



# VÝVOJ POSTUPOV BIOREMEDIÁCIE ANORGANICKÉHO ZNEČISTENIA

Iveta Štyriaková, Katarína Čechovská,  
Ľubica Kovaničová, Jaroslav Šuba,  
Marián Košuth, Ivana Semjanová





# Materiál a metódy

## Vzorky pôdy:

3 odberové miesta – **R1**, R2, R3 - lokalita Richnava v blízkosti podniku Kovohuty Krompachy (**R1** - **zaplavované riekou Hornád**)

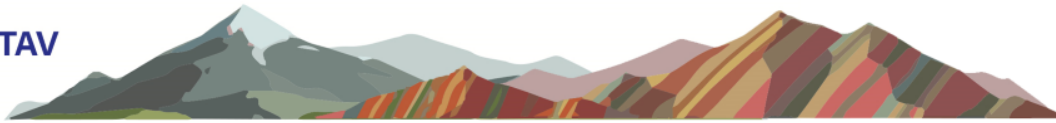
Prvky [mg/kg ]	As	Hg	Sb	Cu	Zn	Ba	Ni	Pb	Cd
<b>R1</b>	<b>364</b>	<b>31</b>	<b>61</b>	<b>692</b>	541	<b>3303</b>	86	143	1
<b>R2</b>	56	<2	28	200	329	465	54	80	<1
<b>R3</b>	40	<2	17	104	187	478	49	46	<1
<b>IT</b>	70	10	40	600	2500	1000	250	300	20

## Perkolačné predlúhovanie 10 mM CHL a následné CHL a BL lúhovanie v kolónach:

**CHL:** M1 (10mM Na<sub>2</sub>EDTA), M2 (10mM Na<sub>3</sub>EDDS) a M3 (10mM Na<sub>2</sub>EDTA + 10mM Na<sub>3</sub>EDDS) (300 ml x 3) a navážkou vzorky 300 g

**BL:** M1 (2mM Na<sub>2</sub>EDTA), M2 (2mM Na<sub>3</sub>EDDS) a M3 (2mM Na<sub>2</sub>EDTA + 2mM Na<sub>3</sub>EDDS) s biogénnymi prvkami a živinami (300 ml x 3) a navážkou vzorky 300 g





# Granulometrické zloženie pôdy R1

Lokalita	Zrnitostná trieda	Hmotnostný výnos		Označ.	Hmotn. výnos.
	(mm)	(g)	(%)		(%)
Richnava R1				R1/MP1	0,96
	+0,5	7,62	2,51	R1/NP1	1,55
				R1/MP2	16,82
	-0,5	295,77	97,49	R1/NP2	80,67





# Mineralogické zloženie pôdy R1

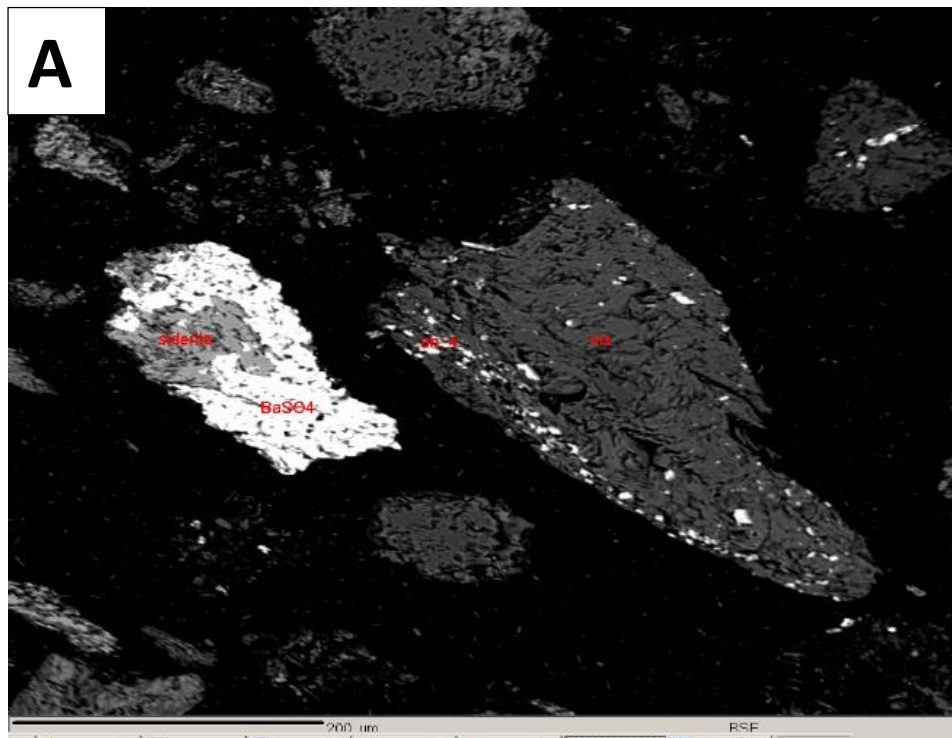
VZORKA – R1	MIN.OBSAH
<b><u>R I C H N A V A</u></b>	
<b>&gt; 0,5 mm po MS</b>	
Richnava R1-MP1+	Qtz 71/ Plg 6,0/ <b>Hem 8,0?</b> / Chl 5,2/ Msk 3,1/ <b>Sd-Mg 2,2 + Sd II 2,1/</b> K-Fs -Mic? 1,2/ Dol 1,0
<b>&lt; 0,5 mm po MS</b>	
Richnava R1-MP2-	<b>Sd 76/ Qtz 13,5/</b> Chl 3,5/ Msk 1,7/ <b>Hem 1,4/</b> Dol 1,1/ Plg 1,0/ Brt 1,1/ K-Fs -Mic? 0,3/ Cal ? 0,3
<b>Ťažká frakcia</b>	
Richnava R1-TP	<b>Sd 72,5/ Qtz 16/</b> Brt 6,0/ Dol 1,5/ Plg 1,0/ <b>Hem 0,7/</b> Msk 0,6/ Chl 0,5/ K-Fs -Mic? 0,3/ Cal 0,2/ Ilm? 0,4?
<b>Ílová frakcia</b>	
Richnava R1-IF(Si+alko)	Qtz/ Msk/ Chl/ Kln/ K-Fs -Mic/ Sid/ Cal/ Hem/ Gt/ Plg/ amorf Ilt



