



PALOTA KÖRNYEZETVÉDELMI KFT.
1151 Bp., Szántóföld utca 4/A. - Tel: 06(1)308 1350



KULTURÁLIS ÉS INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM

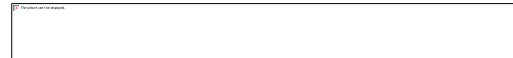


EDUTUS
EGYETEM

Akkumulátoripari hulladékáramok heterogenitása és kezelési kihívásai

Másodlagos Nyersanyagok Hasznosítása Osztály
Fekete István

2026. április 15.



TUDOMÁNY A GYAKORLATBAN

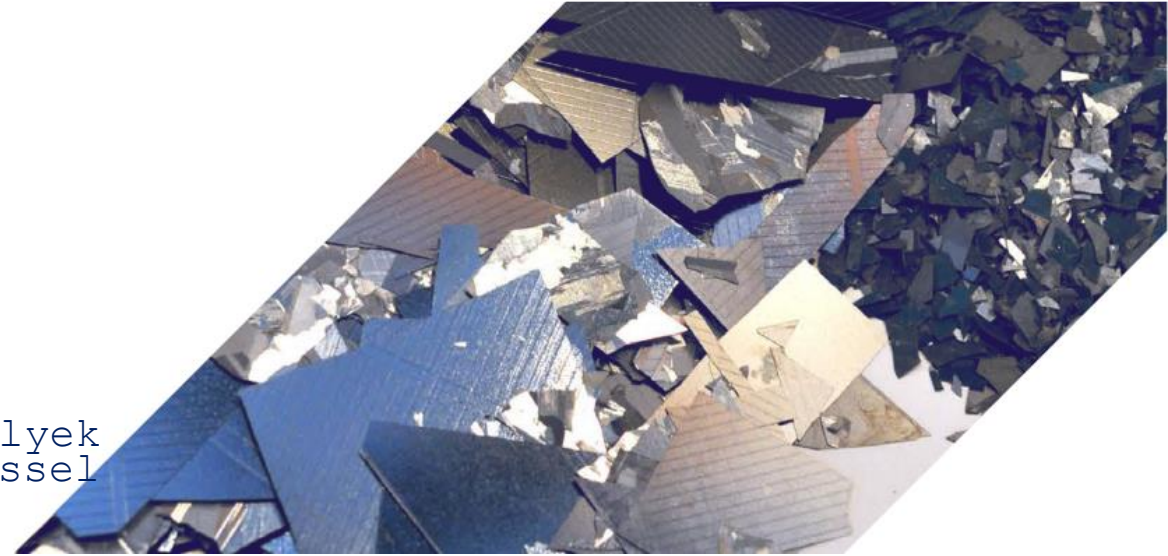
- A Bay Zoltán Kutatóközpont Magyarország vezető alkalmazott kutatási intézménye, amely hidat képez a tudományos innováció és az ipari alkalmazás között.
- Célunk, hogy a kutatás-fejlesztési eredmények ne csupán publikációk formájában szülessenek meg, hanem valós ipari megoldásokká váljanak – legyen szó akár anyagtudományról, energiahatékonyságról, biotechnológiáról vagy digitális megoldásokról.
- Intézményünk multidiszciplináris kompetenciarendszerével évről évre több száz vállalati és nemzetközi projektet támogatunk a koncepcióalkotástól egészen a validált technológiai demonstrációig.



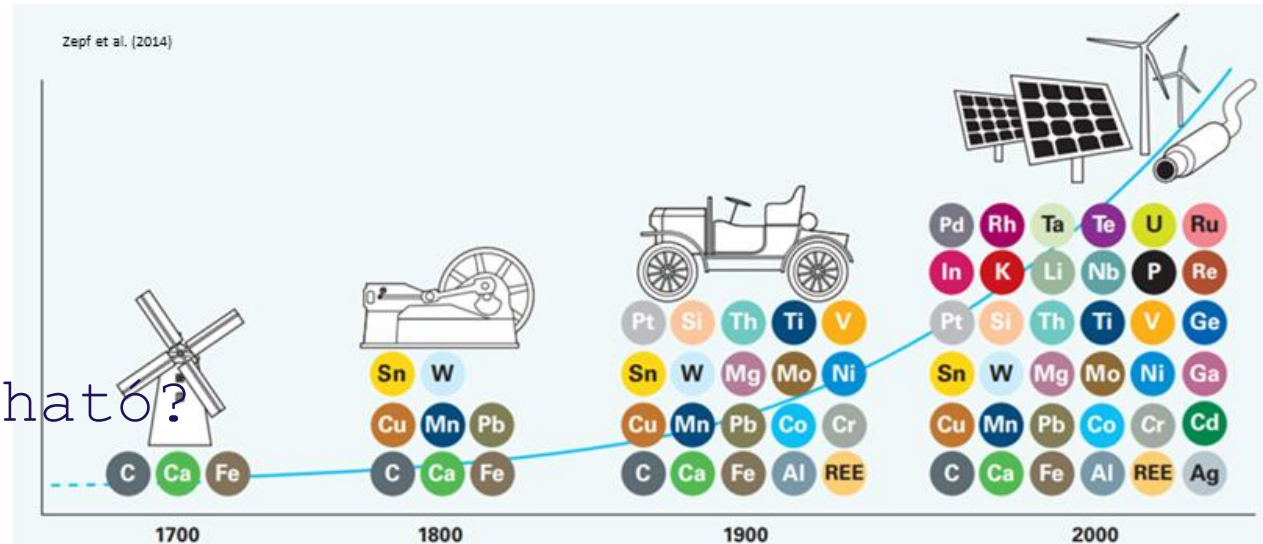
BAY WASTE

WASTE TO VALUE

- A körforgásos gazdaság és az ipari melléktermékek újraértelmezésének kompetenciaterülete. Nálunk a hulladék nem végállapot, hanem új lehetőség.
- Célunk, hogy biotechnológiai, kémiai és mérnöki eszközökkel olyan megoldásokat dolgozzunk ki, amelyek a környezeti fenntarthatóságot ipari értékteremtéssel ötvözik.
- Elhasznált akkumulátorok kezelése: (másodnyersanyag-kinyerés);
- Fémtartalmú hulladékok (másodnyersanyagok) újrahasznosítása (biomining);
- Ritkaföldfémek dúsítása melléktermékekből.
- Elektronikai hulladékok (e-waste, pcb), salakkúpok

