

GEOCHEMICKO - MINERALOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ŤAŽOBNÝCH ODPADOV PRE POTREBY ANALÝZY RIZIKA ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ.

Peter Šottník

Ľubomír Jurkovič

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta

Jaroslav Vozár

EL s.r.o.

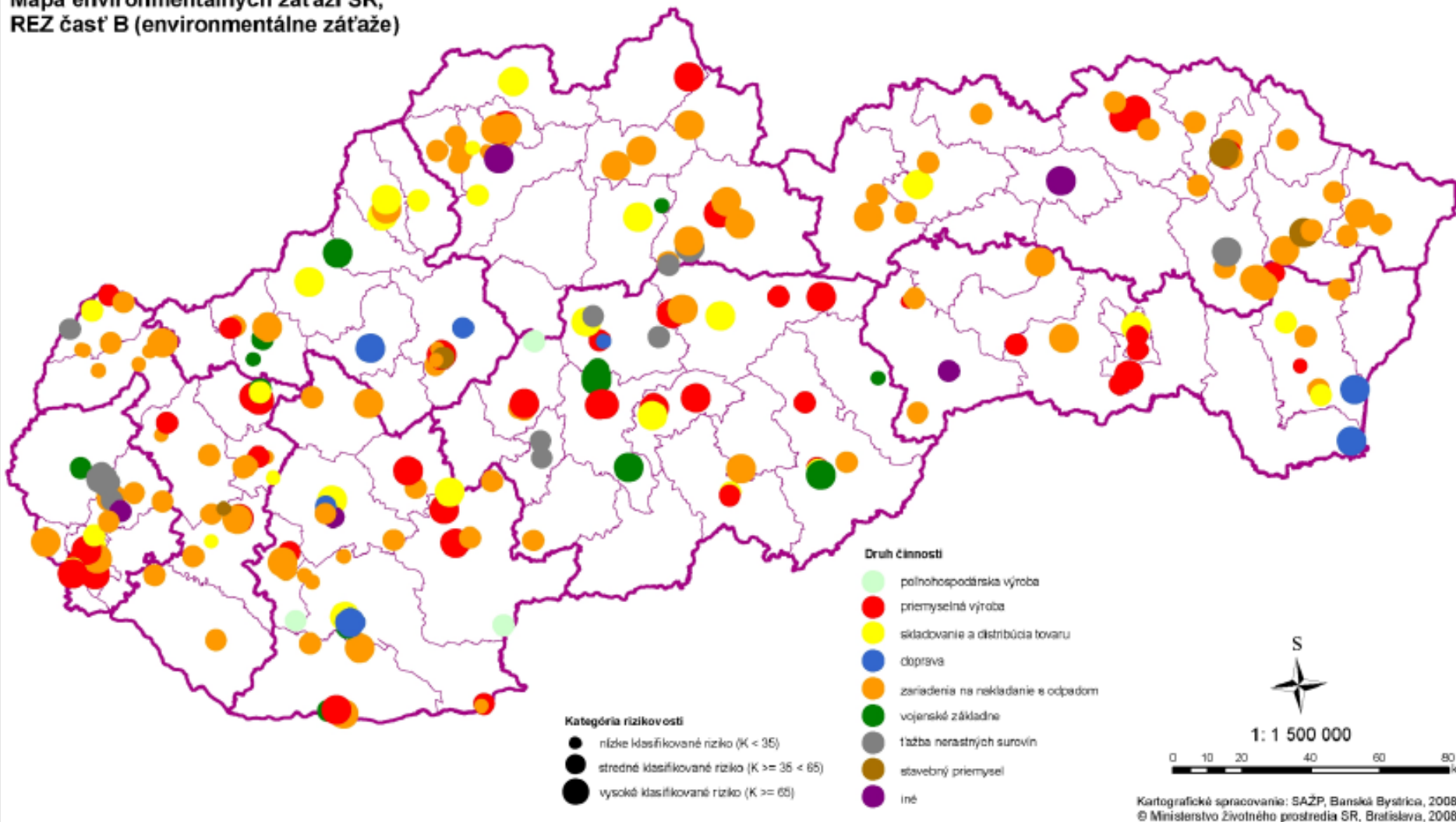




