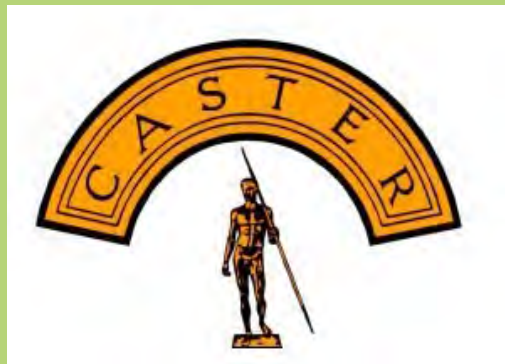


# FÉMEK VISSZANYERÉSE HULLADÉKOKBÓL BIOHIDROMETALLURGIAI MÓDSZEREKKEL

DR. FLEIT ERNŐ, VEZETŐ KUTATÓ

TOX2018 MTT TUDOMÁNYOS KONFERENCIA, LILLAFÜRED

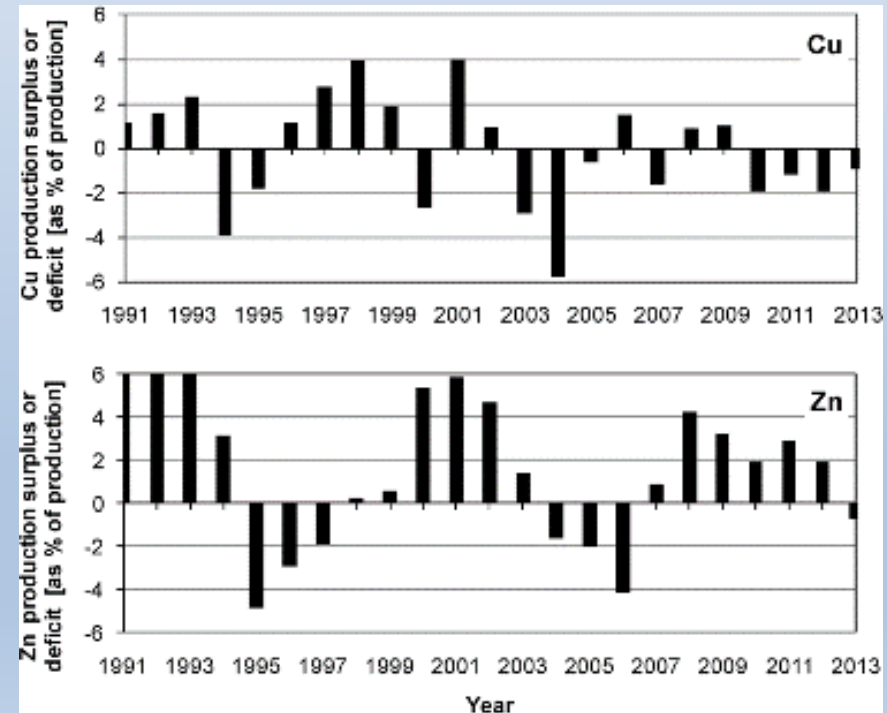
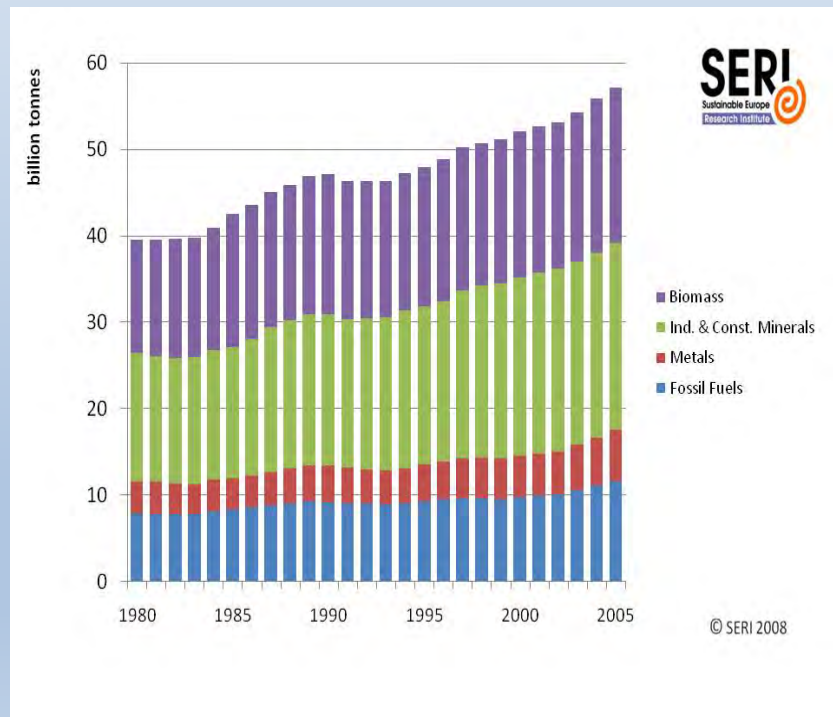


NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

*AZ INNOVÁCIÓ LENDÜLETE*

# A gazdasági növekedés egyre intenzívebb fémbányászatot követel meg a jövőben



# A hagyományos bányák kimerülnek és túlhasználtak

Biohidrometallurgia (BHM) alternatívát kínál a következő területeken:

1. Alacsony fémtartalmú ércekből történő fémkinyerés
2. Fémkinyerés meddőhányókból
3. Felhagyott bányák, hulladéklerakók rehabilitációja
4. Szennyezett üledékek és talajok kármentesítése



# A BHM technológia előnyei

1. Az alacsony fémtartalmú ércek és szennyezett üledékek/talajok költséghatékony fémmentesítése
2. Alacsony technológiai szintű infrastruktúrát igényel (alacsony beruházási és üzemelési költségek)
3. Nem szükséges magasan képzett munkaerő az alkalmazásához
4. Környezetbarát módszer (alacsony széndioxid kibocsátás, nincs magas hőmérséklet, alacsony energia felhasználás)

# Biokémiai háttér (a fémek indirekt oxidációja)



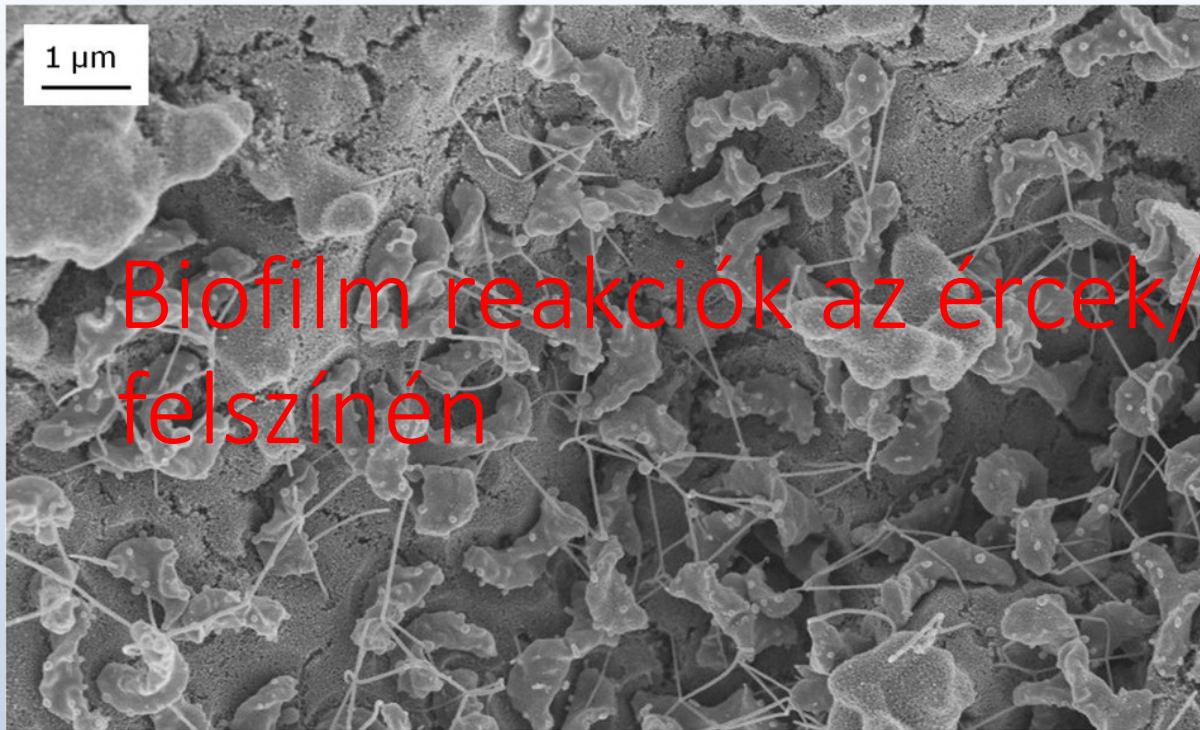
és



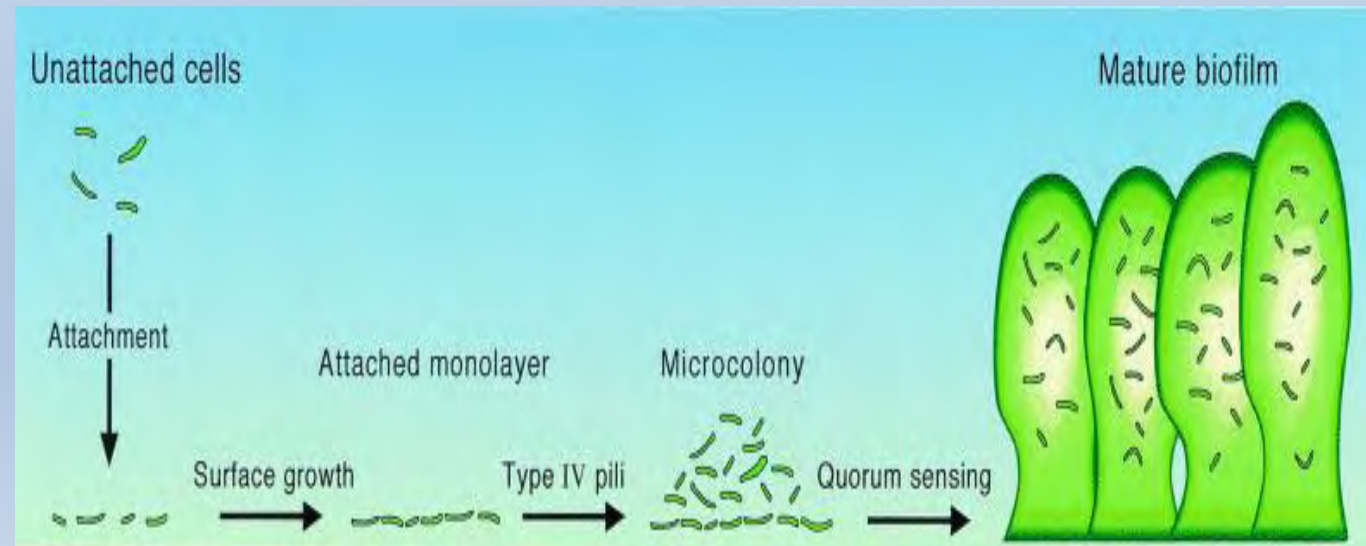
# Mikroorganizmusok

Species	pH optimum	pH min. és max.	Hőmérsékleti optimum (°C)	Hőmérséklet min. and max. (°C)
<b>Mezofil és közepesen termofil baktériumok (Bacteria)</b>				