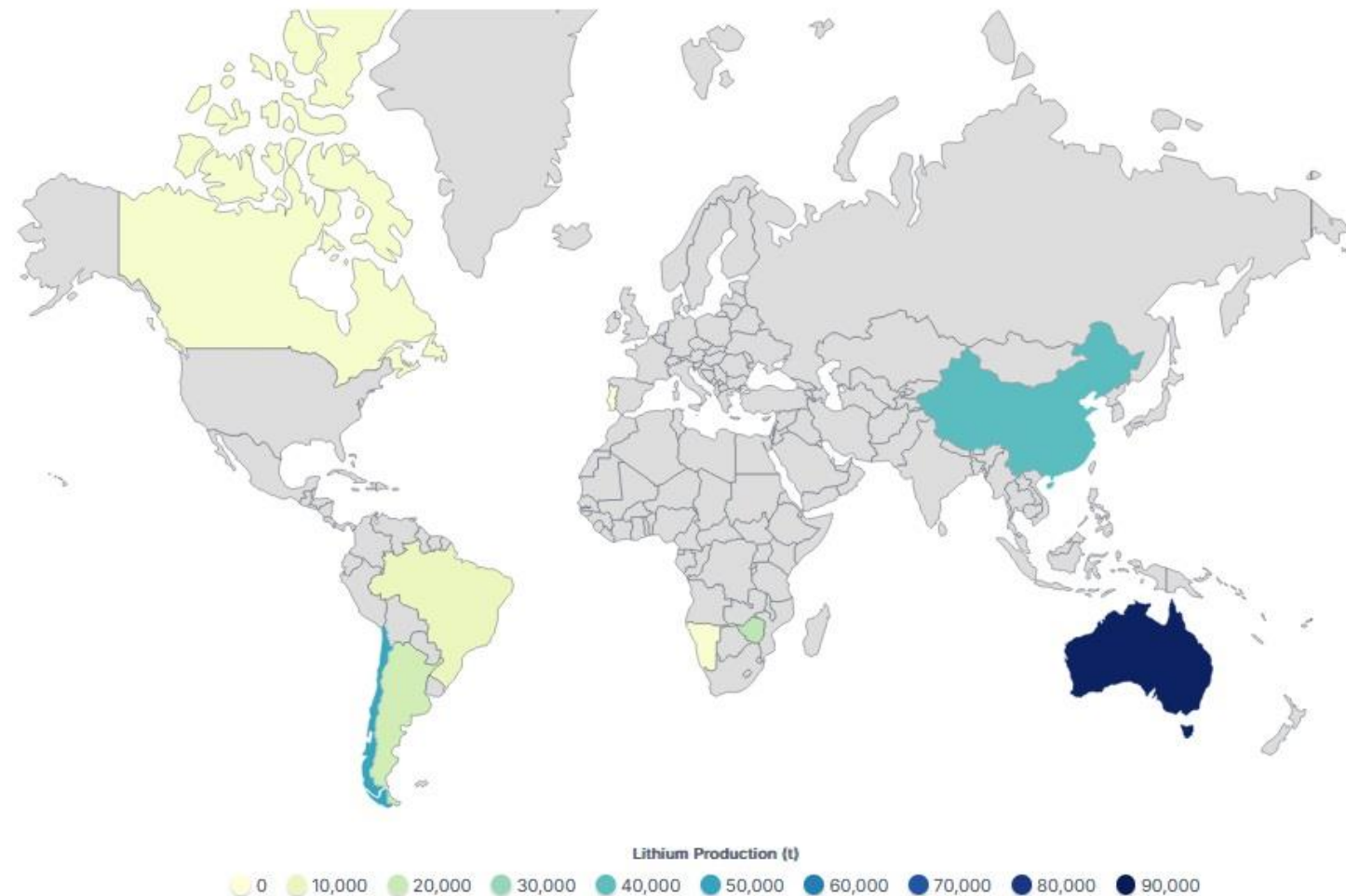


Technológia fejlődése: fenntartható?



Az EU a legtöbb nyersanyagból behozatalra szorul!

A világ Li termelése országok szerinti megoszlásban (2026)



Probléma:

- Sérülékeny ellátási lánc!
- Az import nyersanyag főként polihidroxidokból, instabil országokból érkezik
- Okok pl.: koronavírus járvány, Ukrajnában

Előtérbe kerül a biztonság szempontja

2023/1542 EU rendelet!
Minden típusú elemre és
akkumulátorra vonatkozik!!
2025/606