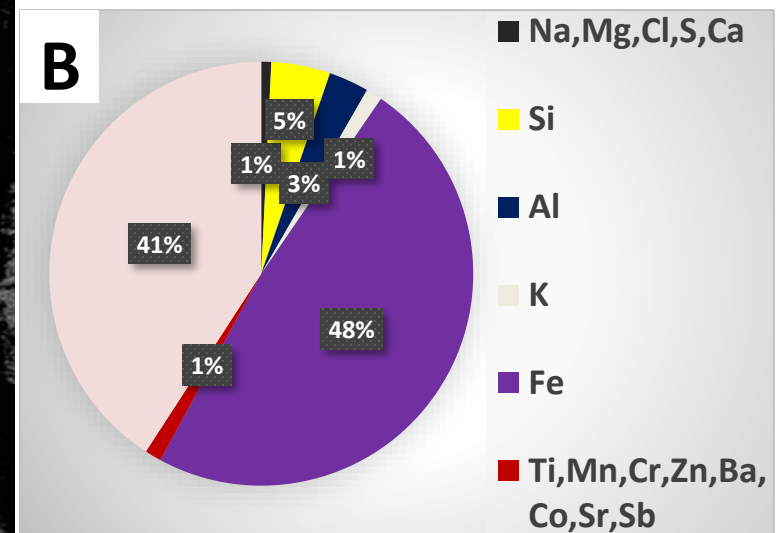


# Vzorka R1 - mikrosonda

Vzorka R1	F,Na,Al,Mg, Cl,S,K	Si	Ca	Mn,As,Zn,Cu,Ba,Co, Sb,Pb,Sr,Cr,Ti	Fe	O, ost.
MP2_an5	0,29	4,51	1,83	1,38	<b>46,21</b>	45,78



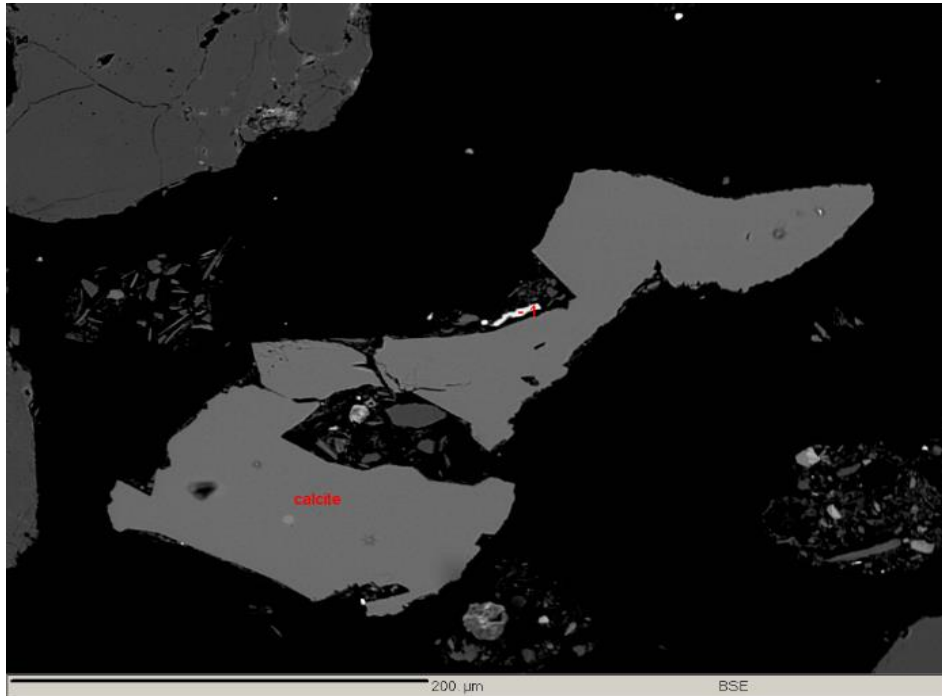
## Železité povlaky na sľudách



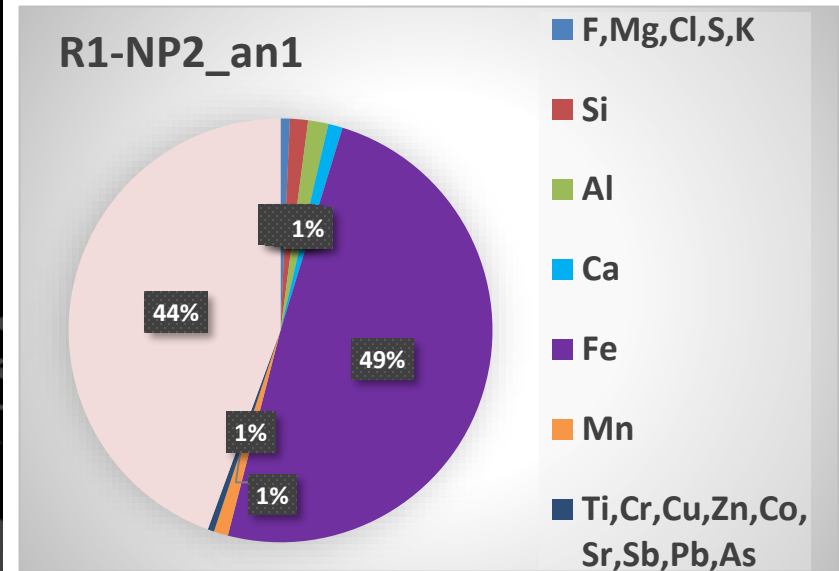


# Vzorka R1 - mikrosonda

Vzorka R1	F,Mg,Cl,S, K	Si	Al	Ca	Fe	Mn	Zn,Co,As,Cu,Sr,Sb,Cr,Pb, Ti	O, ost.
NP2_an1	0,71	1,38	1,54	1,10	49,27	1,09	0,49	44,42



