



# RITKAFÖLDFÉMEK KINYERÉSE A VÖRÖSISZAP HASZNOSÍTÁSA KERETÉBEN

## PANNON EGYETEM RFF Kutató csoport:

Prof. Dr. Rédey Ákos,† egyetemi tanár

Dr Juzsakova Tatjana, egyetemi docens

Dr. Pap Tamás, egyetemi docens

Dr. Varga Béla, tudományos segédmunkatárs

Kulcsár Gvendolin, technikus, laboráns

Ali Dawood, PhD hallgató

Thamer Adnan Abdullah, PhD hallgató

Dr. Domokos Endre Gábor, egyetemi docens

Dr. Sebestyén Viktor, tudományos főmunkatárs

ifj. Rédey Ákos, mérnök

Lakó János, tanszéki mérnök

**SZÉCHENYI** 2020 



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

**Európai Unió**  
Európai Regionális  
Fejlesztési Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**

# A vörösiszap analitikai vizsgálata



száritott vörösiszap



Micromeritics 3FLEX,  
Fizikai szorpiót vizsgáló készülék



Shimadzu ATX-324 R  
Analitikai mérleg



Automatikus TPD/TPR  
készülék



Avio™ 550 MAX

A kísérletek során a fémek koncentráció mennyiségének meghatározása induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrometria (ICP-OES) módszerrel történt

# A vörösiszap kémiai összetétele

- A vörösiszap a timföldgyártás melléktermékeként keletkezett
- Hazánkban nagy mennyiségben került lerakásra: >10 Mt vörösiszap
- Fő komponensek:



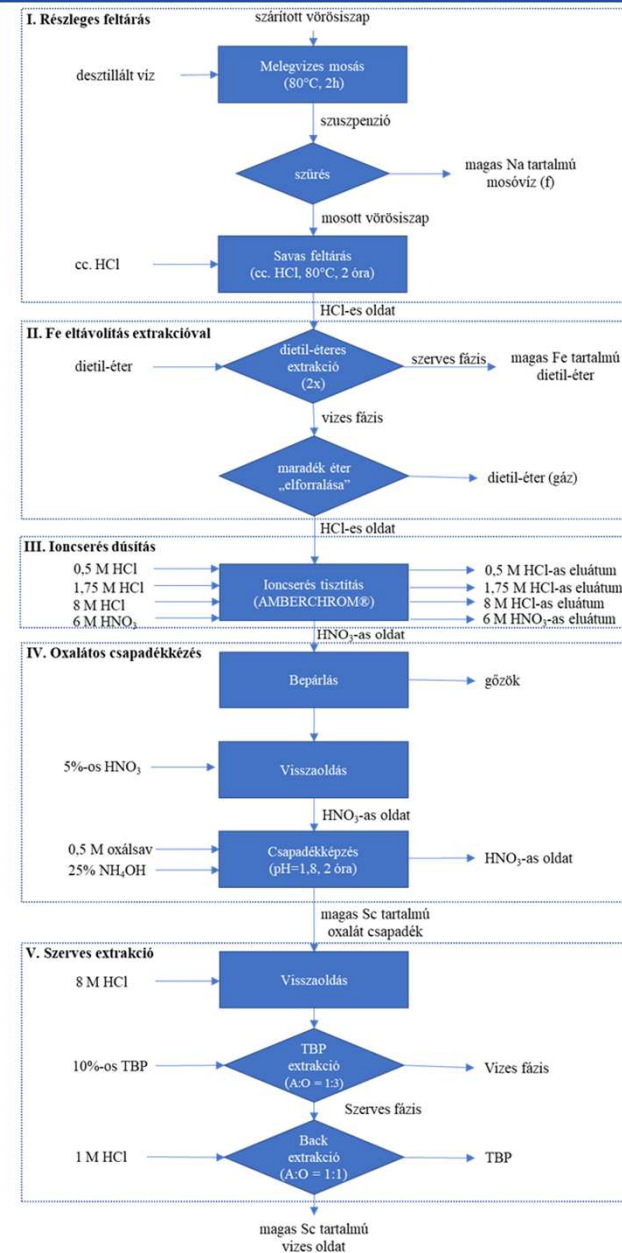
Elemek	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>
% (m/m)	14,3	7,7	37,0	0,53	4,8	20,0	3,8
RSD (±%)	1,6	2,5	2,6	0,21	1,3	2,7	0,5

- Értékes további komponensek:

Elemek	Ba	Ce	Cr	La	Nb	Sc	Sm	Y	V	Zn	Zr
mg/kg (ppm)	163	188	574	299	100	<b>100</b>	127	121	866	200	1001
RSD (±%)	18	18	64	63	12	<b>20</b>	18	24	110	83	81

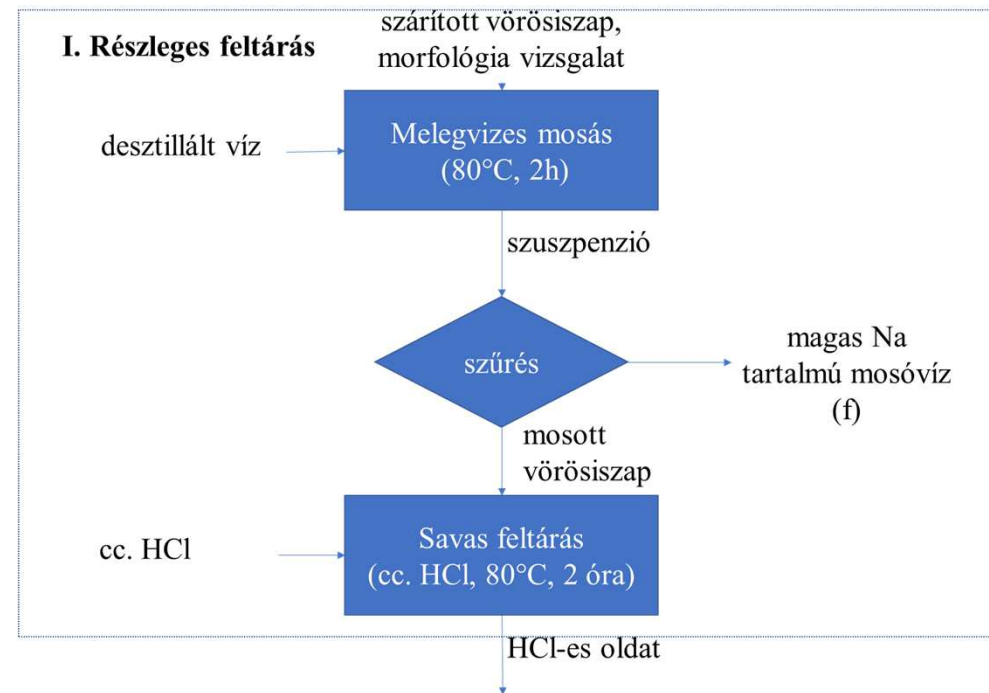
# Módszer fejlesztés

- A vörösiszap fémkomponenseinek elválasztása
  - részleges feltárás
  - ioncsere
  - folyadék-folyadék extrakció
  - csapadékképzés
- Szárított vörösiszából a szkandium kinyerése 5 fő lépésben történt:
  1. Részleges feltárás
  2. Fe eltávolítása
  3. Ioncserés dúsítás
  4. Oxálsavas csapadékképzés
  5. Szerves extrakció



# I. Részleges feltárás

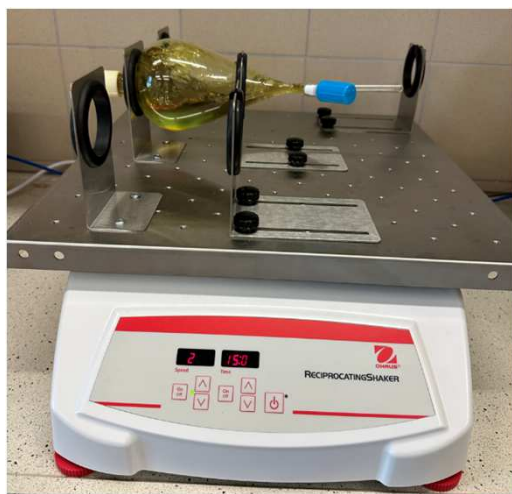
Az első lépésben a vörösiszap mosása és sósavas feltárása történik.