Systematická identifikácia environmentálnych zát'azí Slovenskej republiky

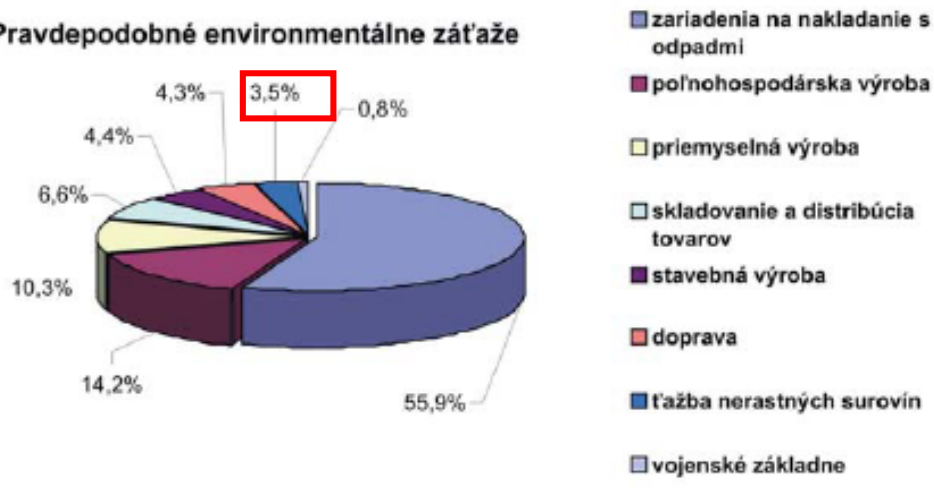
Zodpovedný riešiteľ: Katarína Paluchová

Mapa environmentálnych zát'azí SR,
REZ časť B (environmentálne zát'aze)



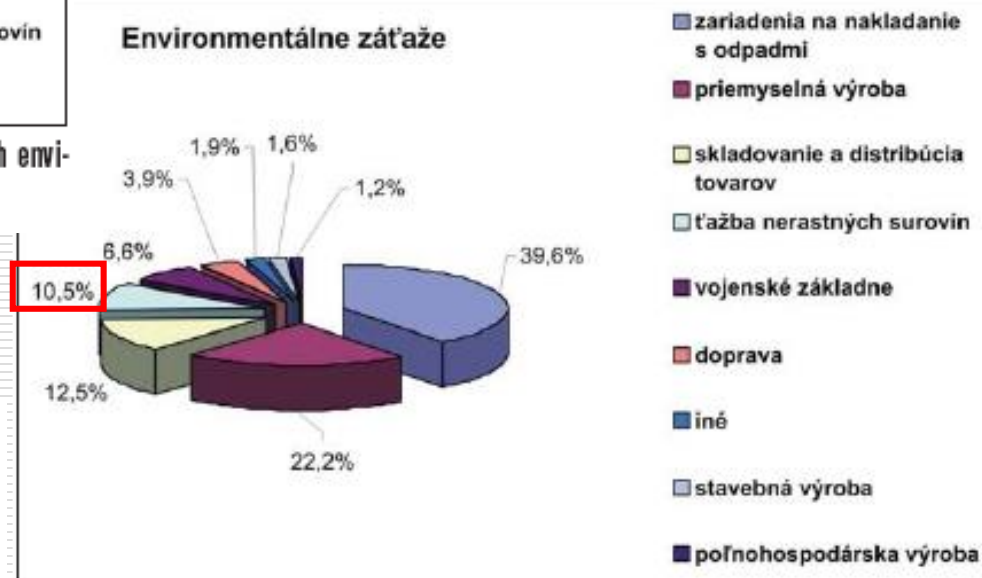
Mapa environmentálnych zát'azí, REZ - časť B