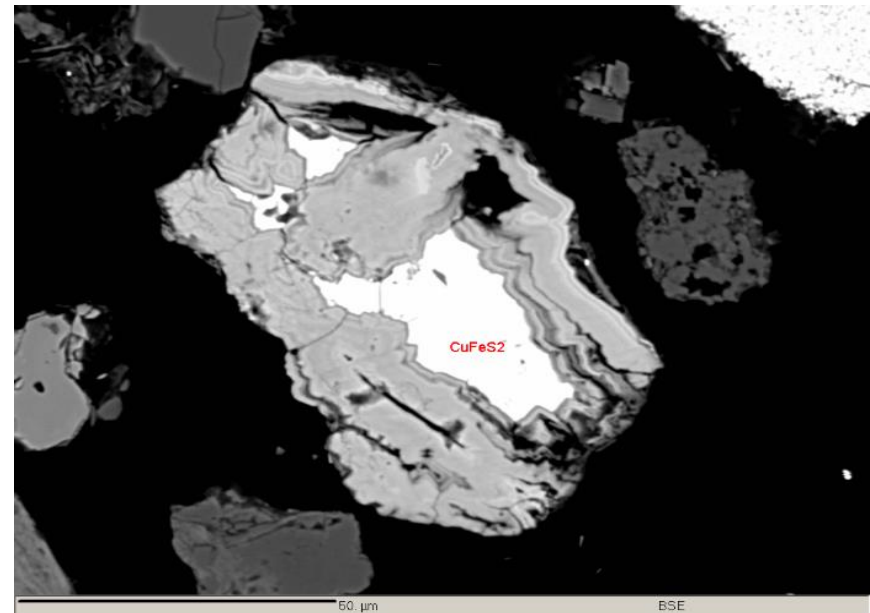
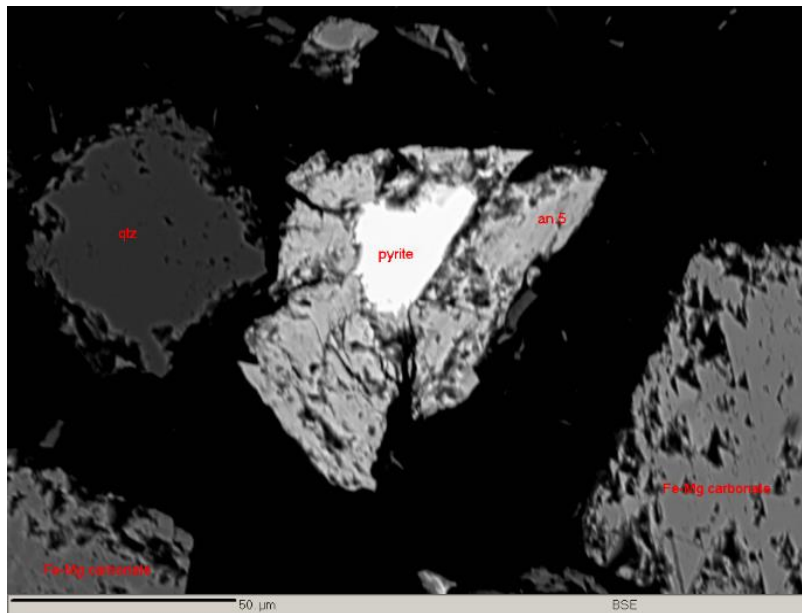
## Železité precipitáty na kalcite





# Vzorka R1 - mikrosonda

Vzorka R1	F,Na,Al,Mg, Cl,S,K	Si	Ca	Mn,As,Zn,Cu,Ba,Co, Sb,Pb,Sr,Cr,Ti	Fe	O, ost.
MP2_an5	0,29	4,51	1,83	1,38	46,21	45,78



R1



R2



R3



## RICHNAVA - R

Prekročenie hraničných hodnôt  
koncentrácie **5 toxických prvkov**

> ID kritérium:

**Záplavové územia Hornádu**  
**- záhrada - R1,**  
**Ba > As > Hg > Sb > Cu**



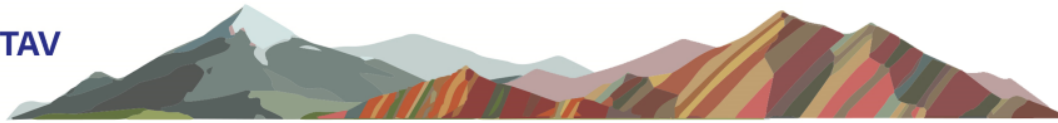
# Kumulácia prvkov v plodinách

Prvky [mg/kg]	As	Hg	Sb	Cu	Ba
R1	364	31	61	692	3303

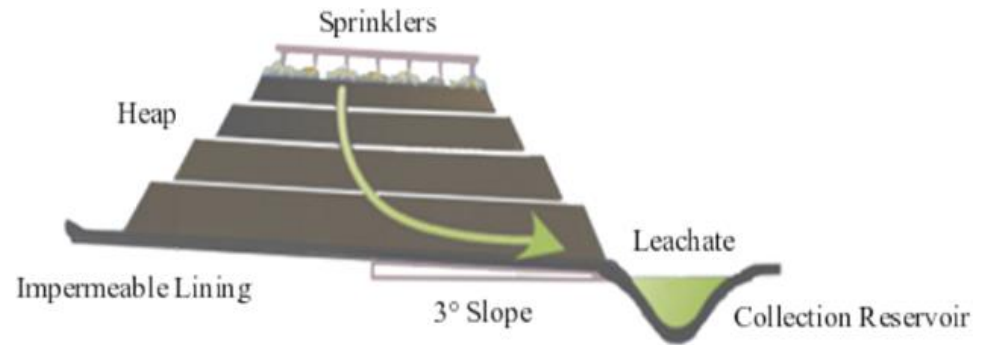


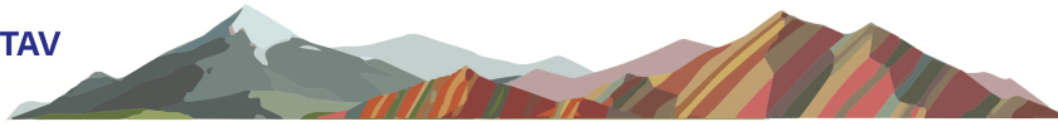
Na vzorke kontaminovanej pôdy R1 rástli **zemiaky a cibuľa** po hnojení, pričom analýzy týchto plodín potvrdili prítomnosť len **nadlimitnej koncentrácie As (0,7 ppm)**.

