat- és ömledékviszkozitás, folyásindex)
 - Anyagszerkezettan (DSC, TGA, FTIR)
 - Mikroszkópia (optikai és elektronmikroszkóp)
 - Éghetőség, lángállóság (UL94)
 - Környezetállóság (klíma, sópermet, xenon)
- 5 alkalmazott, hallgatók és gyakornokok (KDP program)
- Pályázatok, kutatások, tudományos munkák

Tartalom

- Műanyagipar, műanyag felhasználás
- Hulladék, hulladékkezelés
- Körforgásos gazdaság
- Műanyag-újrahasznosítás és kihívásai
- Példák
- Konklúzió

Műanyagfelhasználás

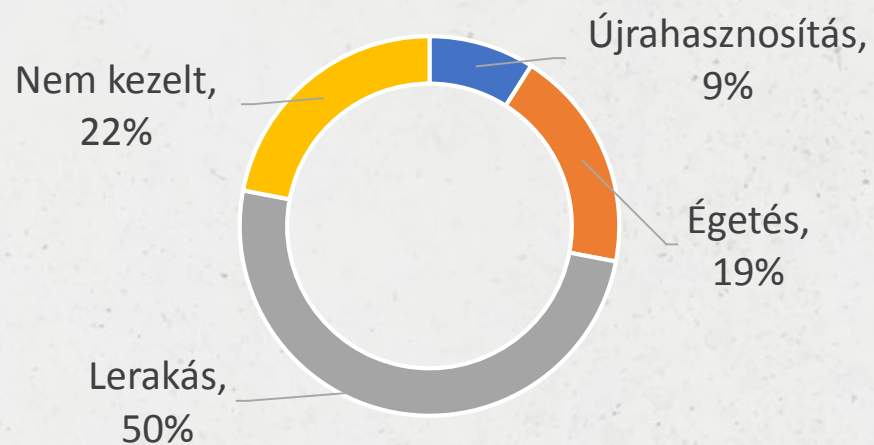


Műanyagok, hulladékok

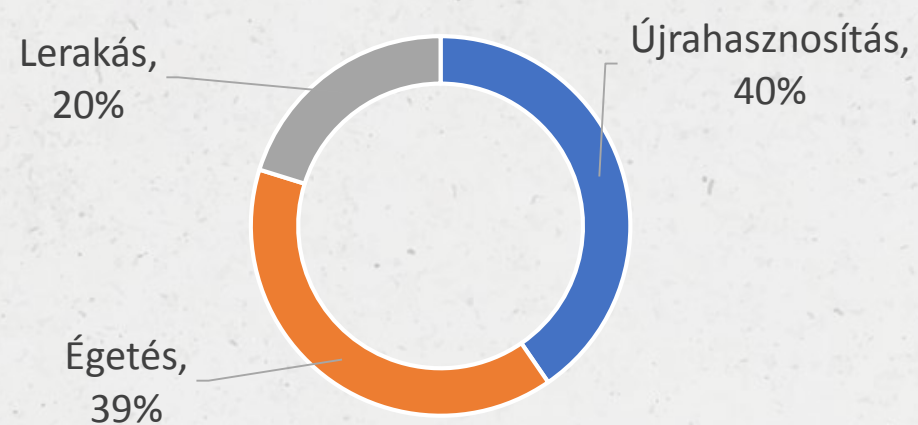
- Évente több, mint 400 millió tonna műanyagot használunk fel → kb. 1/3-a csomagolóanyag
- A műanyagok kevesebb, mint 10%-a hasznosul újra a világon (20% égetés, 50% lerakás, 20% egyéb)
- „Ha a jelenlegi trend folytatódik, 2050-re több műanyag lehet az óceánokban, mint hal.” (2016-os jelentés)
- Ha nem látjuk, nincs probléma? A műanyagok nem tűnnek el → mikro- és nanoműanyagokká válnak.