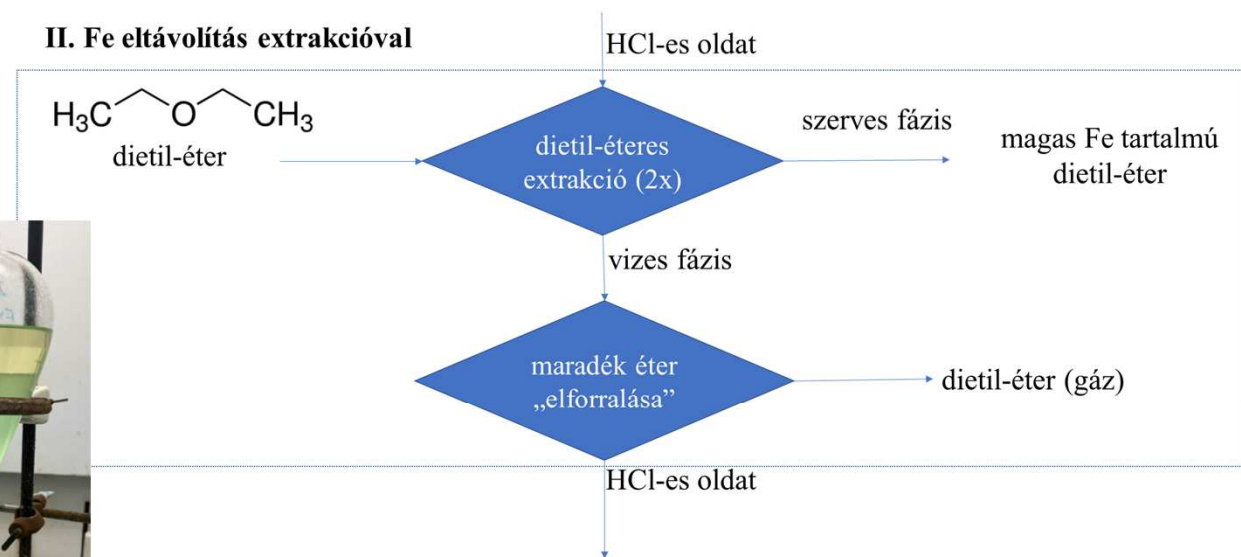
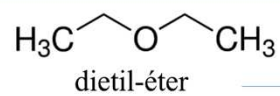
A szkandium 65-70%-a oldatba vihető.

## II. Vas eltávolítása extrakcióval

Vas eltávolítása dietil-éteres folyadék-folyadék extrakcióval.



### II. Fe eltávolítás extrakcióval



Vas eltávolítás 99,7%-os hatékonysággal



# III. Fő lépés: ioncserés dúsítás

Ritkaföldfémek elválasztása a főelemektől ioncserés eljárással kerül megvalósításra



Gyanta: AmberChrom/DOWEX® 50Wx8(H))

## III. Ioncserés dúsítás

0,5 M HCl

1,75 M HCl

8 M HCl

6 M HNO<sub>3</sub>

Ioncserés tisztítás  
(AMBERCHROM®)