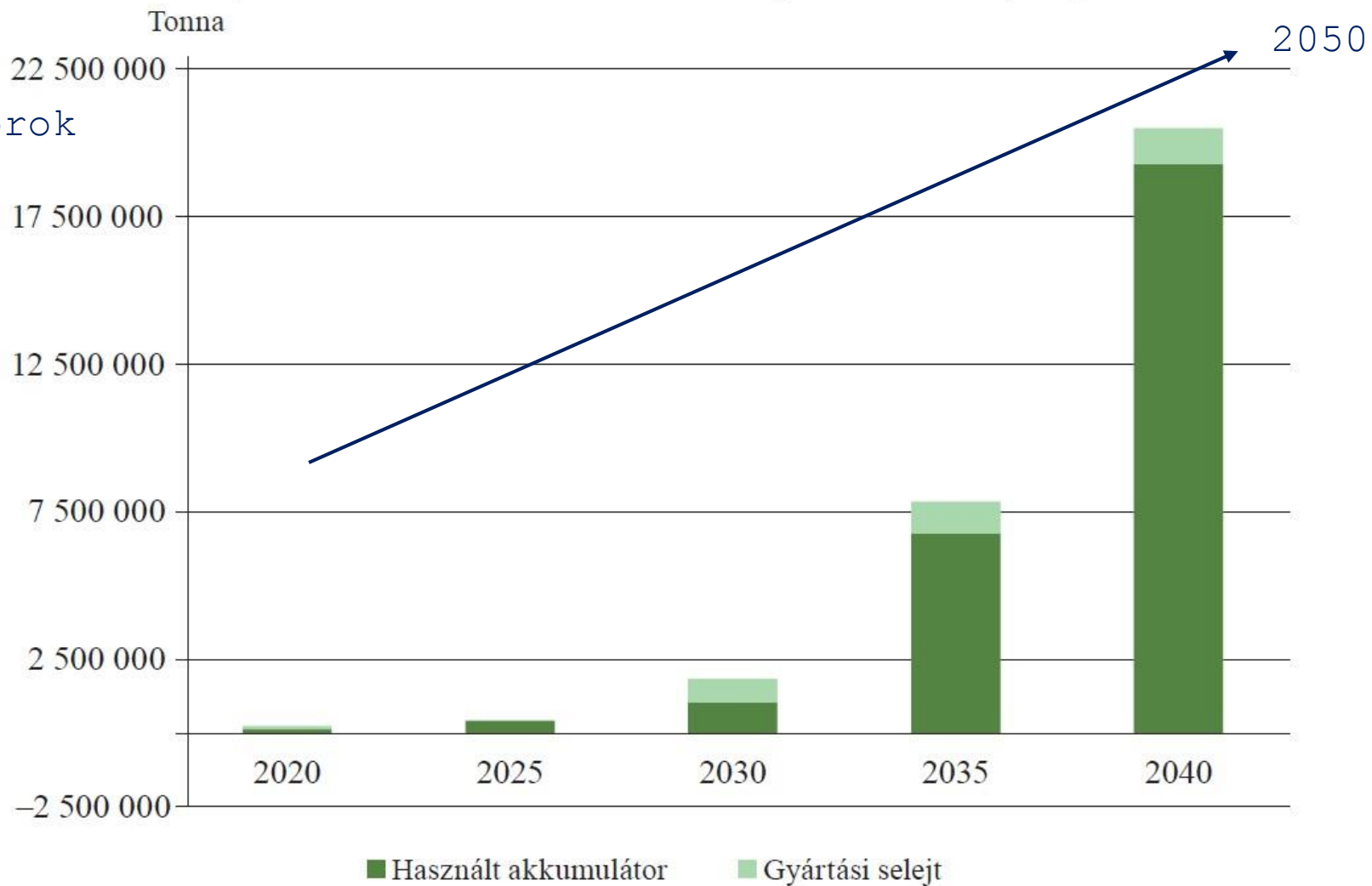
3 fő forrás:

- gyártási hulladék
- EV end of life akkumulátorok
- energiatároló rendszerek akkumulátorai

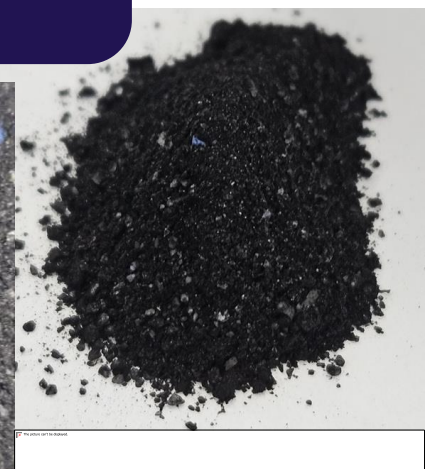
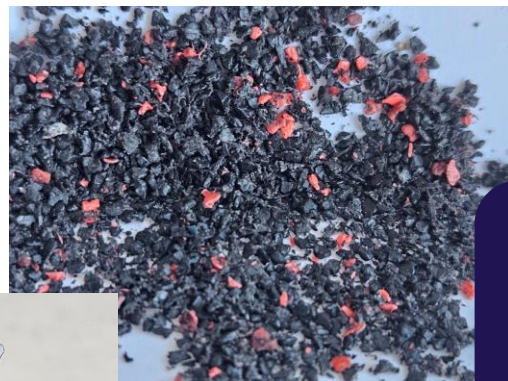


Forrás: autotechnika.hu

Előrejelzés az akkumulátorhulladék globális mennyiségéről



Az újrahasznosítás folyamata (szilárd hulladékáramok):