Ďalšie sledované nadlimitné prvky boli v plodinách v podlimitných koncentráciách Cu (0,7 – 1,5 ppm), Ba (0,5 – 0,7 ppm), Sb (<0,1 ppm), Hg (<0,01 ppm).

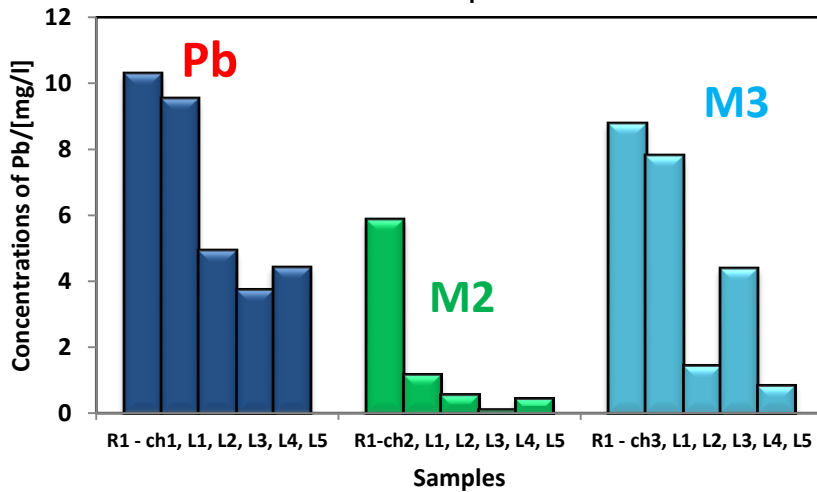
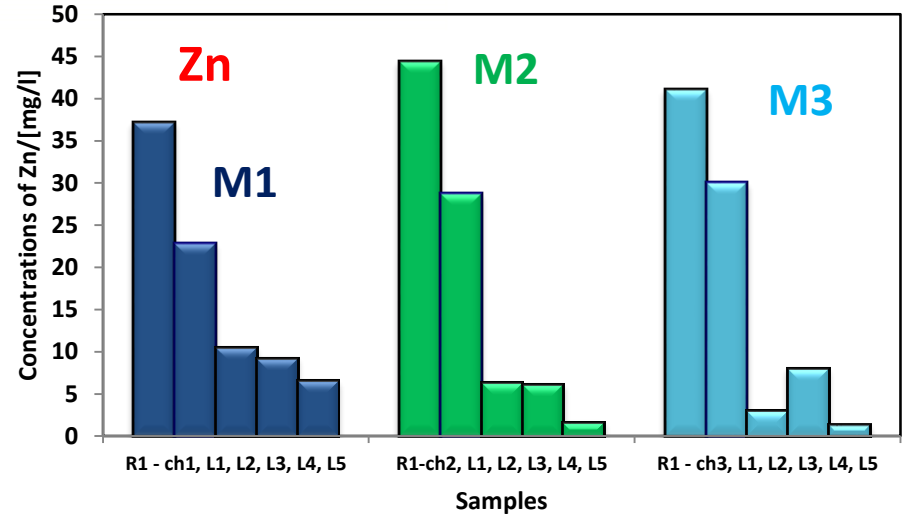
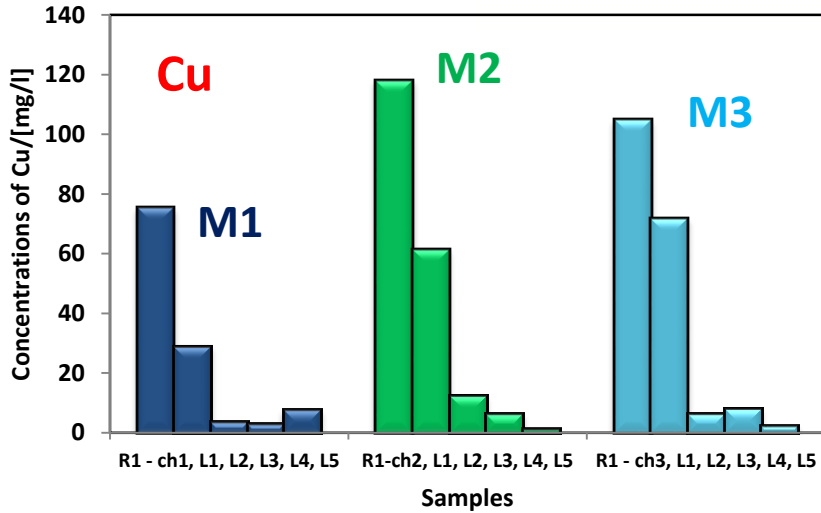