<i>Acidimicrobium ferrooxidans</i>	≈ 2	n.a.	45-50	30-55
<i>Acidithiobacillus albertensis</i>	3,5-4,0	2,0-4,5	25-30	n.a.
<i>Acidithiobacillus caldus</i>	2,0-2,5	1,0-3,5	45	32-52
<i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i>	2,5	1,3-4,5	30-35	10-37
<i>Acidithiobacillus thiooxidans</i>	2,0-3,0	0,5-5,5	28-30	10-37
<i>Alicyclobacillus dissulfidoxidans</i>	1,5-2,5	0,5-6,0	35	4-40
<i>Alicyclobacillus tolerans</i>	2,5-2,7	1,5-5	37-42	20-55
<i>Caldibacillus ferrivorus</i>	1,8	n.a.	45	35-55
<i>Ferrimicrobium acidiphilum</i>	2-2,5	1,3-4,8	37	10-45
<i>Leptosprillum ferriphilum</i>	1,3-1,8	n.a.	30-37	n.a.-45
<i>Leptosprillum ferrodiazotrophum</i>	n.a.	1,2	n.a.	37
<i>Leptosprillum ferrooxidans</i>	1,5-3,0	1,3-4,0	28-30	n.a.
<i>Sulfobacillus acidophilus</i>	≈ 2	n.a.	45-50	30-55
<i>Sulfobacillus montserratensis</i>	1,6	0,72-2	37	30-43
<i>Sulfobacillus sibiricus</i>	2,2-2,5	1,1-3,5	55	17-60
<i>Sulfobacillus thermosulfidoxidans</i>	≈ 2	1,5-5,5	45-48	20-60
<i>Sulfobacillus thermotolerans</i>	2-2,5	1,2-5	40	20-60
<i>Thiobacillus plumbophilus</i>	n.a.	4,0-6,5	27	9-41
<i>Thiobacillus prosperus</i>	≈ 2	1,0-4,5	33-37	23-41
<i>Thiobacillus cuprina</i>	3,5-4,0	1,5-7,2	30-36	20-45