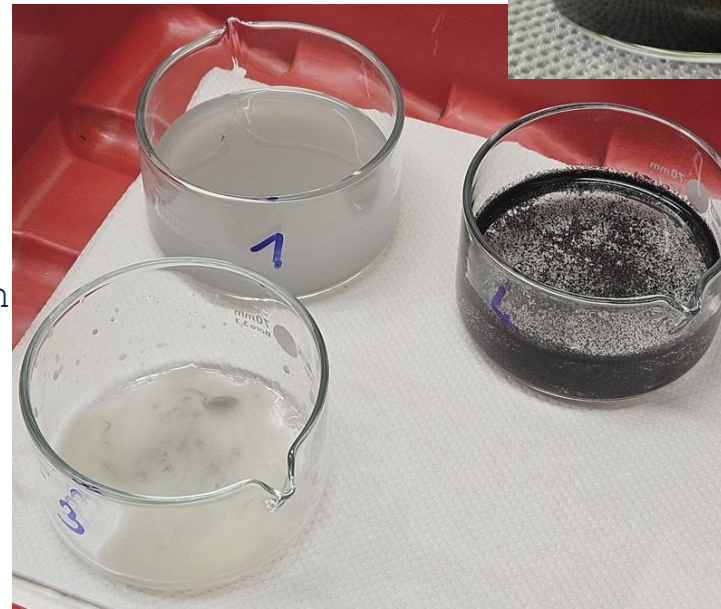
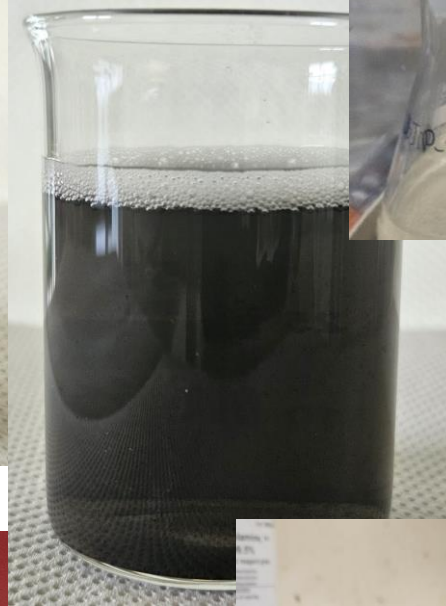
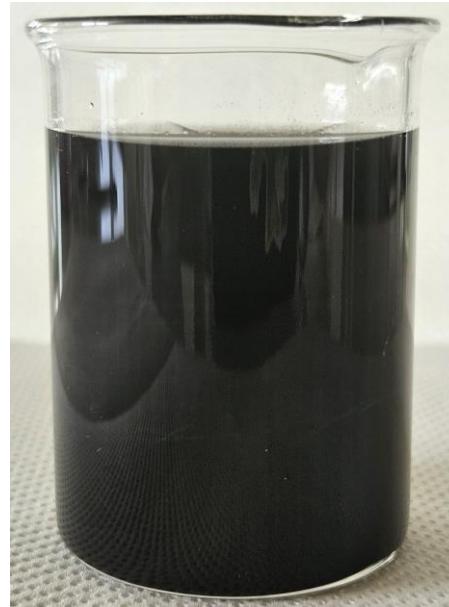
Akkumulátoriparhoz kapcsolt folyadék-hulladékáramok:

Forrás:

- akkumulátorgyártás során keletkező szennyvizek (gyárakból)
- feszültségmentesítés, merítés, kisütés folyamatához

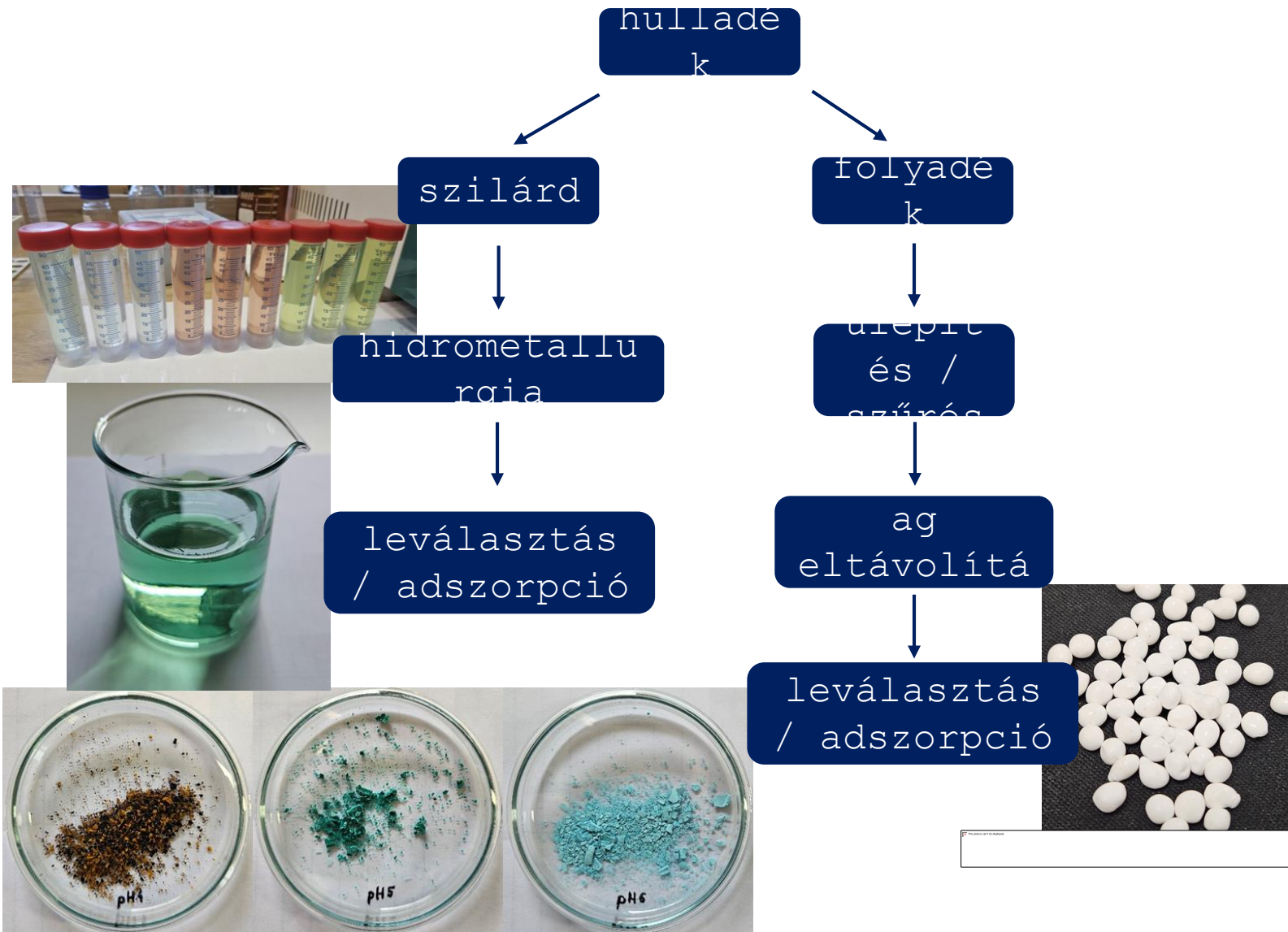
Probléma:

- kapcsolható szennyvizek: heterogén mátrixok: komplex tisztítási módszerek szükségesek
- magas fém, só, szerves anyag (oldószer)
- nincs szabványosított mérési protokoll
- gyorsan fejlődő iparág, folyamatosan változik a folyadékösszetétel
- összetétel nem tükrözi a valóságot



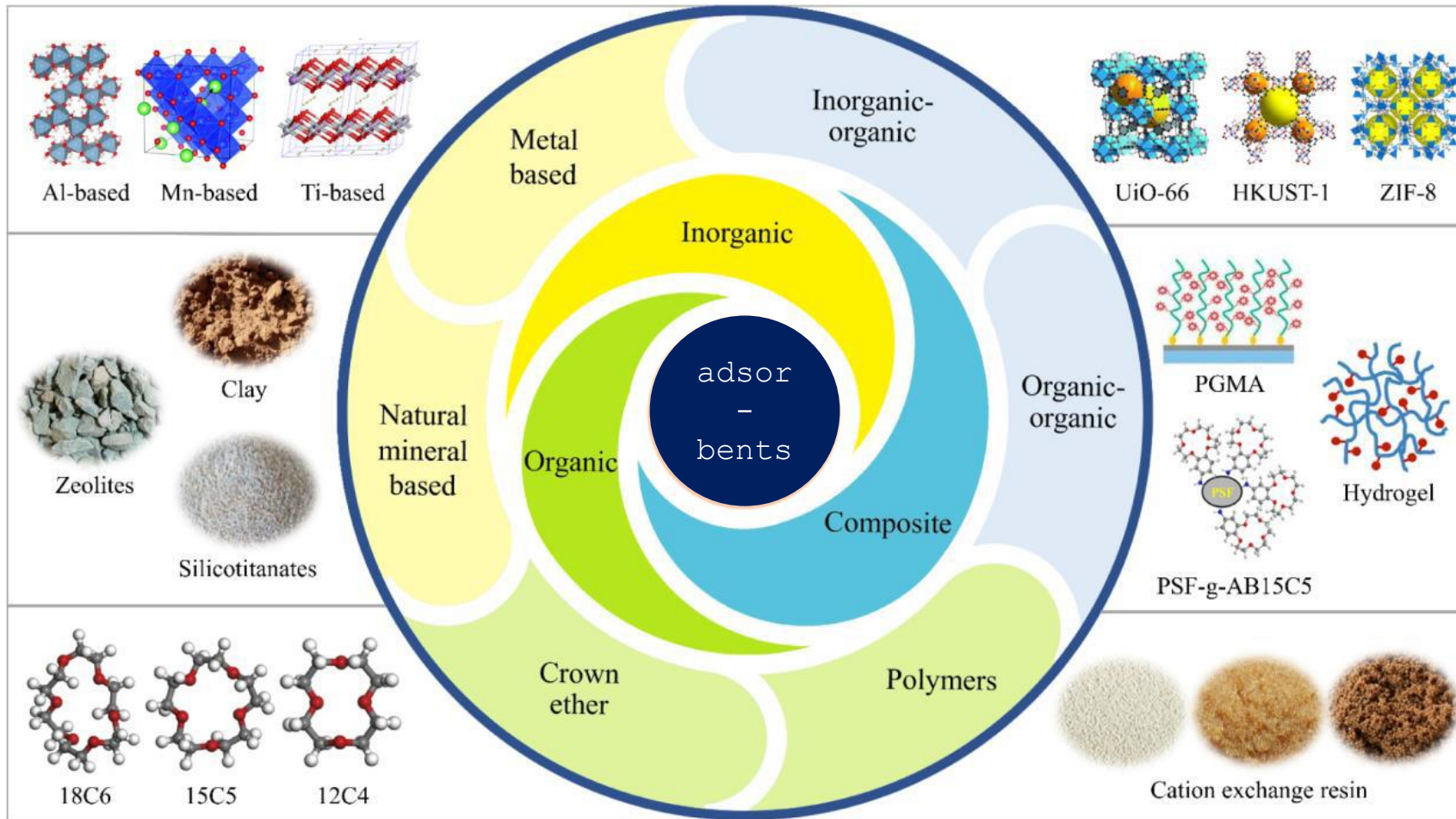
Célok és a tapasztalat közelítése (az értékes komponensek visszanyerésének tükrében)

- nehéz reprodukálhatóan mérni (összetett mátrix)
- azonos anyagáram is jelentős összetételbeli eltérést mutat
- hogyan lehet protokollokat kidolgozni, ha nem valós hulladékáramokat kapunk (technológiai visszafejtés félelme)
- folyékony hulladékok esetében azok összetétele jelentősen eltér a Magyarországon jelenleg hatályban lévő rendeletekben szabályozott és előírt koncentrációktól
- munkavédelmi megfontolások

