



MISKOLCI EGYETEM

---

**MŰSZAKI FÖLD- ÉS  
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI  
KAR**

**Tantárgy neve: Bányászati hulladékok előkészítése, hasznosítása**

**MŰSZAKI FÖLD- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR BSc KÉPZÉS  
(nappali munkarendben)**

**TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ**

**MISKOLCI EGYETEM  
MŰSZAKI FÖLD- ÉS KÖRNYEZETTUDOMÁNYI KAR  
NYERSANYAGELŐKÉSZÍTÉS ÉS KÖRNYEZETTECHNOLÓGIA INTÉZET**

**Ajánlott félév: 5. félév**

## Tartalomjegyzék

1. Tantárgyleírás, tárgyjegyző, óraszám, kreditérték
2. Tantárgytematika (óraóra lebontva)
3. Minta zárthelyi
4. Vizsgakérdések
5. Egyéb követelmények

## 1. TANTÁRGYLEÍRÁS

<b>Tantárgy neve:</b> Bányászati hulladékok előkészítése, hasznosítása <b>Tárgyfelelős:</b> Dr. Szabó Roland	<b>Tantárgy kódja:</b> MFEET6501 <b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> Nyersanyagelőkészítés és Környezettechnológia Intézet <b>Tantárgyelem:</b> G
<b>Javasolt félév:</b> 5.	<b>Előfeltétel:</b> -
<b>Óraszám/hét (ea+gyak):</b> 0ea+2gy	<b>Számonkérés módja (a/gy/k):</b> aláírás, gyakorlati jegy
<b>Kreditpont:</b> 2	<b>Tagozat:</b> nappali

**Tantárgy feladata és célja:**

A tantárgy oktatásának célja a bányászati tevékenység során kitermelt, keletkező maradványanyagok, meddők (bányászati és előkészítési) hasznosításának, felhasználásának előkészítése, a hasznosítást segítő előkészítési eljárások és technológiák megismertetése a fenntartható természeti erőforrás-gazdálkodás érdekében.

**Fejlesztendő kompetenciák:****tudás:**

- Ismeri a szakterület tanulási, ismeretszerzési, adatgyűjtési módszereit, azok etikai korlátait és problémamegoldó technikáit.

**képesség:**

- Képes a műszaki földtudományi szakterület legfontosabb műszaki elméleteit, módszertani ismereteit az adott specializációhoz tartozó szakmai feladatok végrehajtásakor alkalmazni.  
- Képes rendszerbe foglalva értelmezni a földtudományi szakterülethez kapcsolódóan megszerzett természettudományi elveket, összefüggéseket, ismeretanyagot.  
- Képes a szakterületéhez kapcsolódóan műszaki folyamatokat szervezni és működtetni.  
- Irányítás mellett képes érdemi mérnöki közreműködésre összetett tervezési munkákban, a műszaki földtudományi feladatok megoldásában.  
- Képes szakterületének megfelelően, szakmailag adekvát módon, szóban és írásban kommunikálni anyanyelvén, és az adott szakterület egy élő idegen nyelvén.

**attitűd:**

- Törekszik a műszaki földtudományi szakterületen alkalmazott legjobb gyakorlatok, új szakmai ismeretek, módszerek megismerésére.  
- Törekszik kreatív megoldások megtalálására feladatának megoldása során.  
- Törekszik arra, hogy feladatainak megoldása, döntései a munkatársak véleményének megismerésével, együttműködésben történjen meg.  
- Komplex megközelítést kívánó, illetve váratlan döntési helyzetekben is törekszik a jogszabályok és etikai normák teljes körű figyelembevételével meghozni döntését.

**autonómia és felelősség:**

- Munkáját a fenntartható természeti erőforrás gazdálkodás elveinek tiszteletben tartásával végzi.  
- Önálló véleménnyel rendelkezik a földtudományi szakterület adott specializációját érintő szakmai kérdésekről.  
- Felelősséget vállal a szakvéleményében közölt megállapításokért és szakmai döntéseiért, az általa, illetve irányítása alatt végzett munkafolyamatokért.  
- Képesítésének megfelelően képes az önálló munkavégzésre, és beosztottak irányítására.  
- Képes a különböző társadalmi csoportok tagjaival együttműködést kialakítani.