Műanyag hulladék

Műanyag hulladékok hasznosítása világszinten



Műanyag hulladékok hasznosítása Európában



Direktívák, célok

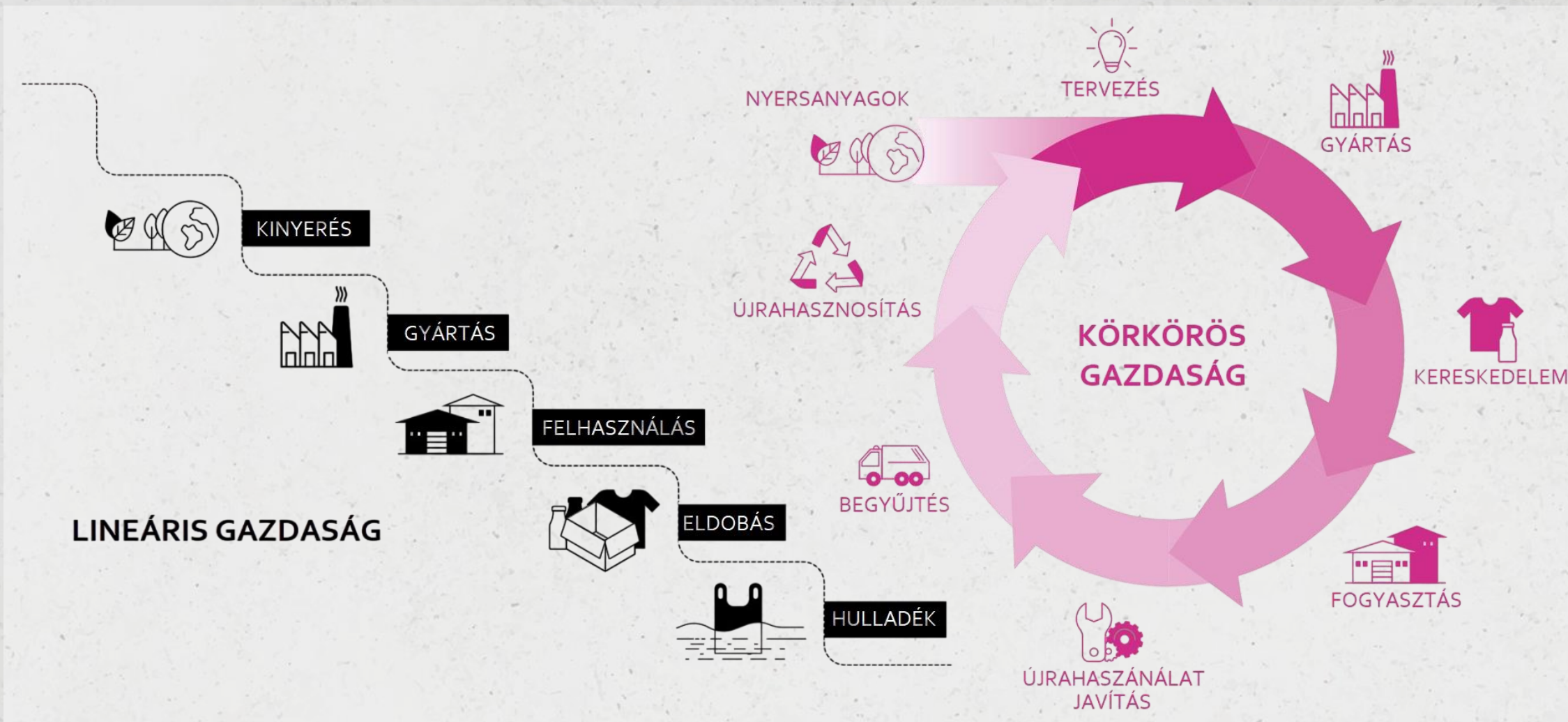
- Műanyag csomagolás újrahasznosítás EU:
 - 2025: $\geq 50\%$
 - 2030: $\geq 55\%$
- Hulladékcsökkentés 2018-hoz képest:
 - 2030-ig: -5%
 - 2035-ig: -10%
 - 2040-ig: -15%
- Általános célok (EU):
 - 2030-ra minden csomagolás legyen újrahasznosítható
 - Eredeti alapanyagok felhasználásán csökkenése, 2050-re törekedni a klímasemlegességre a csomagolóiparban

Körforgásos gazdaság

Olyan gazdasági modell, amelyben az anyagok és termékek minél tovább a rendszerben maradnak, így csökken a nyersanyag-felhasználás és a hulladékképződés.