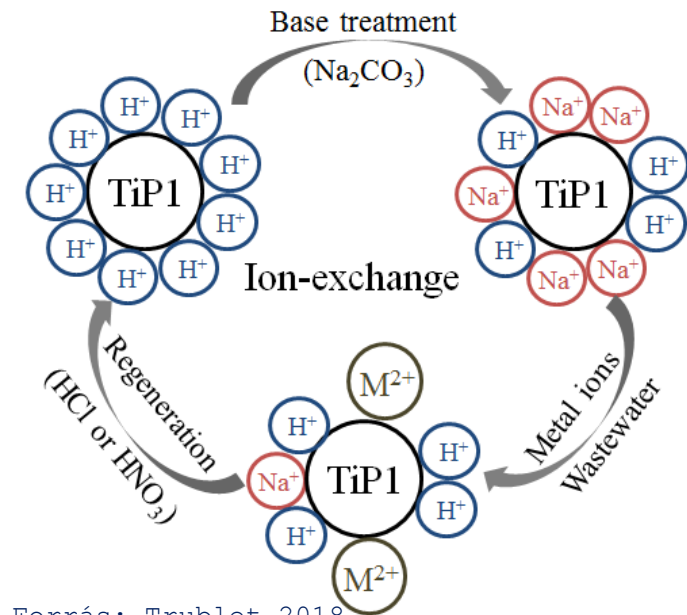


Járható út?

szilárd - folyadék hulladékáramok:
Egyszerű megoldás, kevés lépésben a nagy heterogenitás miatt!



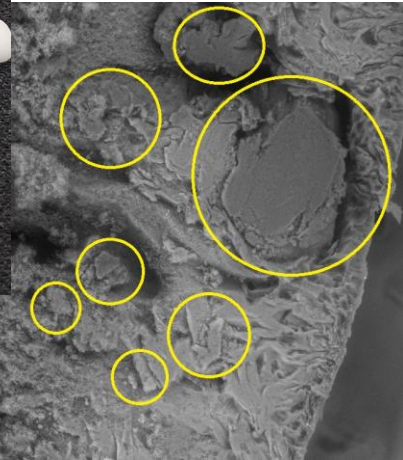
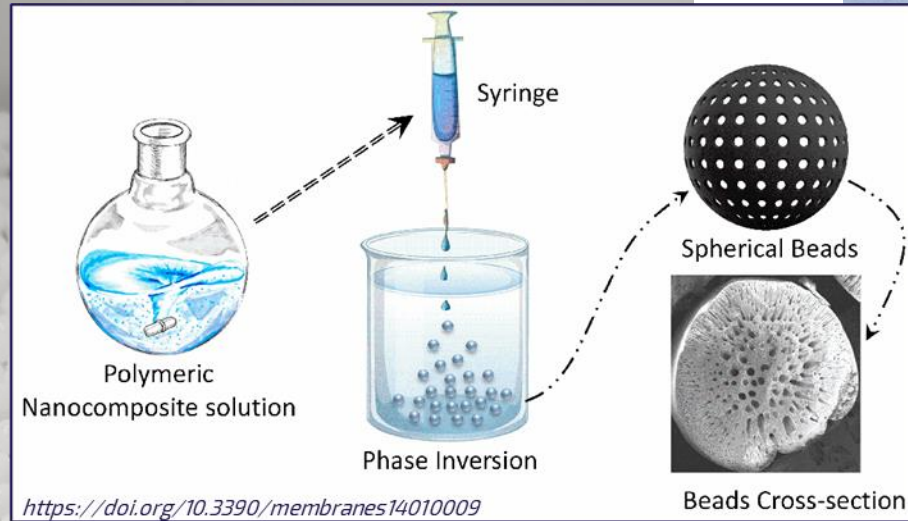
- széles szakirodalom
- előállításuk egyszerű
- Szelektív?
- gyors
- értékes komponensek (fémek) könnyű elválasztása



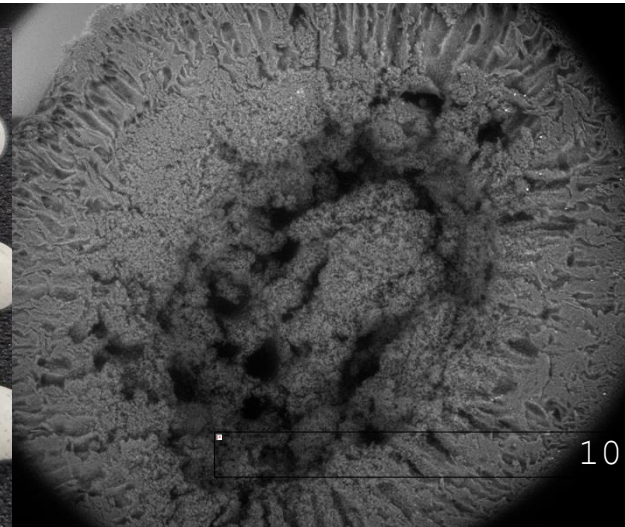
Forrás: Trublet 2018

Saját fejlesztésű adszorbens

csepp-
képzés,
kicsapó-
fürdő

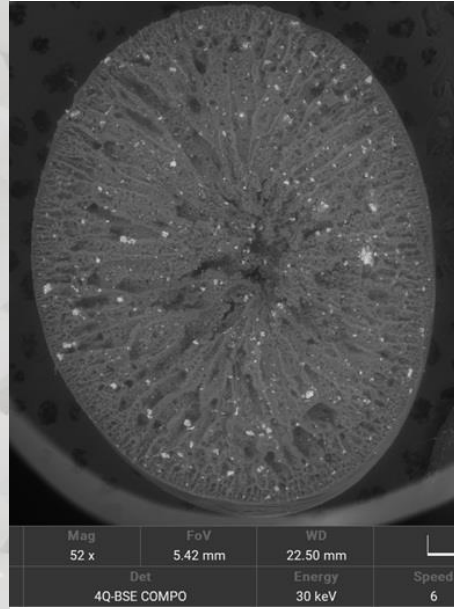


- viszkózus szuszpenzió a hatóanyaggal
- kicsapófürdő, szabályos gömb alak
- porózus szerkezet, nagy fajlagos felület
- végeredmény: 3mm átmérőjű gyöngyök
- bio-alapú és szintetikus hatóanyaghoz egyaránt alkalmazható
- kihozatal elmarad az extrúzióhoz képest