**Tantárgy tematikus leírása:**

A bányászati termelés és az ásványi nyersanyagok feldolgozása során keletkező hulladék anyagok jellemzői és típusai, az eltérő feldolgozási technológiákból adódó eltérése a keletkezett bányászati hulladékok tulajdonságaiban. A Bányászati hulladékok és ásvány előkészítési meddők elhelyezése és kezelése, a zagytározókban és meddőhányókon elhelyezett maradékanyagok környezetre gyakorolt hatása, a hasznosítás lehetőségei, technológiák.

**Félévközi számonkérés módja:**

Önálló témakidolgozás, a szorgalmi időszak utolsó előtti óráján a téma előadás formájában történő bemutatása, az előadás anyaga tanulmányként beadva.

A félév végi aláírás szükséges feltétele az előadások rendszeres látogatása.

A tanulmány és az előadás, illetve az előadás után feltett kérdésekre adott válaszok alapján érdemjegyet kap ötfokozatú skálán. Alapvető ismereteknek nincs birtokában – **elégtelen**; alapvető ismeretekkel rendelkezik – **elégséges**; alapvető ismeretekkel rendelkezik, ezeknek gyakorlatban való alkalmazását is be tudja mutatni – **közepes**; ismereteinek részterületeit rendszer szinten, azok összefüggéseiben ismeri – **jó**; kiemelkedő részletességű, rendszerszintű ismeretekkel rendelkezik – **jeles**.

**Értékelése:**

> 85%: jeles;

75 – 84%: jó;

63 – 74%: közepes;

50 – 62%: elégséges;

<50%: elégtelen

**Kötelező és javasolt irodalom jegyzéke:**

**Kötelező irodalom:** A kötelezően elsajátítandó anyaghoz való irodalmat a tárgy oktatója a tárgy hallgatóinak rendelkezésére bocsátja a Miskolci Egyetem E-learning felületén, mely tartalmazza az előadáson elhangzott anyagot, és egyéb segédanyagokat.

- Órai jegyzet
- Mucsi Gábor (Szerk.): Erőműi pernye komplex hasznosítása. CriticEl Monográfia sorozat 6. Milagrossa Kiadó. 2014.
- Elena Garbarino, Glenn Orveillon, Hans G. M. Saveyn, Pascal Barthe, Peter Eder (2018). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from Extractive Industries, in accordance with Directive 2006/21/EC; EUR 28963 EN; Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018; ISBN 978-92-79-77178-1; doi:10.2760/35297, JRC109657.
- Barry A. Wills, Tim Napier-Munn: Mineral Processing Technology. 2006 Elsevier Science & Technology Books ISBN: 0750644508
- Bell & Donnelly Mining and Its Impact on the Environment, 2006

## **2. TANTÁRGYTEMATIKA**

### **Bányászati hulladékok előkészítése, hasznosítása Tantárgytematika (ÜTEMTERV) Aktuális tanév őszi félév**

**Műszaki Földtudományi Alapszak, 5. félév, Nyersanyag előkészítés mérnök specializáció**

#### **Előadástematika**

##### **1. hét**

Bevezetés. Tantárgy helye az oktatásban. Ismétlés. (szeptember 11.)

##### **2. hét**

Féléves feladatok kiadása. Javaslatok a kidolgozásra. (szeptember 18.)

##### **3. hét**

A bányászati termelés és az ásványi nyersanyagok feldolgozása során keletkező hulladék anyagok jellemzői és típusai. (szeptember 25.)

##### **4. hét**

A keletkezett bányászati hulladékok tulajdonságainak eltérése az eltérő feldolgozási technológiákból adódóan. (október 02.)

##### **5. hét**

A bányászati hulladékok és ásványelőkészítési meddők elhelyezése és kezelése. (október 09.)

##### **6. hét**

A zagytározókban és meddőhányókon elhelyezett maradékanyagok környezetre gyakorolt hatása. (október 16.)

##### **7. hét**

Ünnepnap (Az 1956-os Forradalom Ünnepe) - munka- és oktatási szünet (október 23.)

##### **8. hét**

Rektori szünet - oktatási szünet (október 30.)

##### **9. hét**

A hasznosítás lehetőségei, technológiák ismertetése. (november 06.)

##### **10. hét**

Anyagjellemzők meghatározásának módja. (november 13.)

##### **11. hét**

Szénbányászati melléktermékek és hulladékok. (november 20.)

##### **12. hét**

Konzultáció. (november 27.)

##### **13. hét**

A féléves feladat háttér anyagának leadása. Előadások átnézése, finomítása. (december 04.)