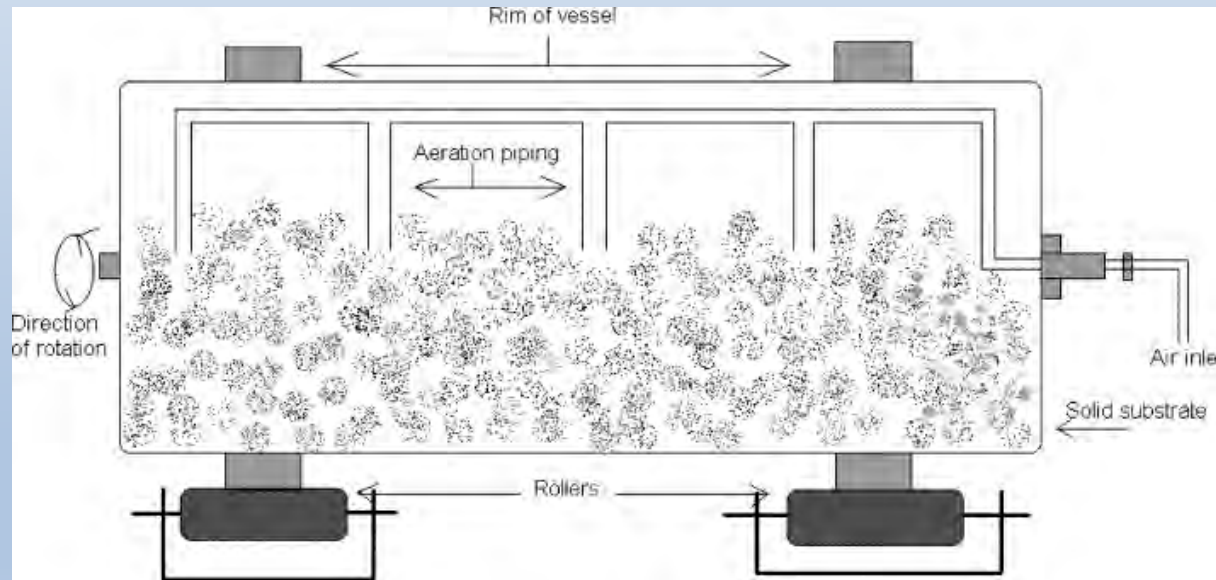


## Biofilm reakciók az ércek/üledékek felületén



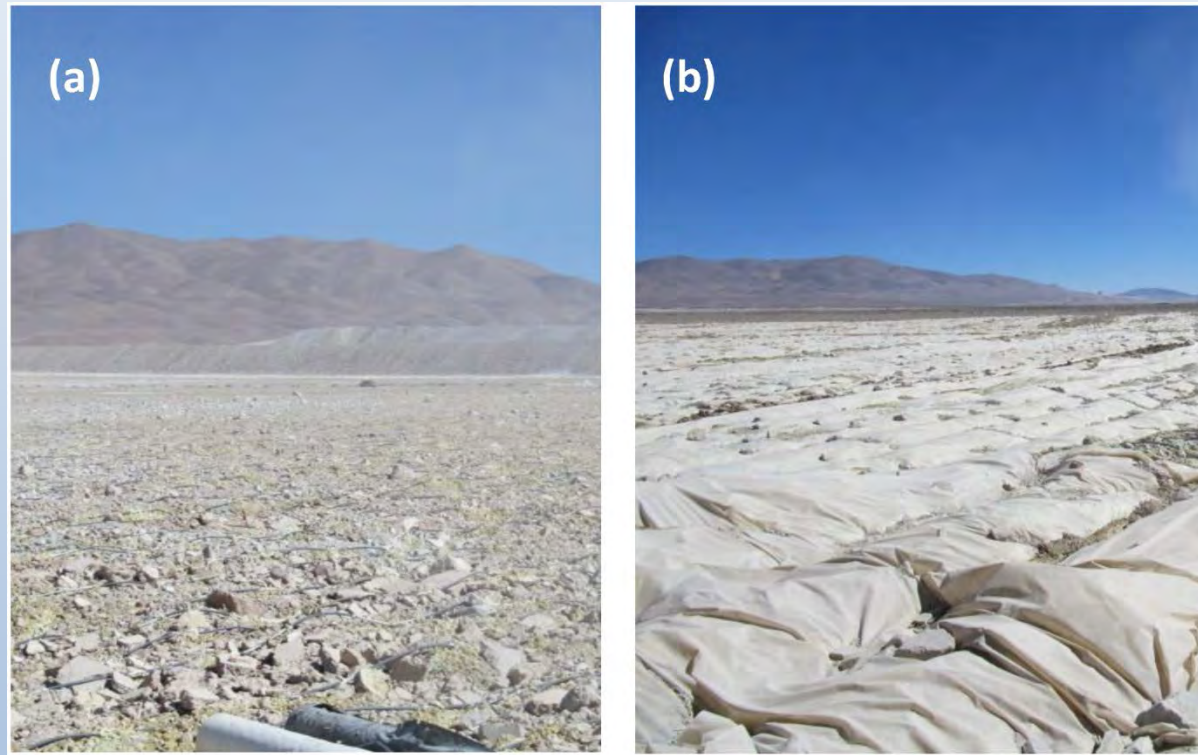
# BHM technológiai típusok

Folyamatosan kevert tartályreaktorok



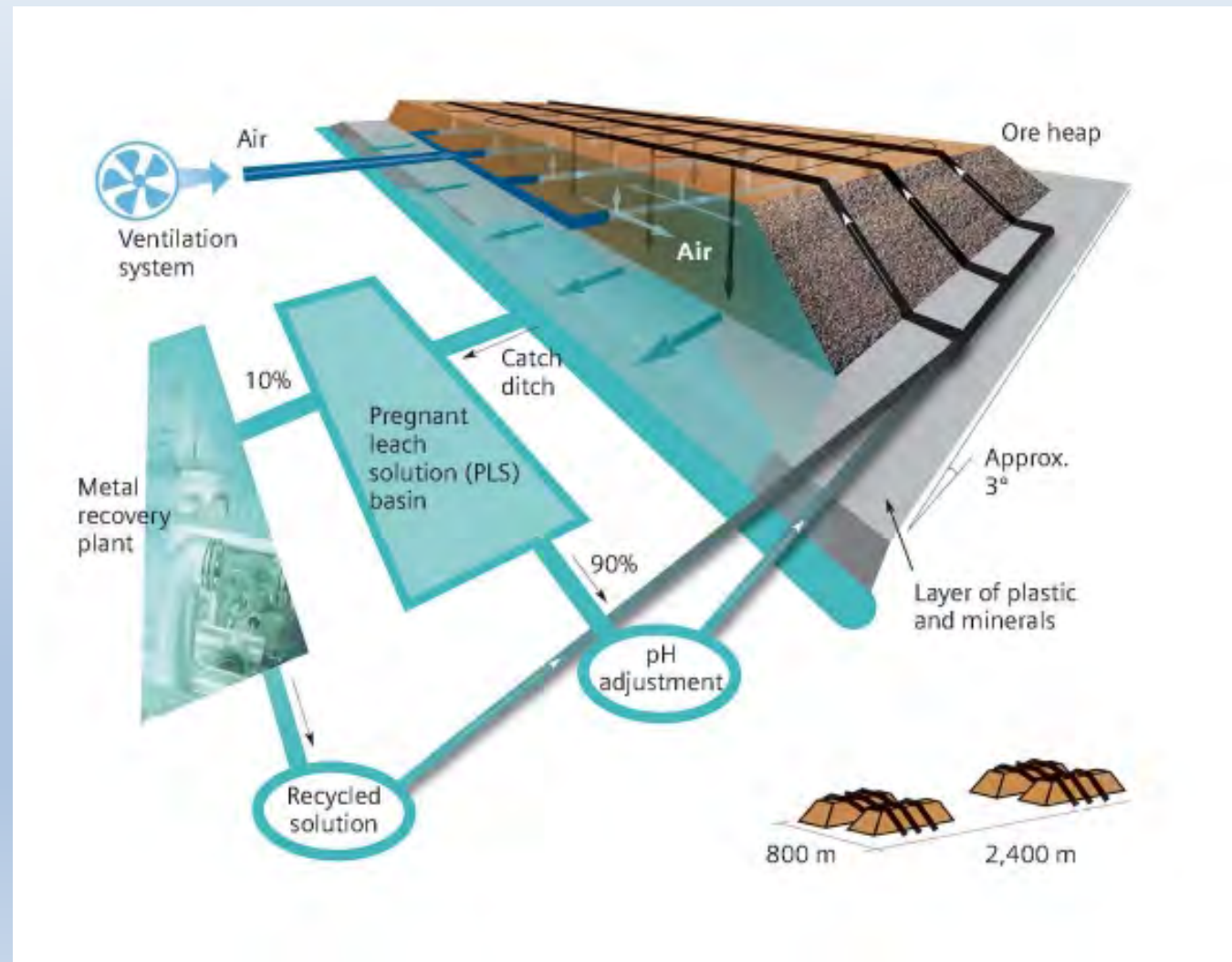