# Chemické a biologické lúhovanie pôd - perkolácia média





# Chemické lúhovanie



**M1**  
Cd < 0,44 mg/l

As < 0,43 mg/l

Co < 0,29 mg/l

Ba < 0,22 mg/l

**M2**  
Cd < 0,41 mg/l

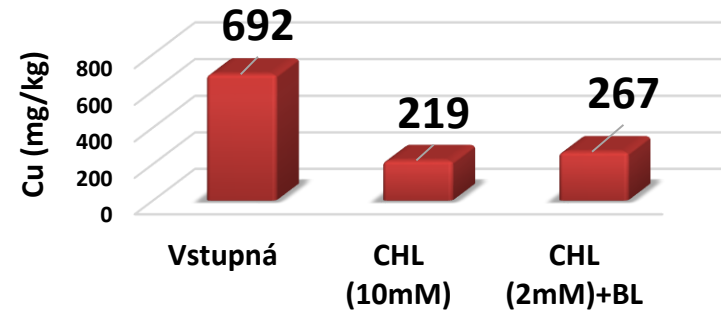
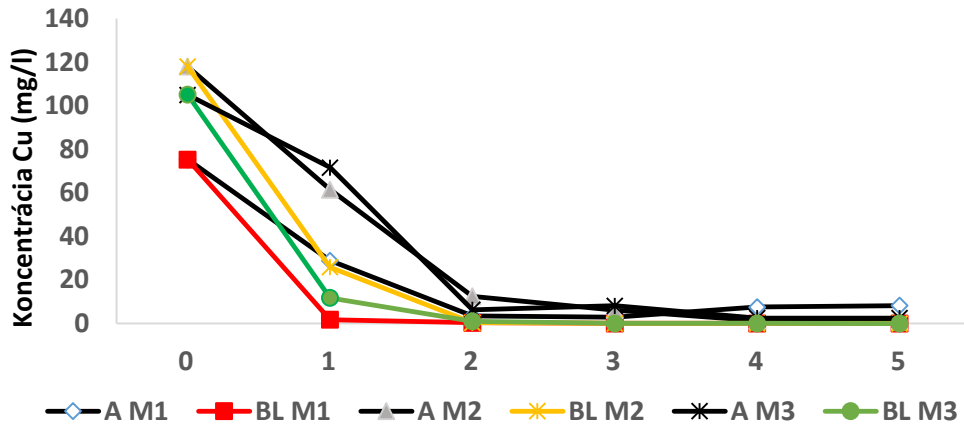
As < 0,59 mg/l

Co < 1,03 mg/l

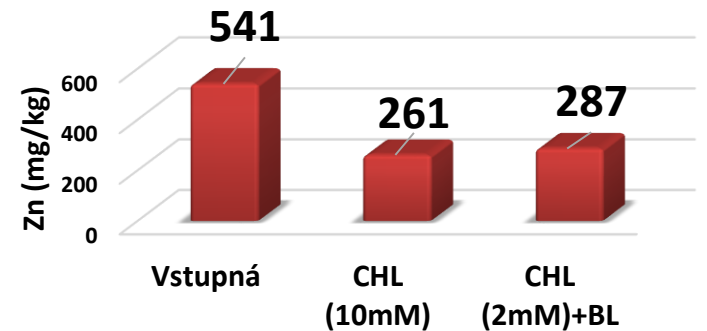
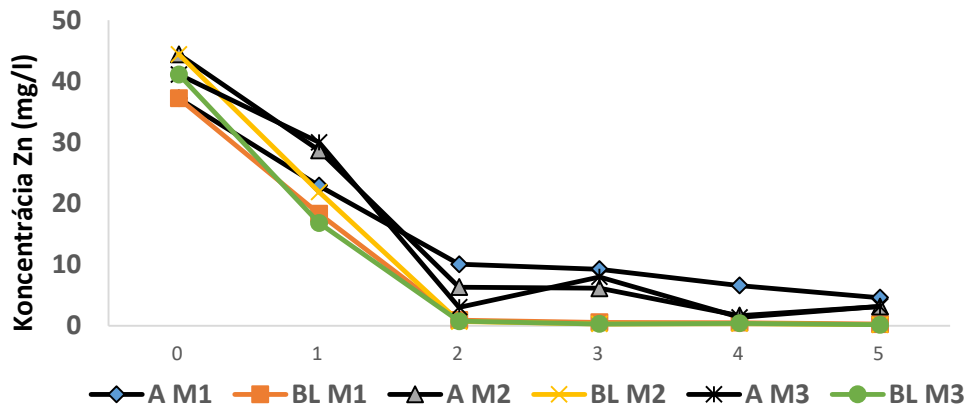
Ba < 0,19 mg/l



# Priebeh lúhovania Cu a Zn



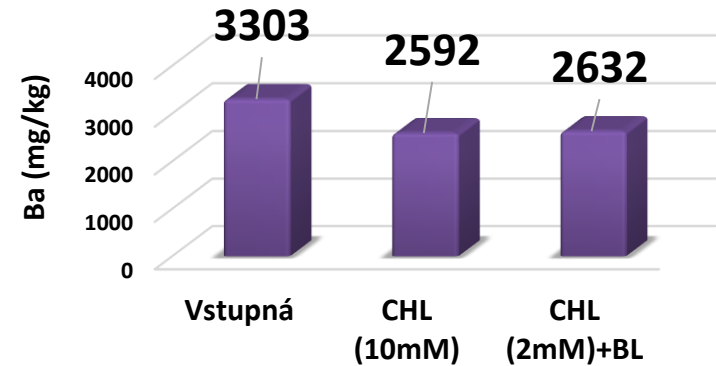
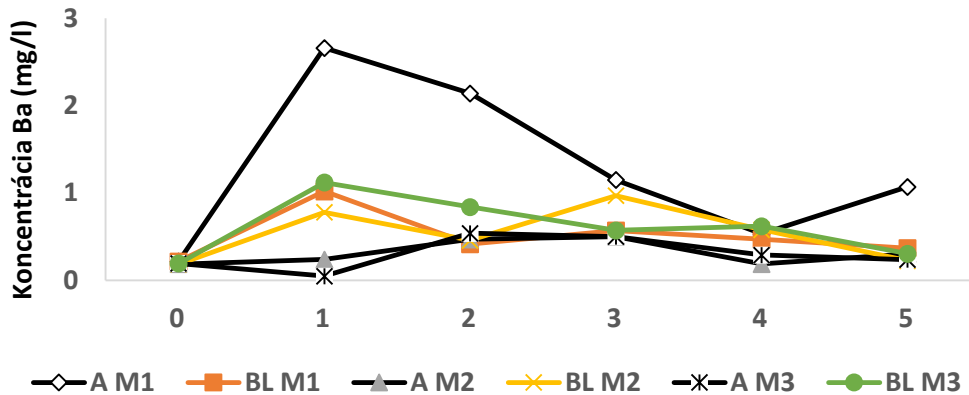
**IT – 600 mg/kg Cu**