0,5 M HCl-as eluátum

1,75 M HCl-as eluátum

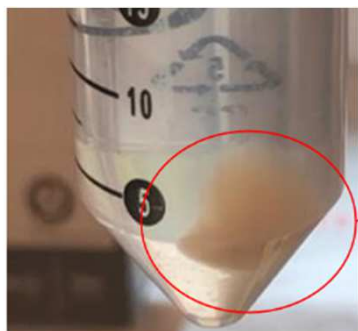
8 M HCl-as eluátum

6 M HNO<sub>3</sub>-as eluátum

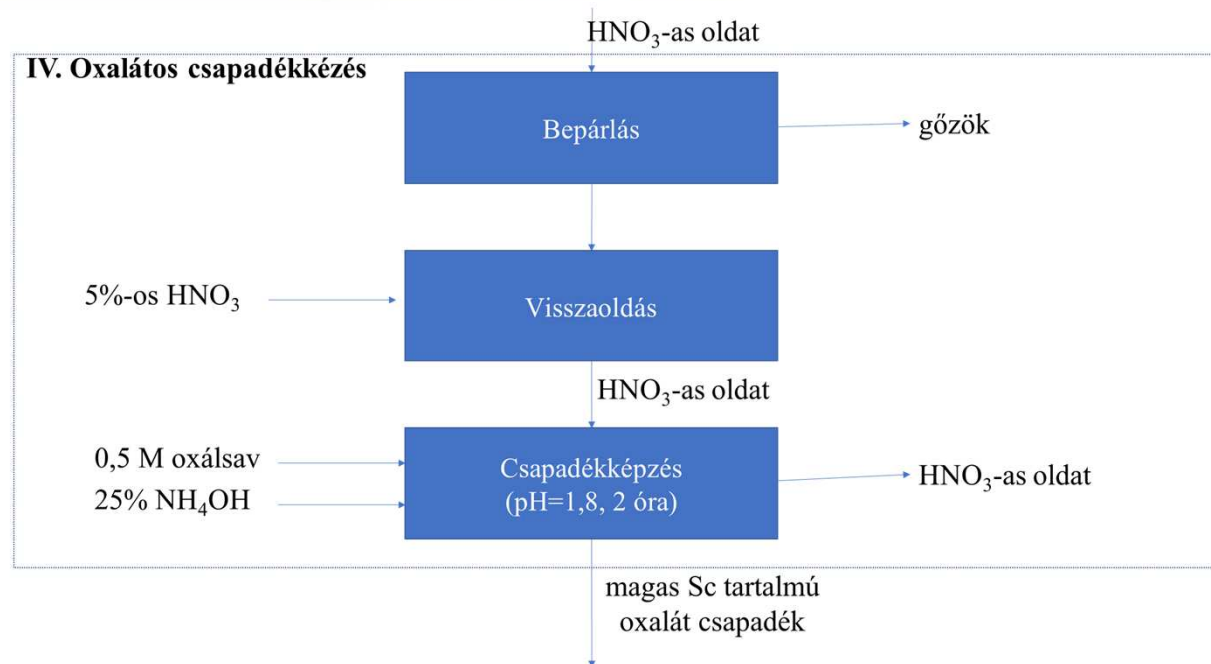
HNO<sub>3</sub>-as oldat

- Kapott frakció nagyságrendileg azonos mennyiségben tartalmazza a ritkaföldfémeket és a főelemeket.

# IV. Oxalátos csapadékkepzés

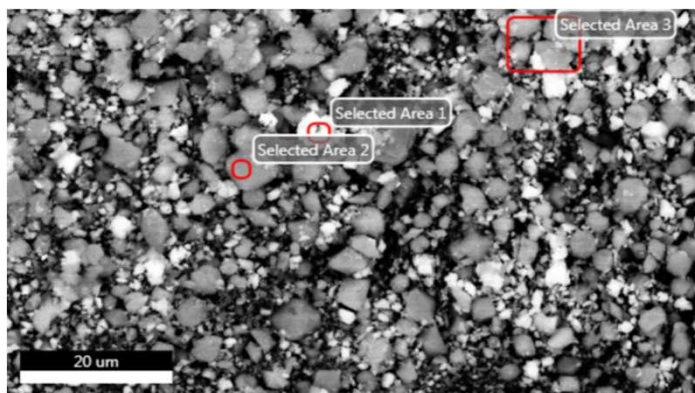


Szkandium tartalmú csapadék



A kapott csapadék Al és Fe tartalma tovább csökkent

Elem	C	N	O	Al	S	Ca	Sc	La	Ce	Si
m/m, %	4,73	54,23	0,39	0,11	8,01	1,44	2,13	3,14	0,43	4,73

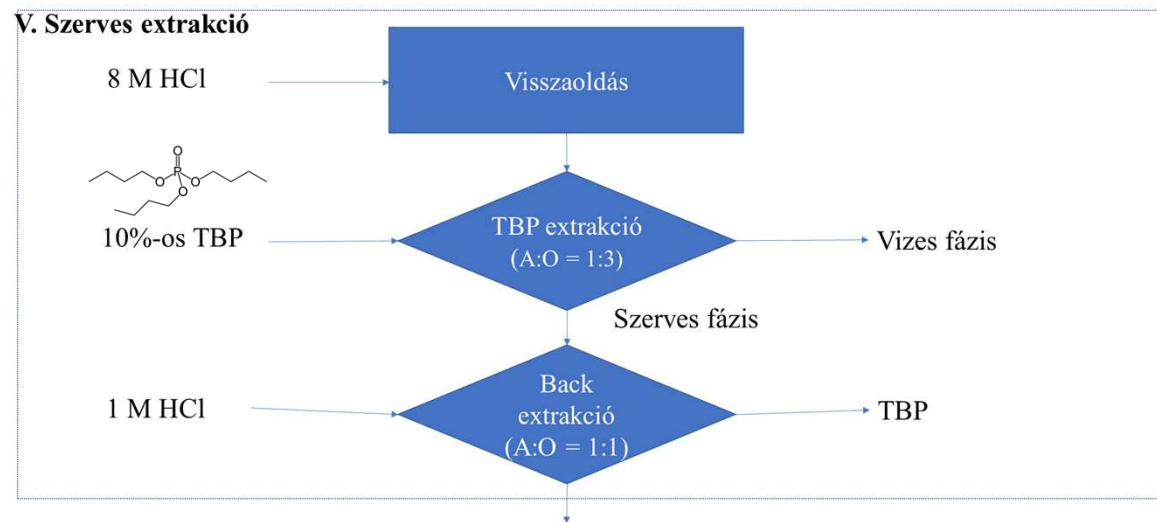


Sc tartalmú csapadék elektronmikroszkópos felvétele



# V. Szerves extrakció

Tributil-foszfáttal (TBP) végzett folyadék-folyadék extrakcióval kombinálva még tovább csökkenthető a szennyező elemek mennyisége és a termék tisztasága.