- megelőzés – kevesebb anyagfelhasználás, megfelelő tervezés
- újrahasználat, javítás és felújítás – élettartam-növelés
- újrafeldolgozás – az anyag visszaforgatása a termelésbe
- erőforrás-hatékonyság – kisebb környezeti terhelés, új gazdasági modellek

Körforgásos gazdaság



Körforgásos gazdaság



- erőforrás-megtakarítás, kevesebb nyersanyag-kitermelés
- hulladékcsökkentés, kisebb környezeti terhelés
- alacsonyabb CO₂-kibocsátás
- hosszabb termékélettartam
- innováció ösztönzése (új anyagok, technológiák)
- ellátási lánc stabilitás
- fenntarthatóbb működés



- magas kezdeti költségek (technológia, infrastruktúra)
- minőségromlás újrahasznosításnál (downcycling)
- korlátozott újrahasznosíthatóság bizonyos anyagoknál
- piaci és szabályozási kihívások
- fogyasztói szokások lassú változása
- technológiai korlátok
- nem minden esetben gazdaságos

Újrahasznosítás



Műanyag-újrahasznosítás nehézségei és korlátai

- anyagkeveredés (különböző polimerek, adalékanyagok)
- szennyeződések jelenléte (idegen anyagok, vegyszerek, többrétegű csomagolás)
- gyűjtési és válogatási infrastruktúra korlátai
- minőségromlás ismételt feldolgozásnál (downcycling)
- korlátozott újrahasznosíthatóság (pl. hőre nem lágyuló anyagok, kompozitok)
- gazdaságossági problémák (olcsó eredeti műanyag, infrastruktúra)

Műanyag-újrahasznosítás nehézségei és korlátai

Anyagkeveredés, szennyeződések, válogatás

- Jász-Plasztik Kft. (Jászberényi telephely), 2025:
 - Felhasznált műanyag típusok: 30 különböző típus
 - Adalékanyagok: 70 különböző típus
- Szennyezőanyagok
 - Tisztítás, mosás → energia, infrastruktúra, költség
 - Élelmiszeripari minőség → speciális technológiák