# In-situ (bioleaching) BHM technológia működés közben

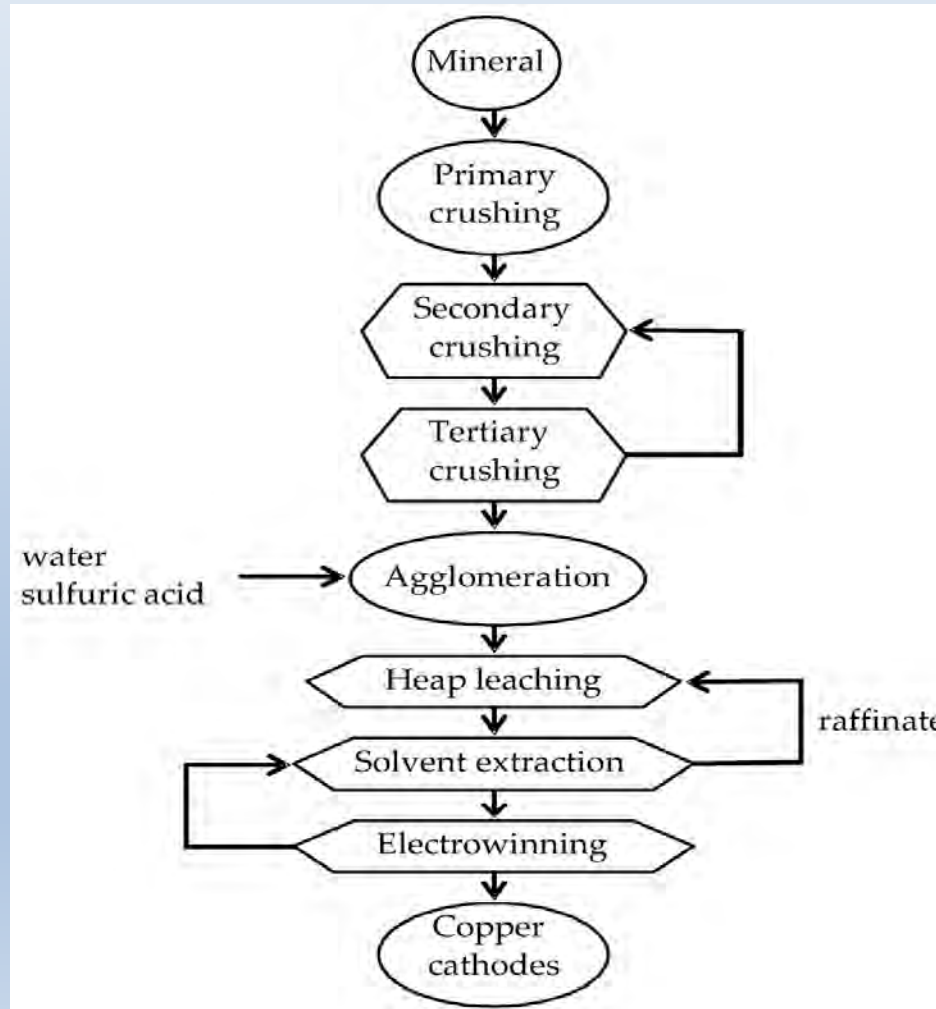


Chile, Escondida rézbánya meddője

# Technológiai áttekintés (in-situ BHM folyamat)



# Réz termelés folyamatábrája BHM technológiával



# Bioremediáció BHM technológiával (toxikus nehézfémek eltávolítása)

*In-situ* bioremediáció

*Ex-situ* bioremediáció

Az US EPA közleménye szerint: „*water contamination from mining is one of the top three ecological-security threats in the world*”.