Pravdepodobné environmentálne zátáže



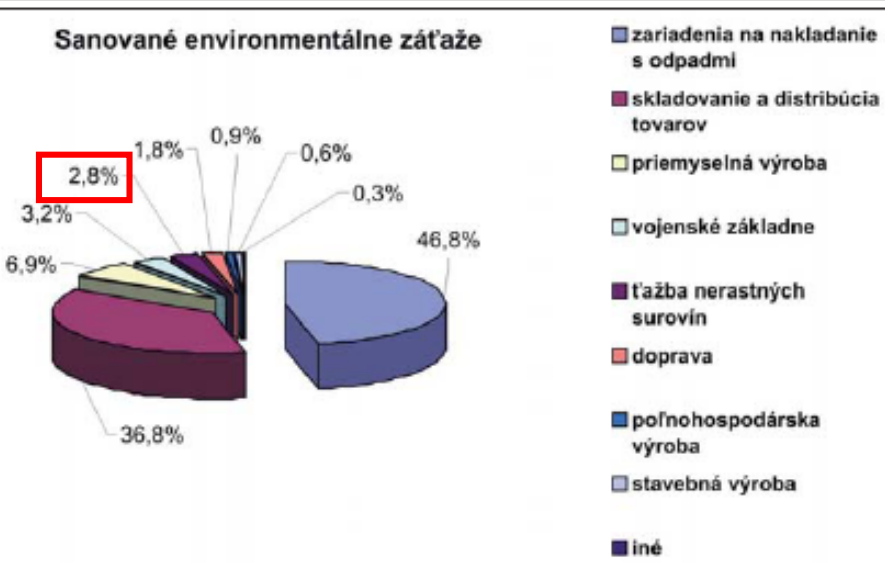
Obr. 6: Percentuálny podiel jednotlivých druhov činností na tvorbe pravdepodobných environmentálnych záťaží

Environmentálne zátáže



Obr. 7: Percentuálny podiel jednotlivých druhov činností na tvorbe environmentálnych záťaží

Sanované environmentálne zátáže



Obr. 8: Percentuálny podiel jednotlivých druhov činností na zastúpení sanovaných a rekultivovaných lokalít

Prehľad environmentálnych záťaží po ťažbe nerastných surovín skúmaných v rámci úlohy „Prieskum environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky“

Prioritná pravdepodobná environmentálna záťaž

Nižná Slaná - odkalisko a haldy

Markušovce – okolie – ťažba rúd

Rudňany – ťažba a úprava rúd

Slovinky – ťažba a úprava rúd

Prioritná environmentálna záťaž

Pezinok – oblasť rudných baní a starých banských diel, vrátane odkalísk

Poproč – Petrova dolina

Smolník – ťažba pyritových rúd

Merník – ortuťové bane

Komplexný model environmentálnych účinkov ťažby rudných nerastných surovín v typových oblastiach SR. (1996)

MVTS EU/JRC/TaI/SR “Fyzikálno-chemická charakteristika banských odpadov na Slovensku a ich vplyv na životné prostredie”. (2001 – 2003)

Smolník, Šobov – Banská Štiavnica

APVV-0268-06 „Zhodnotenie vplyvu banskej činnosti na okolie opustených Sb ložísk Slovenska s návrhmi na remediáciu.” (2007-2010)

VEGA 1/0904/11 „Kontaminácia zložiek životného prostredia vo vybraných oblastiach Slovenska ovplyvnených ťažbou Sb ložísk“ (2010 – 2013)

APVV-0344-11 „Pilotná realizácia sanácie banských vôd na vybranom opustenom Sb ložisku“ (2012 – 2015)

Poproč, Pezinok, Čučma, Dúbrava, Medzibrod, Pernek

APVV – č. VMSP-P-0115-09 „Metodický postup pre komplexný audit odkalísk obsahujúcich odpad po ťažbe nerastných surovín“ (2009 – 2011)

Rudňany – Markušovce, Slovinky

Príloha č. 5c: Hodnotenie aktuálnosti environmentálneho rizika pre územia znečistené ukladaním ťažobných odpadov

Analýza rizika územia znečisteného ukladaním ťažobných odpadov sa vykonáva vtedy, keď je potrebné zhodnotiť prítomnosť environmentálnych a zdravotných rizík, vyplývajúcich zo znečistenia územia, najmä pred realizáciou sanácie úložiska ťažobných odpadov.

Osobitosti postupu analýzy rizika územia znečisteného ukladaním ťažobných odpadov pozostávajú z **modifikovaných testov aktuálnosti environmentálneho rizika a jeho hodnotenia** (porovnaj prílohu č. 5a).

Osobitne tiež pristupujeme k hodnoteniu environmentálnych rizík zo znečistenej zeminy, kde za plochu znečistenej zeminy môžeme za určitých podmienok pokladať aj plochy samotného úložiska ťažobného odpadu, ak sa v jej vrchnej nesaturovanej časti do hĺbky 1 – 1,5 m nachádza znečisťujúca látka (kontaktná zóna).