**IT – 2 500 mg/kg Zn**



# Priebeh lúhovania Ba a As



IT – 1000 mg/kg Ba

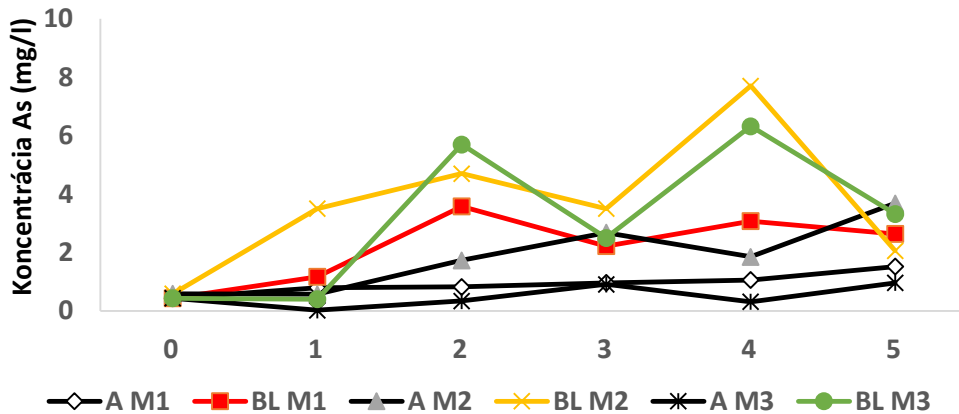
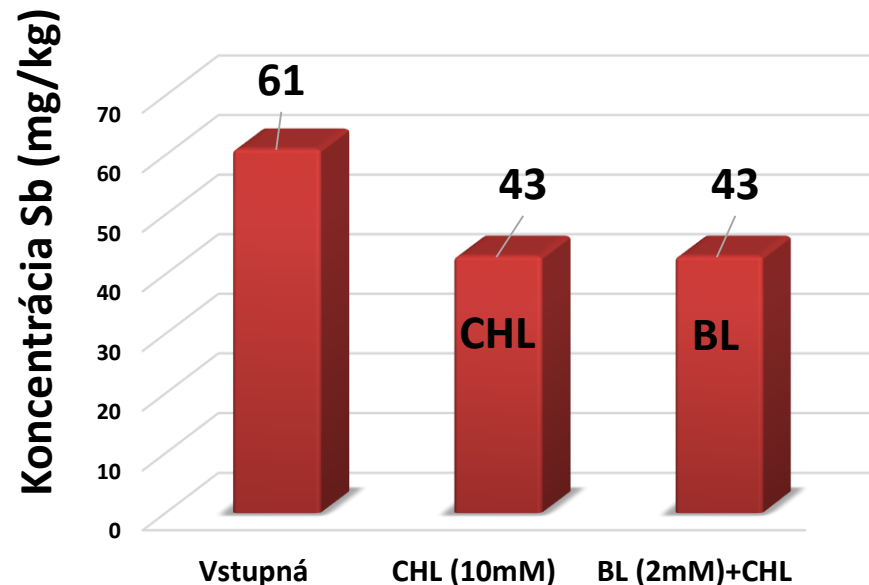
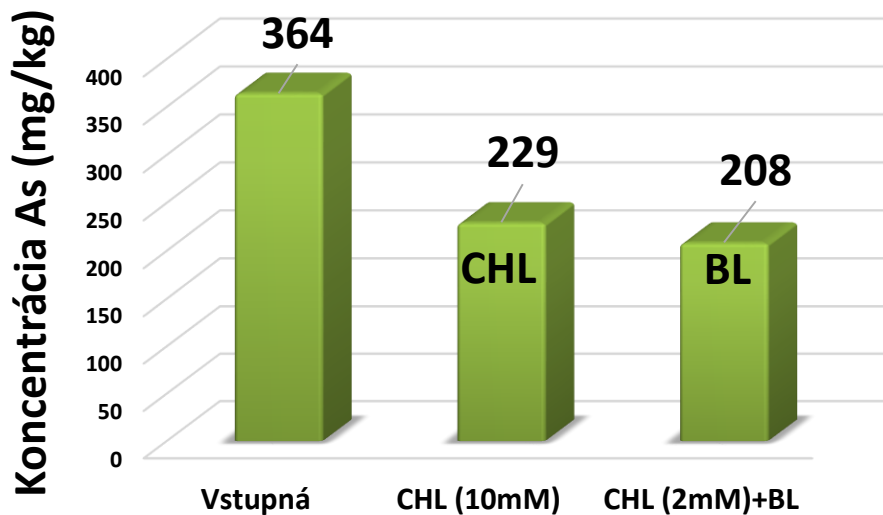