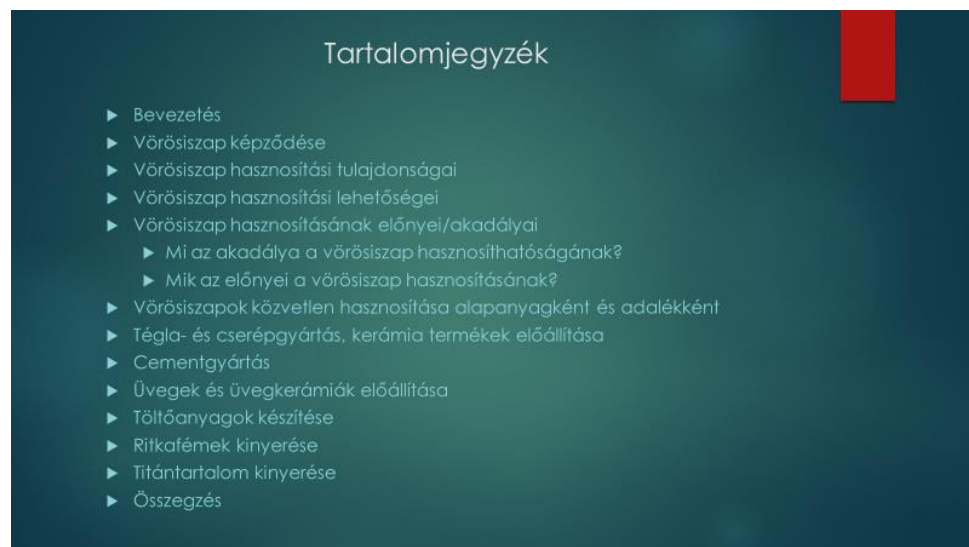
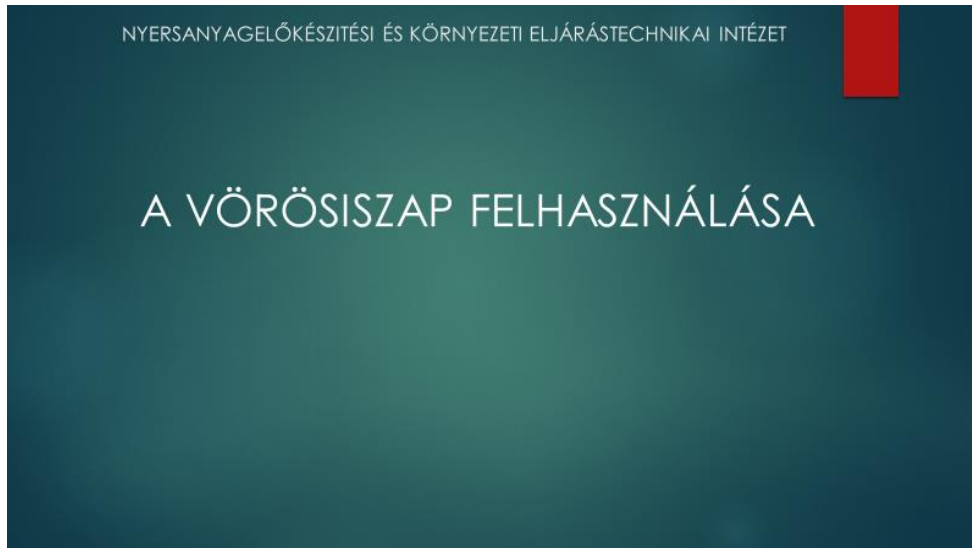
##### **14. hét**

Hallgatói előadások a féléves feladatból. (december 11.)

### 3. MINTA ZÁRTHELYI

#### Bányászati hulladékok előkészítése, hasznosítása

Mivel a gyakorlati jegy megszerzése nem zárthelyi dolgozathoz, hanem egy féléves kutatói feladat beadásához kötött, ezért nem minta zárthelyi, hanem egy minta prezentáció bemutatására kerül sor jelen fejezetben.



## Bevezetés

A VÖRÖSISZAP A TIMFÖLD GYÁRTÁS MELLÉKTERMÉKE, LEHET VESZÉLYES ÉS NEM VESZÉLYES KATEGÓRIÁBA SOROLHATÓ HULLADÉK A LÚGSSÁG MÉRTÉKÉTŐL FÜGGŐEN. SZEMCSEMÉRETE MIATT VESZÉLYES, KIPORZÁST OKOZHAT, EZÉRT NEDVESEN VAGY TAKARÓRÉTEG ALATT KELL TÁROLNI. HA A POR LÚGOS, ANNAK SZEM- ÉS BŐRIRRITÁLÓ, VALAMINT MARÓ HATÁSÁVAL KELL SZÁMOLNUNK. BELÉGZÉSSEL A LÉGCSŐBE ÉS TUDÓBE JUTVA IS JELENTKEZHET A LÚG IRRITÁLÓ ÉS MARÓ HATÁSA.