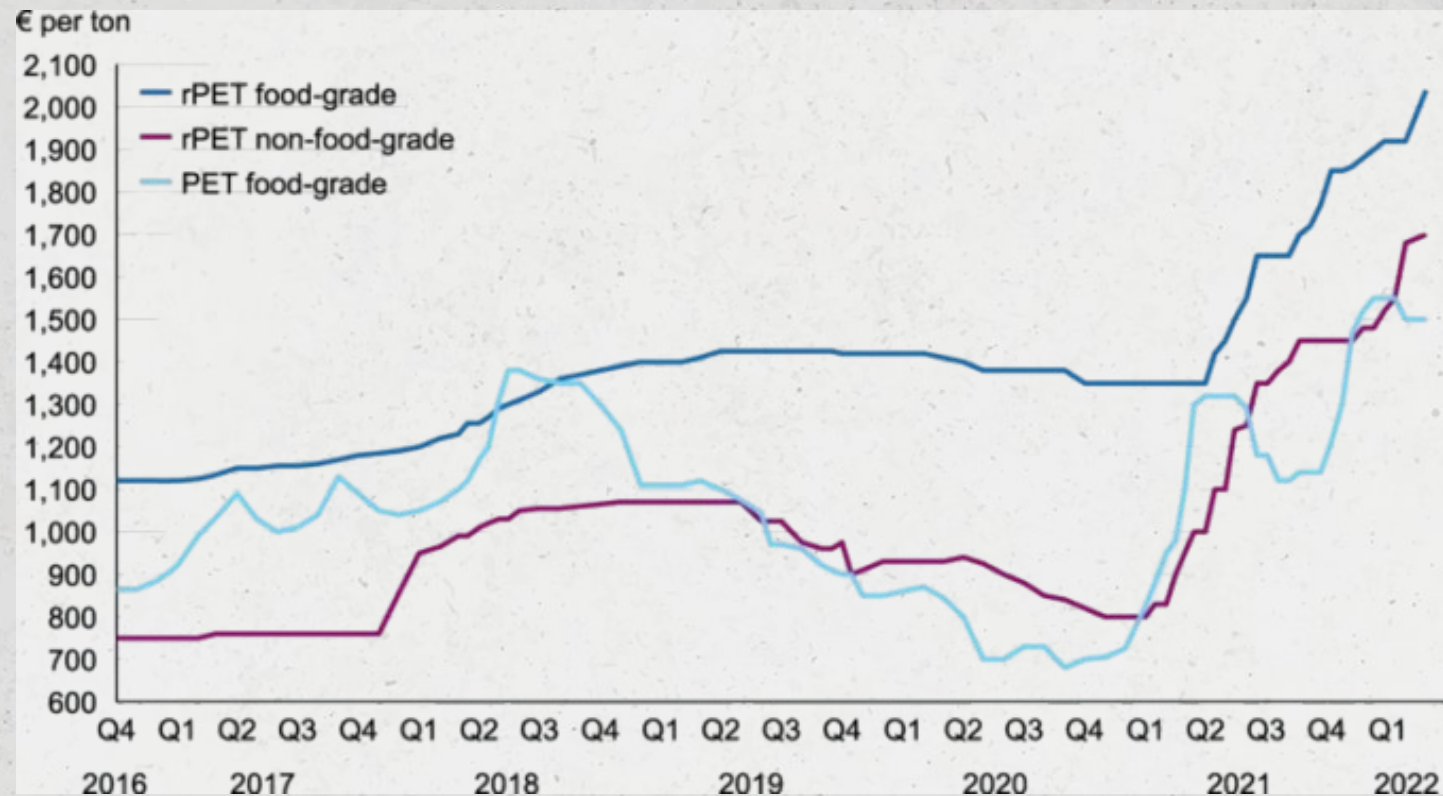
Műanyag-újrahasznosítás nehézségei és korlátai

Minőségromlás, korlátozott újrahasznosíthatóság

- Többszöri újrafeldolgozás (downcycling):
 - Anyagszerkezeti változások → anyag „gyengülés”, ridegedés
 - Javítás adalékokkal → szennyeződés
- Hőre nem lágyuló anyagok, kompozitok:
 - Nem újrafeldolgozhatók, nem lehet megömlesztteni → darálás, adalék → szennyeződés
 - Inkompatibilitás (nem összeférhető anyagok) → gyenge mechanikai jellemzők
 - Veszélyes anyagok