Magas szkandium tartalmú vizes oldat

# Eredmények

	Al ppm	Ca ppm	Ce ppm	Fe ppm	La ppm	Mg ppm	Mn ppm	Na ppm	Sc ppm	Ti ppm	Y ppm	Si ppm	Sc aránya %*
Vörösiszap összetétele	90067	96547	731	278133	209	6557	4449	35533	<b>93</b>	21453	119	191	0.017
Oxalátos csapadék összetétele	175	67424	71400	80	31607	0	0	357	<b>17240</b>	125	125	1176	9.09
Szerves extrakcióval nyert oldat összetétele	1295	4943	1500	3153	1108	631	0	716	<b>16909</b>	0	23	1523	53.17

\* Az ICP mérés során mért koncentrációk összehasonlításából kapott érték: Sc / összes mért ion mennyisége

# Összefoglaló

- A szkandium (Sc) és egyéb fémkomponensek vörösiszapból történő kinyerése céljából egy ioncserén alapuló módszer került kidolgozásra.
- Fontos, hogy a nem megfelelő koncentrációjú frakciókat a folyamat korábbi fázisába visszavezethető.
- Ez nem csak környezetvédelmi, hanem gazdaságossági szempontból is előnyös, hiszen a szennyezett anyagokat nem kell megsemmisíteni, hanem azok visszaforgatásával az értékes anyagok fokozatosan koncentrálnak és idővel hasznosíthatóak.
- A vörösiszapból ritkaföldfémek gazdaságos kinyerése nem lehetséges, így más elemek (Ti, Ce, La) hasznosítását is mérlegelni kell egy komplex hasznosítási eljárásban.

# Publikációk

- Salman A.D., Juzsakova T., Rédey Á., Le Ph.C., Nguyen X.C., Domokos E., Abdullah T.A., Vagvolgyi V., Chang S.W., Nguyen D.D.: **Enhancing the Recovery of Rare Earth Elements from Red Mud**, Chemical Engineering Tehcnology, **2021** <https://doi.org/10.1002/ceat.202100223>
- Salman A. D, Juzsakova T, Redey A., Ibrahim RI, Al-Mayyahi MA, Mohsen S, Abdullah TA, Domokos E.: **Synthesis and Surface Modification of Magnetic  $Fe_3O_4@SiO_2$  Core-Shell Nanoparticles and Its Application in Uptake of Scandium (III) Ions from Aqueous Media**. Environ Sci Pollut Res, 28, 28428–28443, **2021**. doi: 10.1007/s11356-020-12170-4.
- Salman, A.D.; Juzsakova, T.; Jalhoom, M.G.; Le, P.-C.; Abdullah, T.A.; Cretescu, I. ; Domokos, E. ; Nguyen, V.-H. **Potential Application of Macrocyclic Compounds for Selective Recovery of Rare Earth Scandium Elements from Aqueous Media**, Journal of Sustainable Metallurgy volume 8, pages 135–147, **2022**, Q2 IF 3.068 Q2
- Salman, A.D., Juzsakova, T., Jalhoom, M.G. et al. **Studying the Extraction of Scandium(III) by Macrocyclic Compounds from Aqueous Solution Using Optimization Technique**. Int. J. Environ. Sci. Technol. **2022**. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-03917-2> Q2 IF 3.519
- több mint 12 db **nemzetközi konferencia**
- Ali D Salman: PhD dolgozatot 2023 **“Utilization of the Bauxite Residue to Recover Scandium Rare Earth Element”**, Pannon Egyetem

# KÖSZÖNÖM A MEGTISZTELŐ FIGYELMET!

Alprojekt vezető:

Dr. Juzsakova Tatjana  
juzsakova.tatjana@mk.uni-pannon.hu

Előadó:

Dr. Varga Béla  
varga.bela@mk.uni-pannon.hu

**SZÉCHENYI** 



MAGYARORSZÁG  
KORMÁNYA

**Európai Unió**  
Európai Regionális  
Fejlesztési Alap



**BEFEKTETÉS A JÖVŐBE**