# In-situ biológiai módszerek

## Környezeti kármentesítés

A vizet, az oxigént és a baktériumokat a szennyezett szilárd fázisra juttatjuk

- Folyamatos víz forgatás
- Folyamatos öntözés
- Injektálás

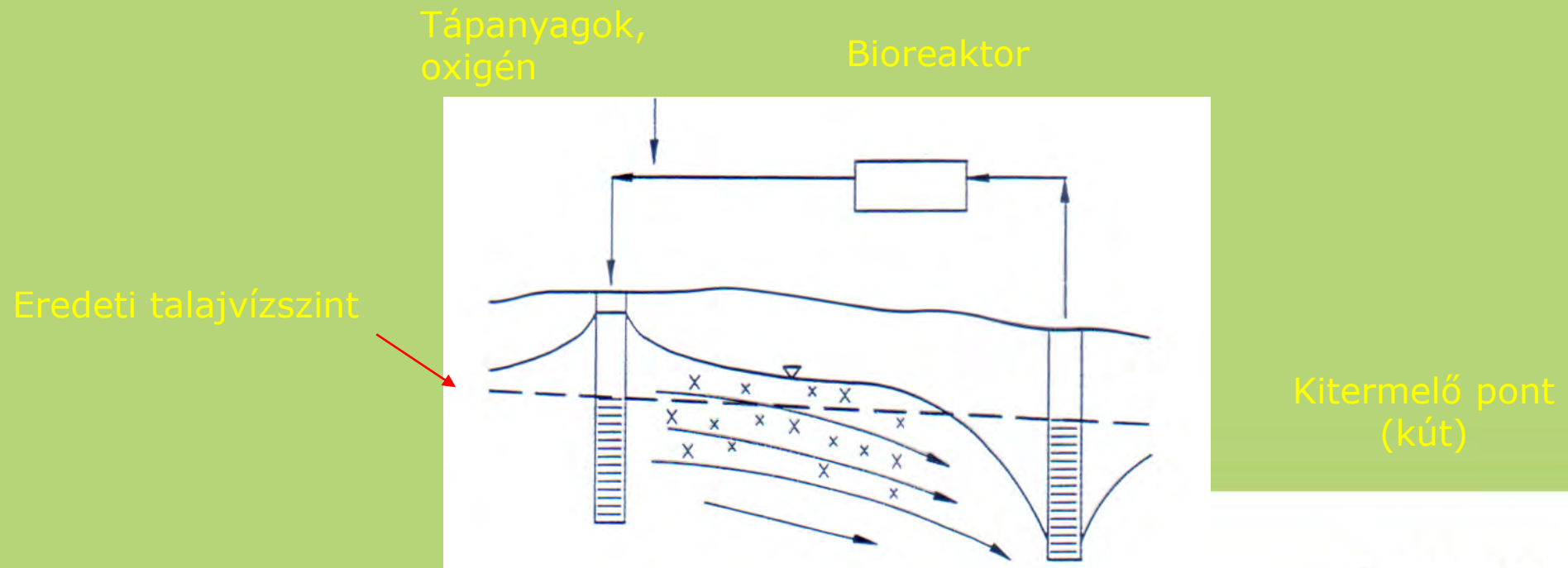


A mikroflóra aktivitása megemelkedik



A fémes szennyezéseket kioldjuk a szilárd fázisból

# Szennyezett talajok in-situ biológiai kezelése



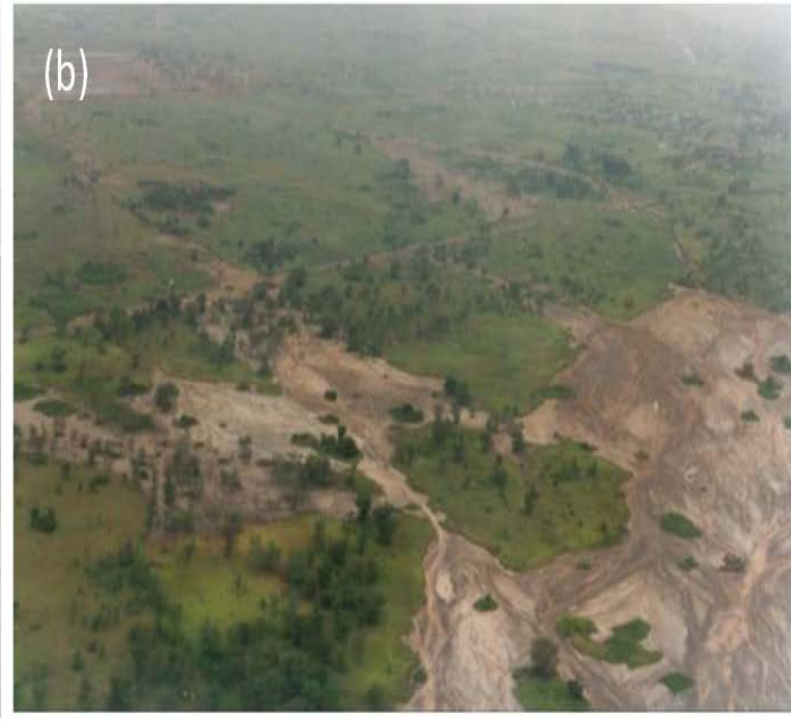
NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

*AZ INNOVÁCIÓ LENDÜLETE*

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT



A Kasese projekt Ugandában. Az a. képen láthatjuk a BHM technológiát működésben pirit kezelésére. A b. képen réz, kobalt, cink és nikkel tartalmú meddők láthatók





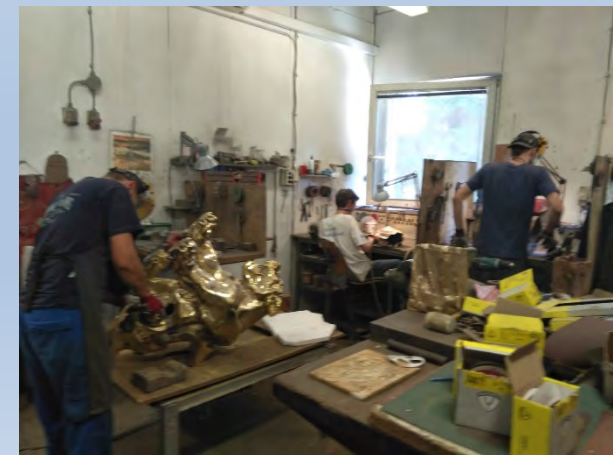
# Miért válasszuk a BHM-t?