Újrahasznosítás – hátráltató tényezők

- Gazdasági problémák



Példák

Ocean Cleanup – óceáni hulladékok kutatása



Óriási mennyiségű tengeri hulladék, környezeti hatás alig ismert



Tengeri környezet műanyagokra gyakorolt hatásának tanulmányozása



Körülmények kontrollálása, mintakezelés, vizsgálatok száma

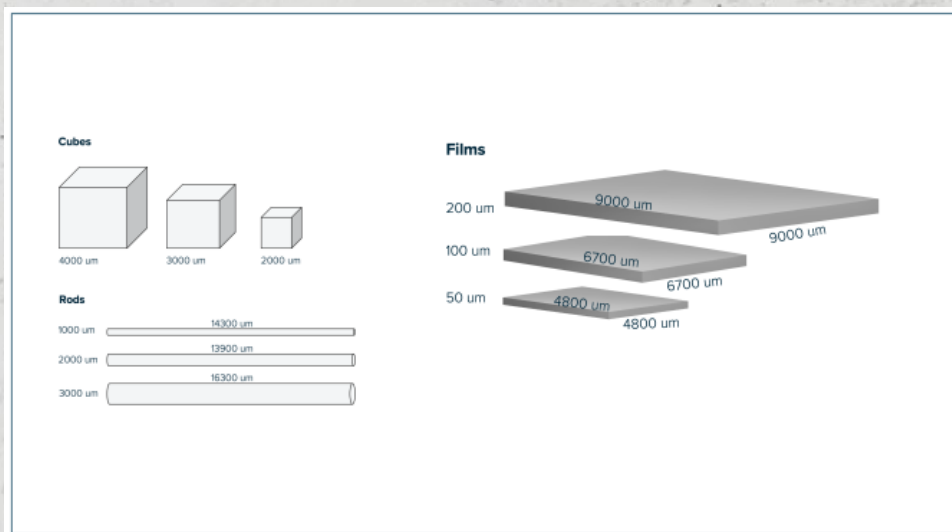


Mintagyártás, vizsgálatok




Ocean Cleanup – óceáni hulladékok kutatása

- Különböző geometriájú minták gyártása
- Vizsgálatok, minőségbiztosítás
 - Morfológia, anyagszerkezet (DSC, FTIR)
 - Analitikai Laboratórium – UV/VIS




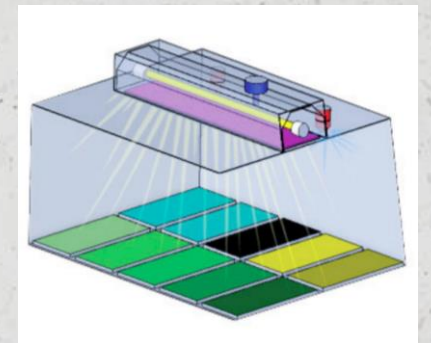
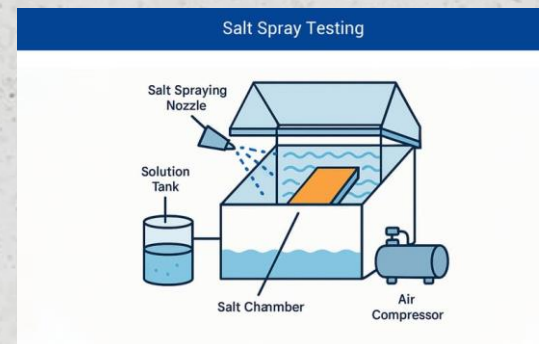
Imsys Kft. - Tengeri hulladék újrahasznosítás

 Óriási mennyiségű tengeri hulladék

 Tengeri/óceáni műanyag hulladékok újrahasznosíthatóságának vizsgálata

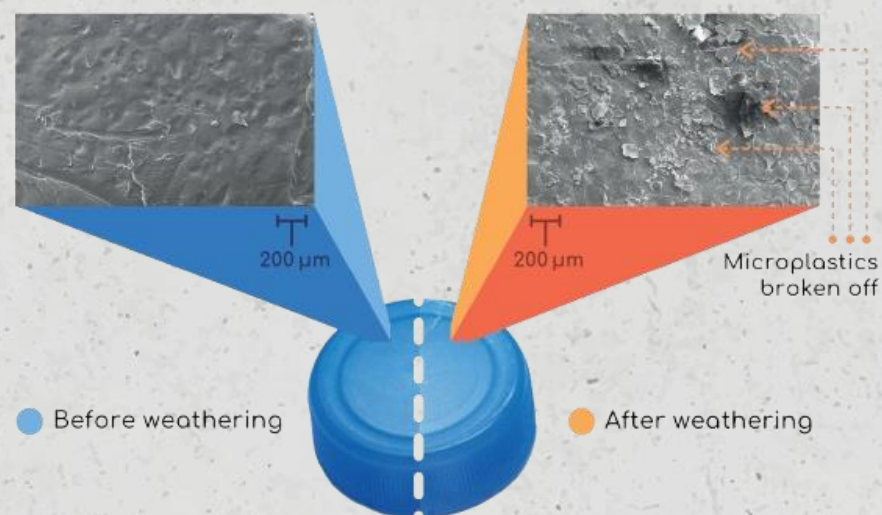
 Mesterséges öregítési módszer hiánya, valós körülmények modellezése