Posúdenie aktuálnosti environmentálneho rizika

Pri posúdení aktuálnosti environmentálneho rizika možno použiť jednoduchý test rizika šírenia znečistenia z úložiska ťažobných odpadov (nasledujúca tabuľka). Tento test rešpektuje zásady určenia predbežnej rizikovosti úložísk ťažobných odpadov v súlade s postupom navrhnutým osobitnou technickou adaptačnou komisiou Európskej komisie pre implementáciu smernice Európskeho parlamentu a Rady **2006/21/ES o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu** (*Inventory of Closed Waste Facilities Ad-Hoc Group, A Sub-committee of the Technical Adaptation Committee for Directive 2006/21/EC - T. HÁMOR, G. STANLEY ET AL., 2010*).4)

Aktuálnosť prítomnosti zdroja		
Kritérium / Rozhodnutie	Áno	Nie
1. Vznikol ťažobný odpad pri ťažbe a spracovaní sulfidických rúd alebo obsahuje ťažobný odpad sulfidické minerály v podstatnom množstve?		
2. Vznikol ťažobný odpad pri ťažbe a spracovaní rúd, z ktorých sa získavali kovy Ag, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Te, Tl, V, Zn?		
3. Obsahuje ťažobný odpad nebezpečné chemické látky a nebezpečné chemické zmesi, ktoré boli použité pri spracovaní nerastnej suroviny?		
4. Obsahuje ťažobný odpad zvyšky z ťažby a spracovania ropy?		
5. Sú v telese úložiska alebo v jeho okolí viditeľné prejavy acidifikácie (tvorba okrov, povlakov alebo zrazenín), alebo pozorovateľné zmeny senzorických vlastností vody, či zmeny na vegetačnom pokryve, či iné zmeny indikujúce prítomnosť znečistenia?		

Ak je odpoveď na jednu z otázok 1 – 5 „ÁNO“ – a zároveň ťažobný odpad nebol postupom podľa osobitných predpisov vyhodnotený ako inertný úložisko ťažobných odpadov je ako zdroj znečistenia potenciálne rizikové a v posudzovaní aktuálnosti environmentálnych rizík sa pokračuje ďalším blokom otázok, testujúcich prítomnosť receptorov.

Aktuálnosť prítomnosti receptorov

Kritérium / Rozhodnutie	Áno	Nie
1. Je podložie úložiska budované priepustnými horninami (koeficient filtrácie $k_f > 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$)?		
2. Nachádza sa vo vzdialenosti 50 m od úložiska povrchový tok alebo iný recipient?		
3. Nachádza sa vo vzdialenosti 100 m od úložiska územie chránené podľa osobitných predpisov (napr. chránené územie prírody, ochranné pásmo vodárenského zdroja a podobne)?		
4. Nachádza sa vo vzdialenosti 1 km od úložiska obec, alebo osídlenie?		

Ak je v jednoduchom teste potvrdená potenciálna rizikovosť úložiska ťažobného odpadu ako zdroja znečistenia a prítomnosť receptorov, je potrebné zhodnotiť:

- aktuálnosť rizika šírenia znečistenia podzemnou vodou,
- aktuálnosť rizika zo znečistenia zemín.

Hodnotenie aktuálnosti rizika šírenia sa znečistenia podzemnou vodou

Účelom hodnotenia aktuálnosti rizika šírenia sa znečistenia podzemnou vodou je kvantifikácia množstva znečisťujúcich látok, ktoré migrujú v horninovou prostredí k príjemcom rizík – receptorom.

Hodnotenie aktuálnosti rizika zo znečistenia zemín

Pri odkaliskách a odvaloch môžeme za plochu znečistenia zemín pokladať v odôvodnených prípadoch aj plochu samotného úložiska ťažobného odpadu, pokiaľ je aktuálne riziko, že kontaminujúca látka je v kontaktnej zóne (pásмо prevzdušnenia do hĺbky asi 1,5 - 2,0 m).

Mnohé úložiská ťažobných odpadov sa vyznačujú značnou nehomogenitou ťažobného odpadu z hľadiska jeho chemického zloženia, preto sa osobitný význam prikladá charakteristike ťažobného odpadu.

Charakteristika (opis) ťažobného odpadu sa robí postupom podľa osobitných predpisov. ⁷⁾

⁷⁾ Rozhodnutie Komisie ES z 30. apríla 2009, ktorým sa dopĺňajú technické požiadavky na opis vlastností odpadu ustanovené v smernici Európskeho parlamentu a Rady 2006/21/ES o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu (2009/359/ES).