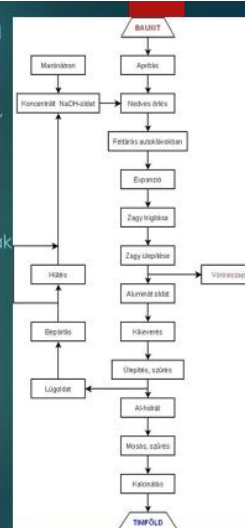


## A vörösiszap képződése

- ▶ - A timföldet bauxitból állítják elő
- ▶ - Porrá őrlik, majd nátrium-hidroxiddal nagy nyomáson, 150–180°C-on főzik
- ▶ - A vizes szuszpenziót vízzel kétszeresére hígítják, majd ülepitőbe töltik
- ▶ - Ezt az oldatot a kikeverő medencébe juttatják
- ▶ - A vízoldható nátrium - alumínátot vízzel elhidrolizálják alumínium-hidroxiddá, a keletkező nátrium-hidroxidot újra felhasználják
- ▶ - Egy tonna timföld előállításakor 1,5-2 tonna vörösiszap keletkezik
- ▶ - Víztartalmát hosszú ideig nem veszíti el, emiatt a plasztikussági határ közeli vagy a feletti állapotban van
- ▶ - Folyósodásra hajlamos



- ▶ - A világ timföldtermelésének 90%-át a Karl Joseph Bayer féle eljárással végzik
- ▶ - A gazdaságosabb műveletvégzés érdekében körfolyamat-szerűen alkalmazzák: 1. Bauxit törése, aprítása, 2. Beállítás, 3. Kovasavtalanítás, 4. Feltárás, 5. Vörösiszap elválasztása, 6. Kikeverés, 7. Kalcinálás
- ▶ - Az eljárás azon alapul, hogy a bauxitércben lévő alumínium-oxid hidrátok oldhatósága lúgoldatokban a hőmérséklet és a lúgkoncentráció függvényében nagymértékben változik
- ▶ - A feltárás folyamatában a bauxitból katalizátor jelenlétében, kioldják annak alumínium tartalmát
- ▶ - a kikeverés folyamatában alumínium-hidroxidot kristályosítanak és bepárlással marónátront nyernek vissza
- ▶ - A visszamaradó egyéb ásványok elegye erősen lúggal szennyezett veszélyes hulladék. Ez a vörösiszap, aminek elhelyezése speciális tárolót igényel.





## A vörösiszap hasznosítási tulajdonságai

- ▶ 1. Építőipari hasznosítás
- ▶ 2. Vegyipari felhasználás
- ▶ 3. Környezetvédelem
- ▶ 4. Mezőgazdaság
- ▶ 5. Metallurgia
- ▶ - A magyar vörösiszapok tipikus összetétele miatt a vas és az alumínium kinyerésének van gazdasági prioritása. A kis mennyiségekben jelenlévő elemek kinyerése nem gazdaságos



Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16–18 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	33–48 %
SiO <sub>2</sub>	9–15 %
TiO <sub>2</sub>	4–6 %
Na <sub>2</sub> O	8–12 %
MgO	0,3–1 %
CaO	0,5–3,5 %
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,2–0,3 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,5–1,0 %

## A vörösiszap hasznosítási lehetőségei

- ▶ 1. Építőipari hasznosítás:
  - Cementgyártás.
  - Téglák, blokk téglák, építőelemek előállítás.
  - Geopolimerek.
- ▶ 2. Vegyipari felhasználás:
  - Katalizátorok, szorbensek.
  - Kerámiák, bevonatok.
  - Műanyag töltőanyagok.
  - Pigmentek.
- ▶ 3. Környezetvédelemben:
  - Szennyvizek és savas bányavizek kezelése.
  - Szennyezett talaj kezelése.
  - Savas füstgázok és véggázok kezelésére.
  - SO<sub>2</sub> elnyelés.
  - CO<sub>2</sub> elnyelés.
- ▶ 4. Mezőgazdaság:
  - Talajadatlékként (pH-beállítás).
  - Foszforháztartás javítására, foszforvisszatartás.
  - Szennyezett talajok kezelése.
- ▶ 5. Metallurgia:
  - Fémvisszanyerés, kinyerés vörösiszaptól.
  - Acélgártárhoz.
  - Nem-fő komponensek kinyerése.