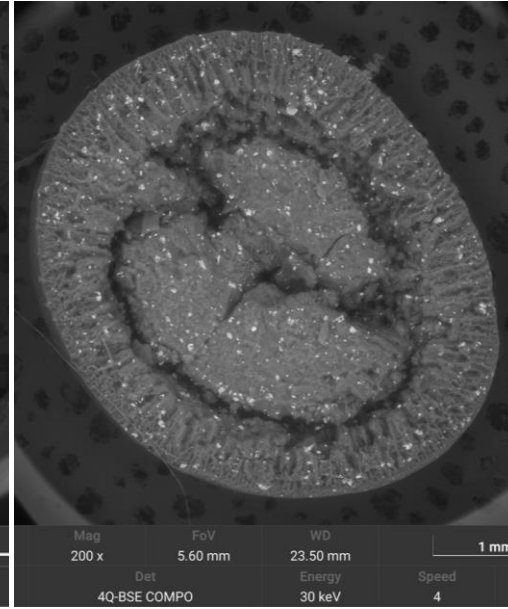


Saját fejlesztésű adszorbens

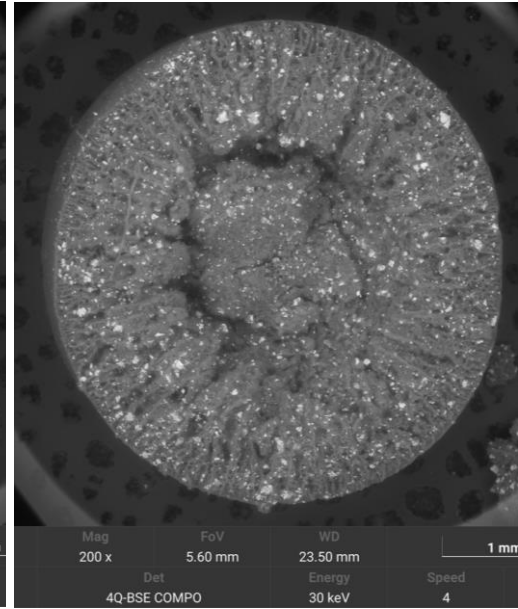
csepp-
képzés,
kicsapó-
fürdő



10m/m%



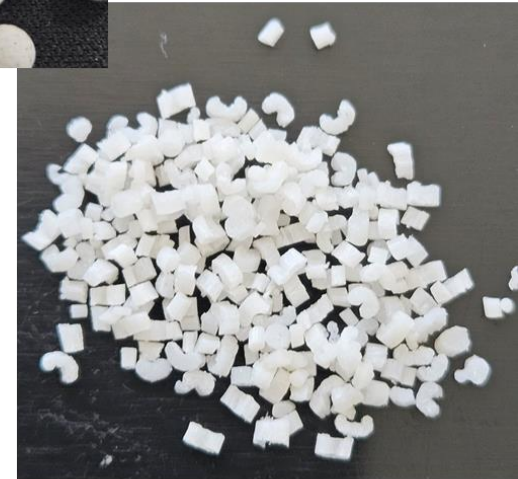
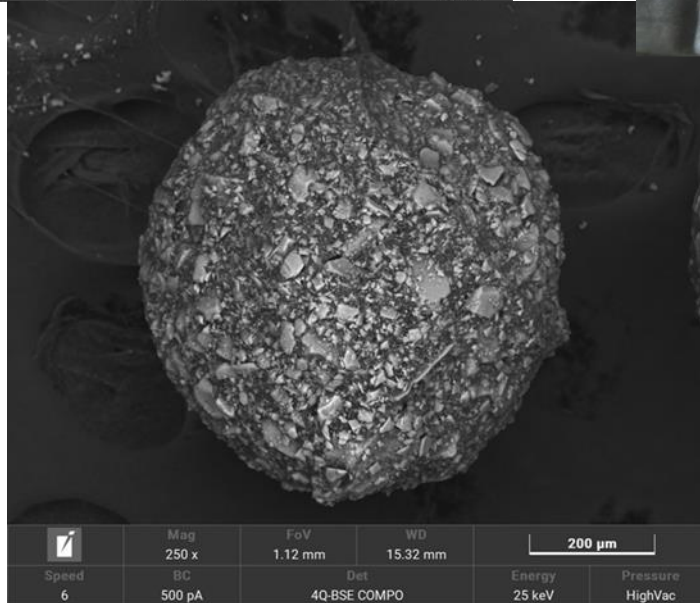
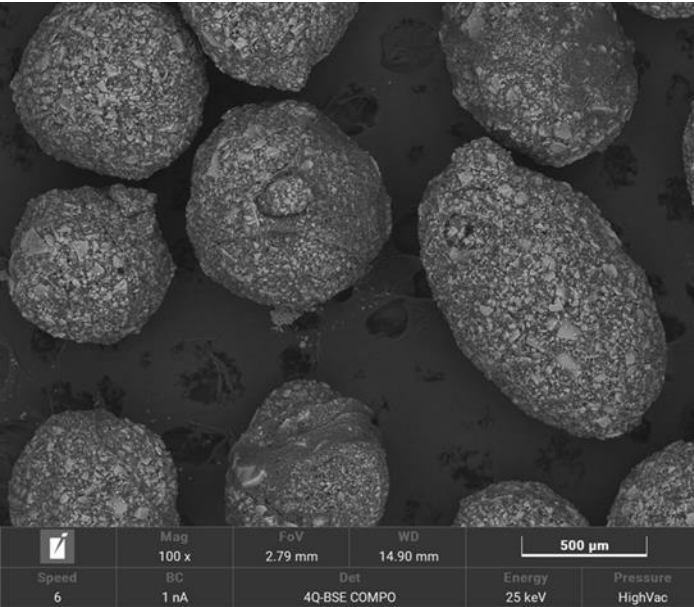
20m/m%