1. Nincs kitermelési (bányászati) költség
2. Olyan ércekhez is hozzáférhetünk, amelyeket a hagyományos bányászati módszerekkel nem lehet elérni (vízszint, mélység, stb.)
3. Az engedélyezési folyamat egyszerűbb és gyorsabb
4. Kisebb kockázat és költségek
5. Kisebb környezeti terhelések (zaj, légszennyezés, stb.)



A CasterBronz BHM projektje az NKFI támogatásával (2018-2019)

- 2018 nyár: laboratóriumi léptékű kísérletek CSTR rendszerekkel – megvalósíthatósági tanulmány 6-8 fémmel szennyezett anyaggal
- 2018 ősz: pilot léptékű reaktorok (400-500 l)
- 2019: teljes technológiai leírás és design



Komponens	Mértékegység	Meddőhányó (Recsk)					
		1:10 vizes kivonat	2 mol/l HNO <sub>3</sub>	Ammónium-acetát.ecetsav-EDTE	Királyvizes	Salétromsav-hidrogén-peroxid	Ammónium-acetát pufferes (ecetsav+NH <sub>4</sub> OH)
Ezüst (Ag)	mikrog/kg	<22	382	<44	1192	403	55
Arzén (As)	mikrog/kg	1079	132980	9995	108070	136250	10028
Arany (Au)	mikrog/kg	<109	<218	<218	263	<218	<218
Bór (B)	mikrog/kg	218	1090	654	1515	1145	709
Bárium (Ba)	mikrog/kg	218	28667	5167	34845	29430	5221
Kadmium (Cd)	mikrog/kg	<2,2	276	136	112	283	170
Cérium (Ce)	mikrog/kg	<11	4480	1602	2616	4567	1679
Kobalt (Co)	mikrog/kg	<11	2954	872	1424	3008	1036
Króm (Cr)	mikrog/kg	<11	2834	207	2222	2954	207
Réz (Cu)	mikrog/kg	87	207100	107692	143420	223450	107801
Diszprózium (Dy)	mikrog/kg	<11	447	196	202	501	218
Erbium(Er)	mikrog/kg	<11	251	109	111	305	164
Európium (Eu)	mikrog/kg	<11	131	55	60,6	207	109
Gadolinium (Gd)	mikrog/kg	<11	534	229	232	556	240
Higany (Hg)	mikrog/kg	<4,4	152	<8,7	513	159	21
Holmium (Ho)	mikrog/kg	<11	87	44	40,4	98	44
Iridium (Ir)	mikrog/kg	<110	<218	<218	<200	<218	<218
Lantán (La)	mikrog/kg	<11	1962	709	1353	2126	818
Lutécium (Lu)	mikrog/kg	<11	33	<22	<20	33	<22
Molibdén (Mo)	mikrog/kg	44	185	<22	879	218	<22
Neodínium (Nd)	mikrog/kg	<22	2278	937	1172	2333	970
Nikkel (Ni)	mikrog/kg	<11	3673	905	2656	3771	927
Ozmiium (Os)	mikrog/kg	<0,11	<0,22	<0,22	<0,2	<0,22	<0,22
Ólom (Pb)	mikrog/kg	<11	13952	4790	20301	14116	5069
Palládium (Pd)	mikrog/kg	<11	<22	<22	30,3	<22	<22
Prazeodímium (Pr)	mikrog/kg	<11	545	218	303	545	218
Platina (Pt)	mikrog/kg	<11	<22	<22	<20	<22	<22
Ródium (Rh)	mikrog/kg	<11	<22	<22	<20	<22	<22
Ruténium (Ru)	mikrog/kg	<11	<22	<22	<20	<22	<22
Antimon (Sb)	mikrog/kg	447	4164	1831	15554	4207	1853
Szelén (Se)	mikrog/kg	283	1526	621	4858	1581	654
Szamárium (Sm)	mikrog/kg	<11	512	218	242	545	218
Ón (Sn)	mikrog/kg	<11	796	54,5	3737	818	55
Terbium (Tb)	mikrog/kg	<11	76	33	30,3	76	33
Túlium <sup>TM</sup>	mikrog/kg	<11	33	<22	<20	33	<22
Itterbium (Yb)	mikrog/kg	<11	207	81	90,9	218	87
Cink (Zn)	mikrog/kg	371	13080	5036	12524	13625	5069

Köszönöm a figyelmüket!

[www.casterbronz.hu](http://www.casterbronz.hu)



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

*AZ INNOVÁCIÓ LENDÜLETE*