Vegyület/ásvány	Tapasztalati képlet
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 16–18%	
Gibbsit (hidroglit)	Al(OH) <sub>3</sub>
Bőmit	γ-AlO(OH)
Diaszpor	α-Fe <sub>2</sub> (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH)
Aluminogitit	α-Fe <sub>2</sub> (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> (OH)
Nátrium-alumínium-szilikátok (szodalit, kankrit)	3(Na <sub>2</sub> O, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 2SiO <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> · xH <sub>2</sub> O X: CO <sub>3</sub> z: SO <sub>4</sub> z: 2Cl, 2OH, 2[Al(OH) <sub>4</sub> ]
Kalcium-alumínium-szilikátok Tri-kalcium-alumínát	3CaO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 2SiO <sub>2</sub> · (6–2z)H <sub>2</sub> O 3CaO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , 6H <sub>2</sub> O

Vegyület/ásvány	Tapasztalati képlet
Na <sub>2</sub> O: 8–16%	
Nátrium-alumínium-szilikátok (szodalit, kankrit)	3(Na <sub>2</sub> O, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> · xH <sub>2</sub> O X: CO <sub>3</sub> z: SO <sub>4</sub> z: 2Cl, 2OH, 2[Al(OH) <sub>4</sub> ] Na <sub>2</sub> O · xTiO <sub>2</sub> (x = 3,4 vagy 8)
Nátrium-titanát	
MgO = 0,3–1%	MnO = 0,2–0,3%
CaO = 0,5–3,5%	ZrO <sub>2</sub> = 0,1–0,15%
V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,2–0,3%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> = 0,5–1%
Ce: 0,04%; La: 0,02%; Nd: 0,2%; Y: 0,015%; Sc: 0,05%; Sm: 0,02%; Pr: 0,001%	

## Mi az akadálya a vörösiszap hasznosíthatóságának?

- ▶ - Az ásványi komponensekben kötött víztartalma. Mechanikai hatásra a még látszólag szilárd anyag is higolyós lesz
- ▶ - A Na tartalma. A szodalit Na-tartalma járatzavarokat okoz, korlátozza a bekeverhetőséget téglákba vagy betonelemekbe
- ▶ - A vörösiszaptól készült vagy vörösiszappal adalékolt termékekkel, ill. talajjavító anyagokkal a sugárzó fémek szétszóródhatnak a tágabb környezetbe
- ▶ - A legnagyobb részarányt jelentő vas koncentrációja az esetek zömében nem éri el a vasmetallurgiában használt ércet vaskoncentrációját



## Mik az előnyei a vörösiszap hasznosításának?

- ▶ - Előnyt jelent ha a vörösiszap egy vagy több alkotóját elválasztjuk és külön-külön értékes terméké alakítjuk
- ▶ - Magas vastartalma miatt jó minőségű vaskohászati alapanyagként hasznosítható
- ▶ - Ha a benne lévő nátriumvegyületet- amelyek meglámadják a kohászati berendezések falazatát- először is elválasztjuk a vastartalmú fázisoktól
- ▶ - Titán és egyéb ritkafém-tartalma miatt , ritkafém-forrás is lehet



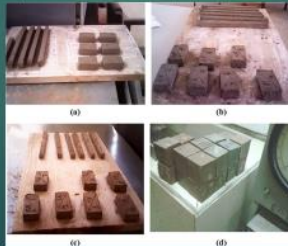
A hasznosítási megoldásoknál viszont több szempontot kell mérlegelnünk:

- ▶ - mennyi a feldolgozható vörösiszap mennyisége ?
- ▶ - a feldolgozás révén milyen mértékben csökken a környezetterhelés?
- ▶ - képződik-e újabb hulladék a feldolgozás során?
- ▶ - az elképzelt technológia iparilag megvalósítható-e?
- ▶ - nem veszélyes-e a technológia?
- ▶ - mennyi a hozzáadott érték?
- ▶ - a technológia megvalósítását az érintett lakosság támogatja-e?