 Módszer kidolgozása, labortesztek



Imsys Kft. - Tengeri hulladék újrahasznosítás

- Környezeti hatások \Rightarrow Sópermet és xenon tesztek
- Mintagyártás \Rightarrow Extrúzió, fröccsöntés, 3D nyomtatás, hőformázás
- Mérés, minősítés \Rightarrow Mechanikai vizsgálatok



Purman[®] Innovative Recycling / Hűtőépítő Kft.



PUR hulladékok kezelése (lerakás, égetés), újrafeldolgozás



Hatékony és környezetbarát mechanikai újrahasznosítási folyamat



Értéknövelő újrahasznosítás; energia- és költséghatékonyság

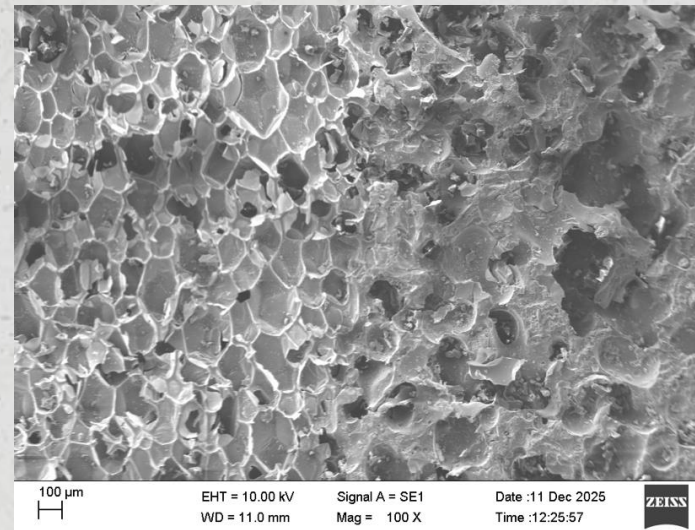
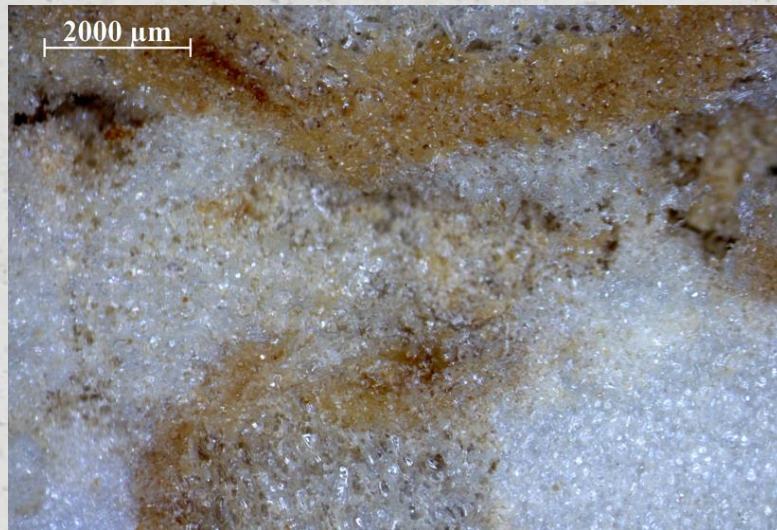
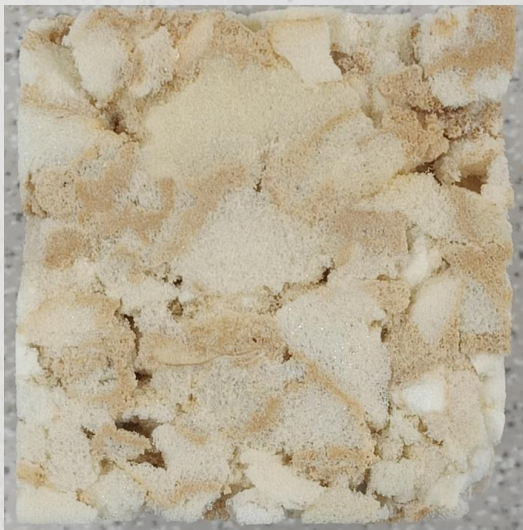