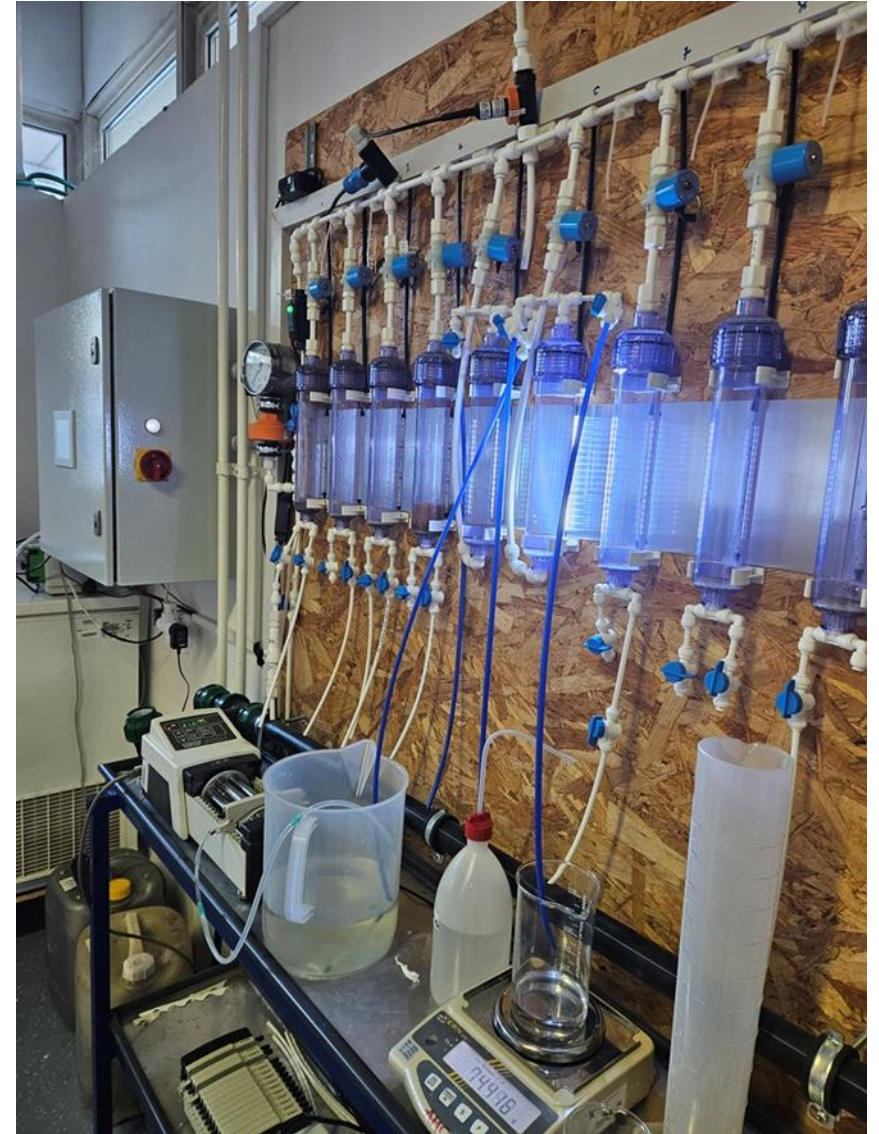
40m/m%

- ◆ megfelelő a technika
- ◆ az előállított prototípus túl porózus, alkalmazott polimer-oldat koncentrációjának növelése a granulált hatóanyag egy része kioldódik
- ◆ mechanikai szilárdság nem megfelelő, kicsapó fürdő hőmérsékletének emelése, állandó érték deformálódik → hosszú távú használat (50-70°C)

Saját fejlesztésű adszorbens



Eredmények - adszorbens tesztelő rendszer



Eredmények - (Laboratóriumi
körülmények között)
valós hulladékáramokra

Szilárd fázisok esetében
hidrometallurgia:

alkalmazott sav	kioldott fémtartalom (m/m%-ban) *
salétromsav	31-94
sósav	62-99
kénsav	25-92
citromsav	12-94

*a kapott eredmények erősen
függnek:

- szilárd-folyadék fázisarány
- hőmérséklet
- alkalmazott sav erőssége
- kontaktidő

Folyékony - hulladékok esetében:

- az adszorbens közvetlenül a szennyvízzel kontaktálható, nincs degradáció a magas szervesanyag tartalom miatt
- az alábbi kationokra van adszorpciós kapacitás: Al, Ca, Cu, Li, Mg, Ni, Mn
- az adszorpcióért felelős hatóanyag a granulátumban 10 - 85m/m% között változtatható
- nem szelektív
- a megkötött kation lemosható





Köszönöm a figyelmet!

ELÉRHETŐSÉGEK

További információk:

Fekete István

megbízott osztályvezető

Biotechnológiai divízió

+36-70/522-1441

istvan.fekete@bayzoltan.hu



CÍM: H-1116 BUDAPEST, KONDORFA U. 1.

WEB: WWW.BAYZOLTAN.HU

E-MAIL: BAYZOLTAN@BAYZOLTAN.HU