## Vörösiszapok közvetlen hasznosítása alapanyagként és adalékként

### Tégla- és cserépgyártás, kerámia termékek előállítása

- ▶ - A vörösiszapot jellemzően más hulladékkal és különböző hidraulikus kötőanyaggal (cementtel, gipsszel, vízüveggel, kohósalakkal, stb.) elegyítik, formázzák, majd magas hőmérsékleten hőkezelik
- ▶ - A téglagyártás nagymennyiségben használhat fel vörösiszapot. A téglamasszába 20-70% keverhető be, ha a vörösiszapot megfelelő (tulajdonságjavító, porusképző és módosító) komponensekkel egészítik ki (Kína, India)



### Cementgyártás:

- ▶ - Megfelelő komponensekkel a vörösiszap a cementgyártás hasznos segédanyaga lehet
- ▶ - A vörösiszap megfelelő hőkezeléskor cementhez hasonló, gyors hidraulikus kötésre képes anyaggá alakul, amely cementhez keverve növeli az abból készített beton szilárdságát
- ▶ - Indiában évente 2,5 millió, míg Kínában 800 ezer tonna vörösiszapot használnak fel a cementgyártáshoz



### Üvegek és üveggerámák előállítása:

- ▶ - A vörösiszapok az üvegyártás valamennyi főkomponensét tartalmazzák, így megfelelő minőségű és mennyiségű segédanyagok hozzáadásával a vörösiszapokból üvegtermékeket lehet előállítani
- ▶ - A vörösiszappból készült üvegek tulajdonságai javíthatók ha azokat megolvasztják, majd adalékanyagok hozzáadásával szabályozott körülmények között lassan lehűtik
- ▶ - A keletkezett üveggerámia számos mechanikai, termikus, kémiai, elektromos és mágneses tulajdonsággal rendelkezik



### Töltőanyagok készítése :

- ▶ - A vörösiszap elsődleges szemcséi 50-100 nm méretűek. Ezt az adottságot kihasználva a gumigyártástól az építőiparon keresztül az útépitésig töltőanyagokként felhasználható
- ▶ - A savval kezelt vörösiszap töltőanyagként javítja a gumi tulajdonságait, illetve a korom alternatívájaként is számításba vehető
- ▶ - Japánban vörösiszappból és vulkáni hamuból műtalaj kialakítására alkalmas pelleteket állítottak elő

### Ritkafémek kinyerése :

- ▶ - A vanádiumon és a titánon kívül a hazai vörösiszapok jellemzően 1500-2500 ppm (0,15-0,25%) ritkafémet tartalmaznak
- ▶ - Ezek az értékek a földkéreg 16 km-es felső rétegére vonatkoztatott úgynevezett Clark-értékek többszörösei
- ▶ - A vörösiszap potenciális ritkafém forrásnak tekinthető, viszont adott koncentrációviszonyok mellett a önálló ritkafém-forrásként nem használható

### Titántartalom kinyerése:

- ▶ - A titántartalmat a vörösiszap vagy annak metallurgiai felkészítéséből keletkezett salak kénsavas feltárással vagy klorosavval lehet kinyerni
- ▶ - Az almásfűzői vörösiszap viszonylag nagy koncentrációban tartalmaz tartalmaz titán-oxidot, így ennek kinyerése gazdasági szempontból is fontos eleme a feldolgozásnak



## Összegzés

- ▶ - A vörösiszap egy nagyon sokféle körben használható, ugyanakkor a környezetünkre nézve , nagyon veszélyes melléktermék. Mindemellett a lerakásából származó környezetterhelés csökkentése is bonyolult probléma
- ▶ - Montedison vállalat- Földközi- tenger
- ▶ - Ajka- Több mint egymillió köbméternyi zagy árasztotta el a mélyebben fekvő közeli falukat
- ▶ - Világszerte rengeteg kutatás folyik a vörösiszapok hasznosítására és ezeknek magyar szakemberek is aktív részesei
- ▶ - Sokféle javaslat is született a hasznosításra, de a műszaki, környezeti és gazdasági szempontból egyaránt megoldást jelentő komplex feldolgozást mai méretben még nem valósítottak meg



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

## 5. EGYÉB KÖVETELMÉNYEK

Mivel a tantárgy követelménye a gyakorlati jegy megszerzése a féléves feladat eredménye alapján, ezért vizsgakérdések nincsenek.

Miskolc, 2023. szeptember. 05.

---

Dr. Nagy Sándor  
Intézetigazgató egyetemi docens

---

Dr. Szabó Roland  
tudományos munkatárs