Szigetelési és mechanikai tulajdonságok vizsgálata



Purman[®] Innovative Recycling / Hűtőépítő Kft.

- Szilárdság ⇒ nyomóvizsgálat
- Határfelületi szerkezet ⇒ FTIR vizsgálat
- Habszerkezet ⇒ optikai- és elektronmikroszkópos vizsgálat



Platio Solar / Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft.



Vegyes műanyag és összetett hulladékok újrahasznosítási korlátai



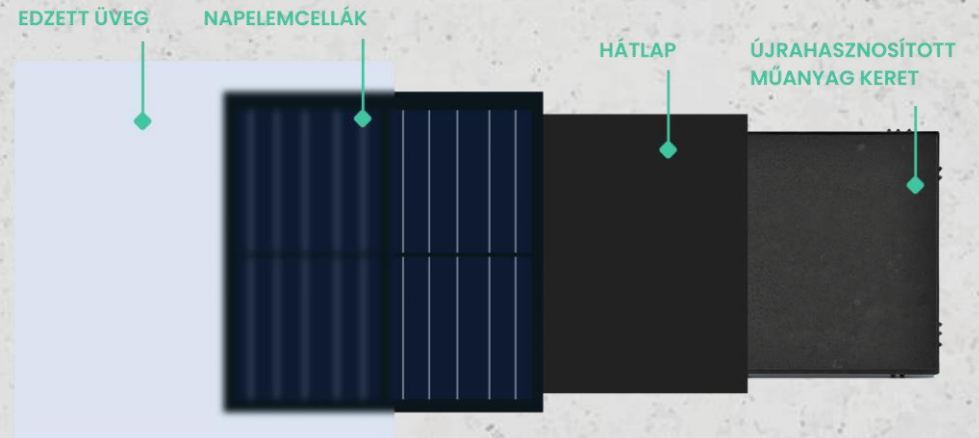
Szolártechnológia és újrahasznosítás ötvözése, karbonlábnyom csökkentése