Illustration: Don Smith

IT – 70 mg/kg As



# Chemická analýza pôd R1



**IT – 70 mg/kg As**

**IT – 40 mg/kg Sb**



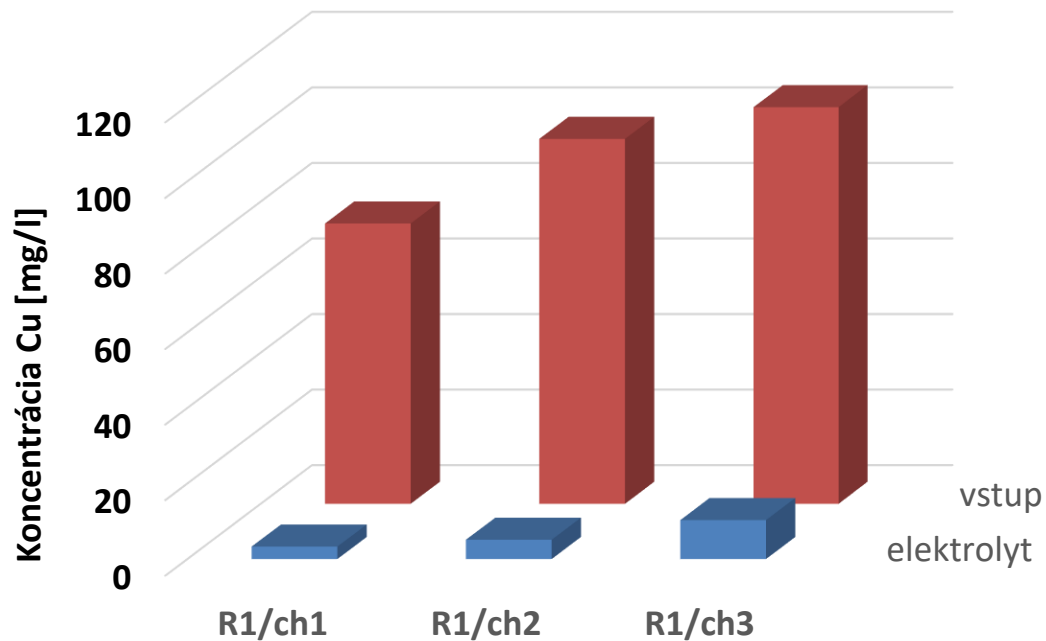
# Účinnosť lúhovania

Účinnosť (%)	CHL + BL (2 mM)	CHL (10 mM)	Rozdiel
Cu	61,41	68,35	- 6,9
As	42,86	37,08	+ 5,8
Ba	20,31	21,53	- 1,22
Sb	29,50	29,50	0

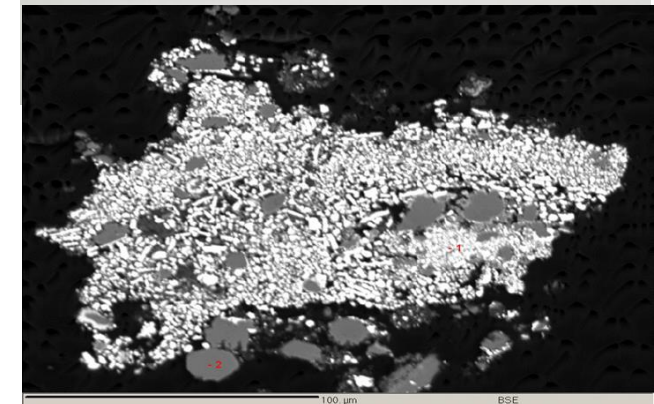
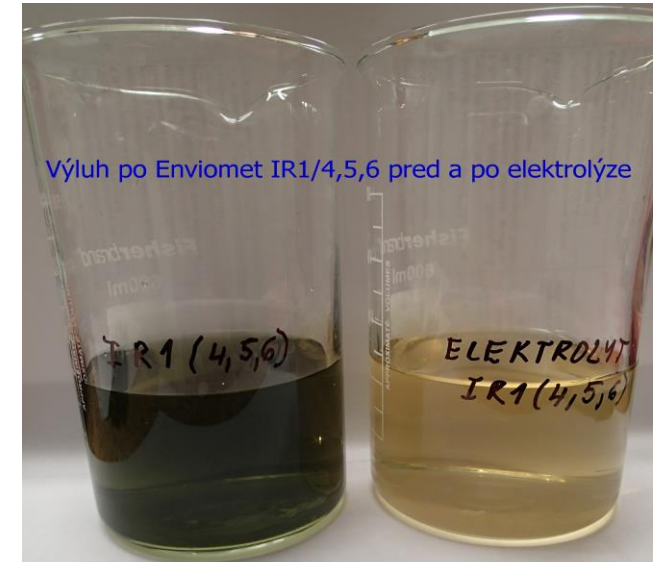
Porovnanie percentuálnej účinnosti odstránenia vybraných toxických prvkov biologickým (BL) a chemickým (CHL) lúhovaním



# Elektrolýza Cu z výluhu R1



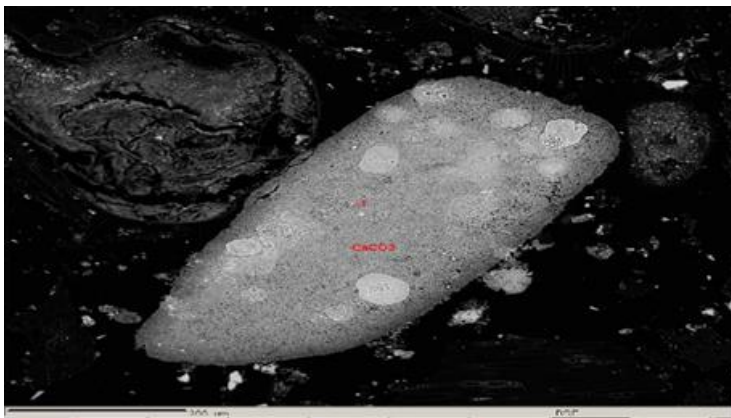
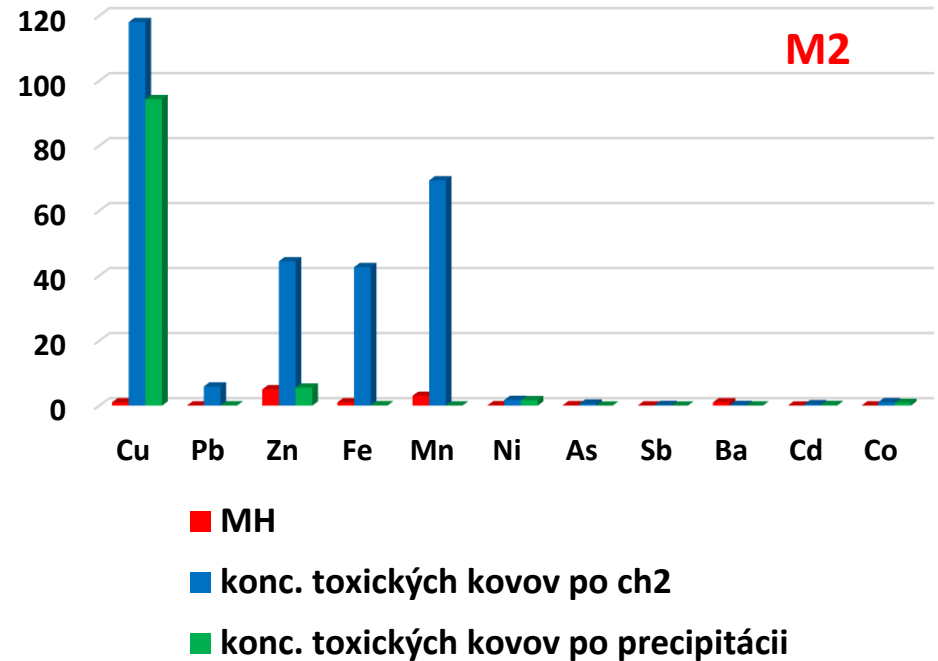
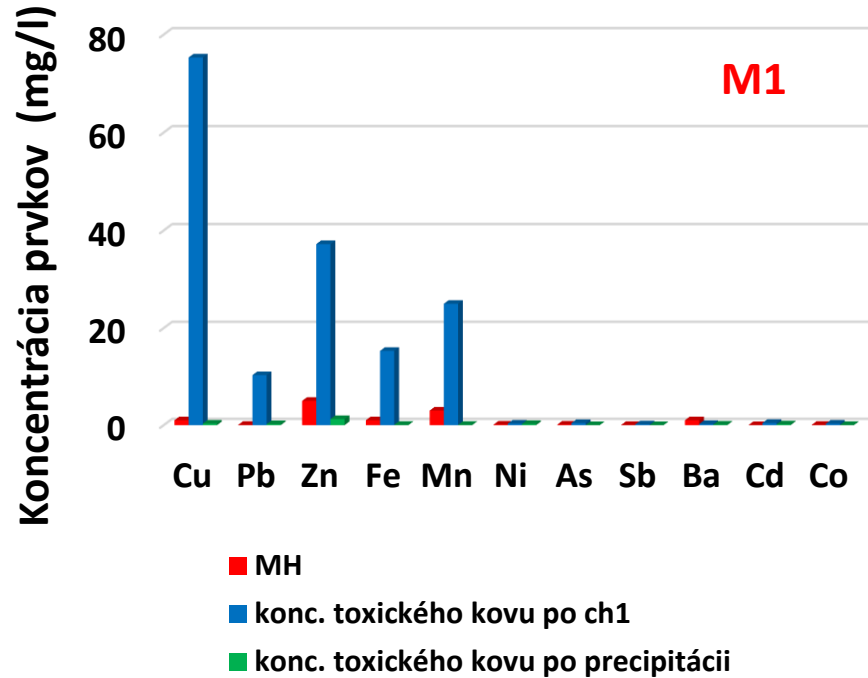
**Výťažnosť 90,19 - 95,55 %**