Bármilyen műanyag hulladék felhasználása; kültéri, hosszú élettartamú termék

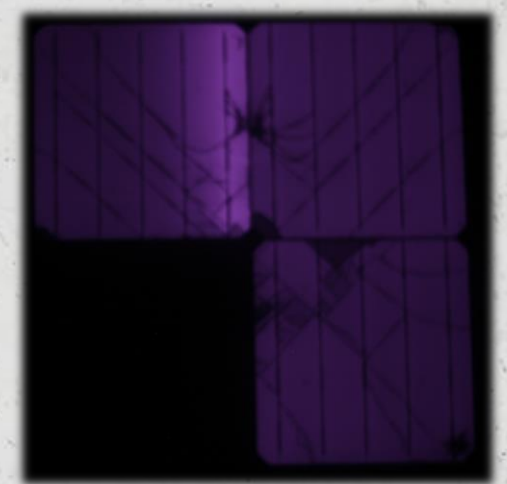
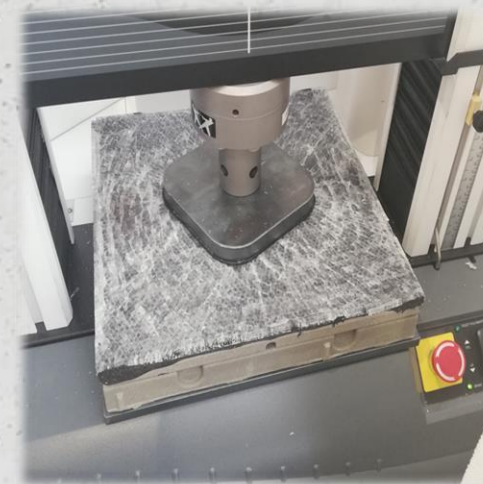
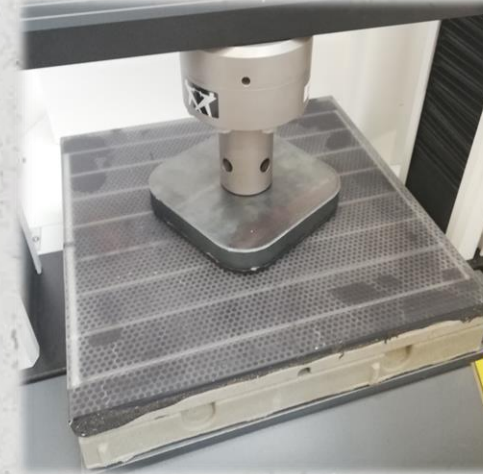
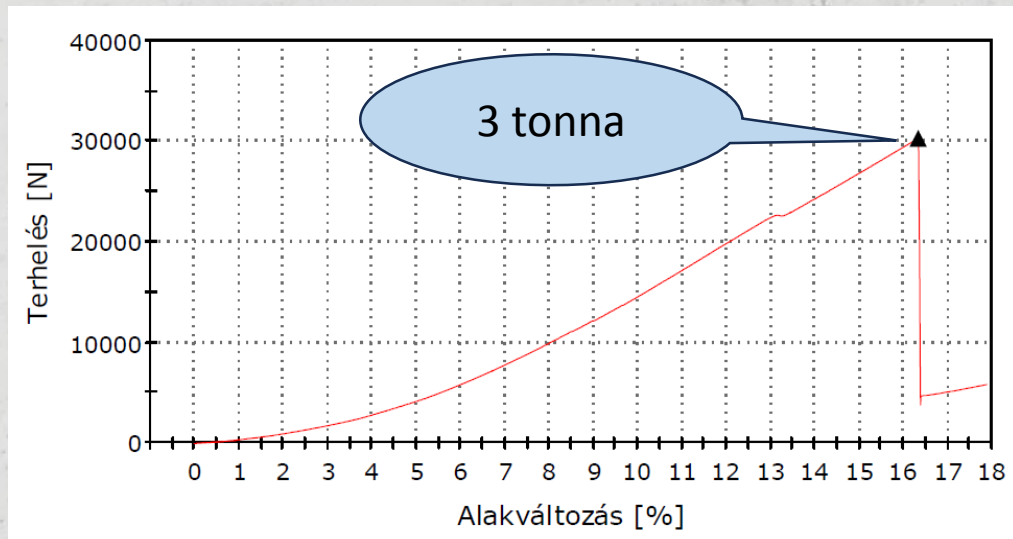


Időjárásállóság, megfelelő teherbírás



Platio Solar / Innovatív Térburkolatfejlesztő Kft.

- Teherbírás \Rightarrow nyomóvizsgálat
- Szolárelemek sérülékenysége \Rightarrow infravörös fotó
- Időjárás-állóság \Rightarrow klímateszt



Konklúzió

- Tiszta, világos célok
- Körforgásos gazdaság → jó modell, megfelelő eszköz
- Műanyag hulladék → nem jó, nem rossz
- Gazdasági szempontok → befektetés
- Cselekvés → megelőzés vagy kármentesítés

Köszönöm a figyelmet!