# Precipitácia toxických prvkov



**Bodová mikroanalýza  
Fe-Mn-Cu-Zn-Pb-Ba-Sb  
na zrnách portlanditu**

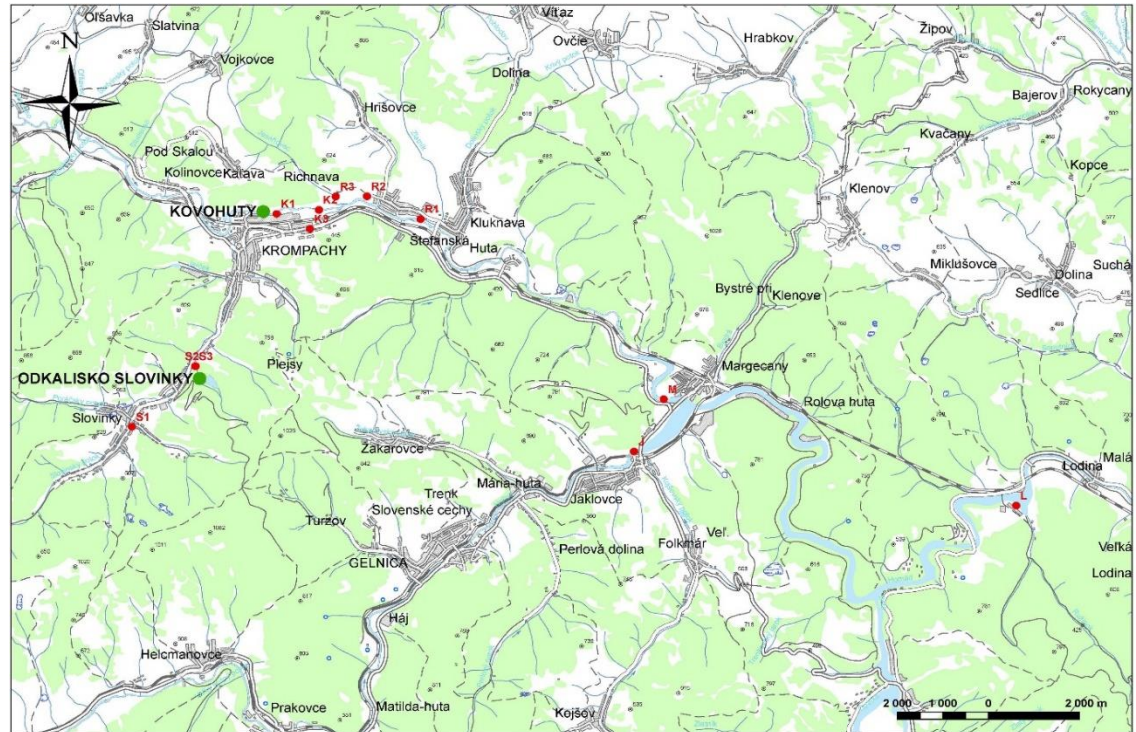


# ZÁVER

- v záplavových územiach často dochádza ku kontaminácii pôd riečnymi sedimentami,
- z toxických prvkov sa kumuluje nadlimitný **As** v plodinách zemiakov a cibule,
- **As** bol účinnejšie odstraňovaný z pôdy **biologickým lúhovaním**.
- **chemické lúhovanie** bolo účinnejšie v extrakcii **Cu** a **Ba** pri využívaní **päťnásobne** vyššej koncentracii chelátu,
- kombinácia chemického a biologického lúhovania je účinná v odstránení mobilných fáz toxických prvkov v závislosti od koncentrácie a mobility toxických prvkov v kontaminovaných pôdach, ktoré vstupujú do potravinového reťazca cez plodiny.



Ďakujem  
za pozornosť



Táto práca bola finančne podporovaná geologickou úlohou  
GÚ - 02 18 „Vývoj technológií v procese sanácie znečisteného prostredia“ MŽP SR.