ROZHODNUTIE KOMISIE (ES) č 360/2009

ktorým sa dopĺňajú technické požiadavky na opis vlastností odpadu ustanovené v smernici Európskeho parlamentu a Rady 2006/21/ES o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu

Článok 1

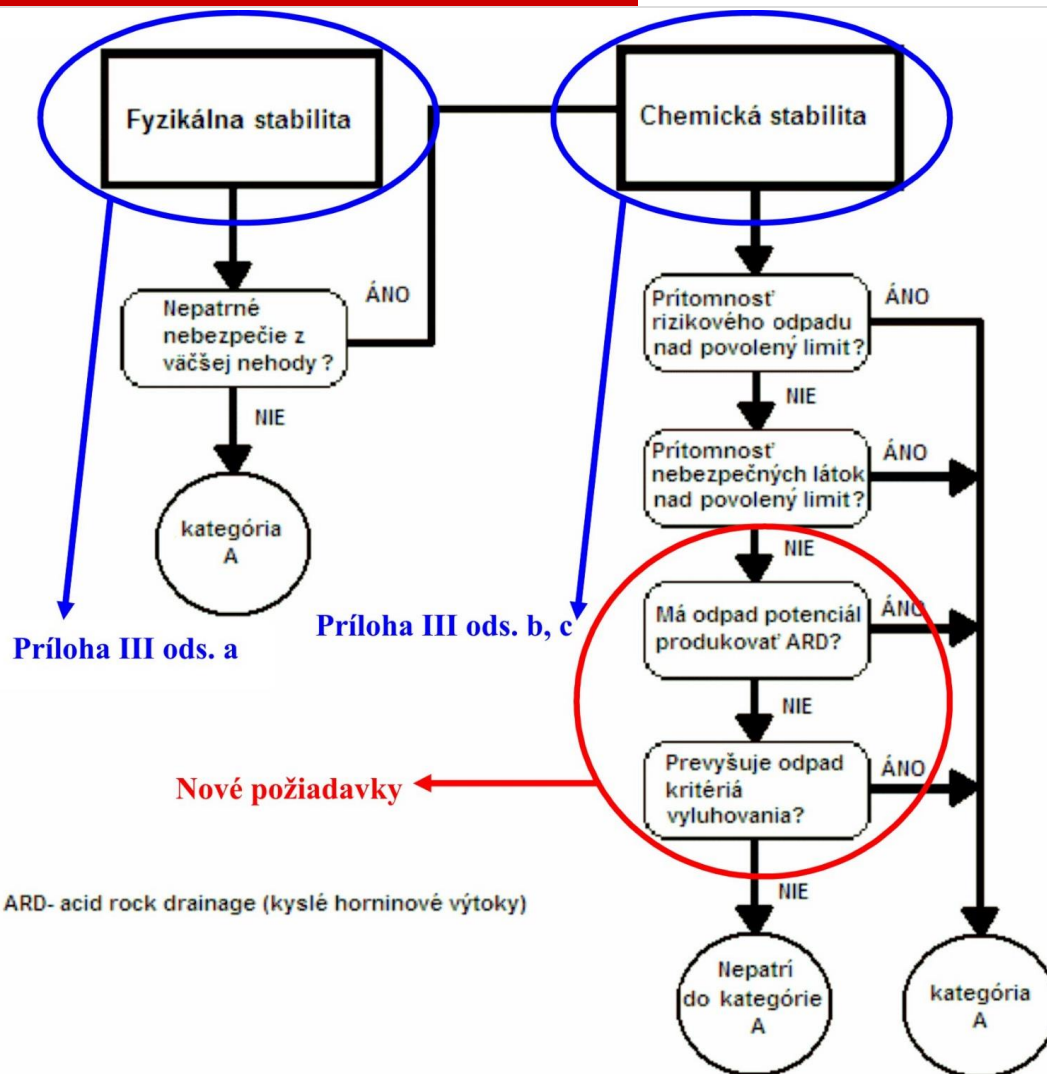
Opis vlastností odpadu

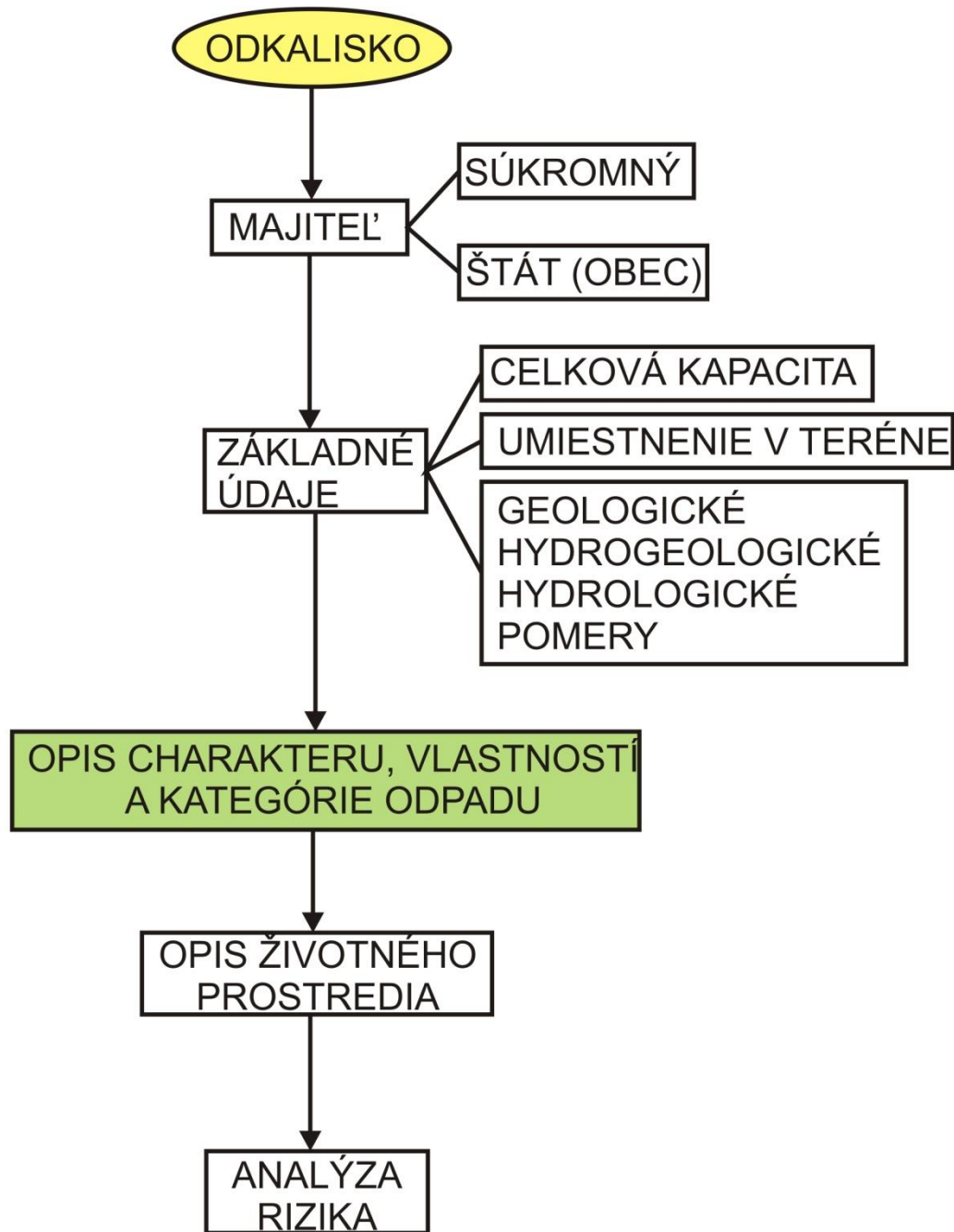
Členské štáty zabezpečia, aby bol opis vlastností odpadu, ktorý majú vykonať prevádzkovatelia ťažobných aktivít, v súlade s týmto rozhodnutím.

Opis vlastností odpadu zahŕňa tieto kategórie údajov, tak ako je uvedené v prílohe:

- podkladové údaje
 - geologická charakteristika ložiska, kde sa má ťažba vykonať
 - **povaha odpadu a plánovaný spôsob nakladania s odpadom**
 - **geotechnické správanie odpadu**
 - **geochemické vlastnosti a správanie odpadu**
-

ZBIERKA ZÁKONOV Č. 514/2008 ZO 4. NOVEMBRA 2008 O NAKLADANÍ S ODPADOM Z ŤAŽOBNÉHO PRIEMYSLU A O ZMENE A DOPLNENÍ NIEKTORÝCH ZÁKONOV





Ďalší krok: IDENTIFIKÁCIA POTENCIÁLNYCH ZDROJOV KONTAMINÁCIE

Primárne zdroje

Výtoky zo štôlní a šácht



Haldy



Odpad po spracovaní nerastných surovín

Odkaliská

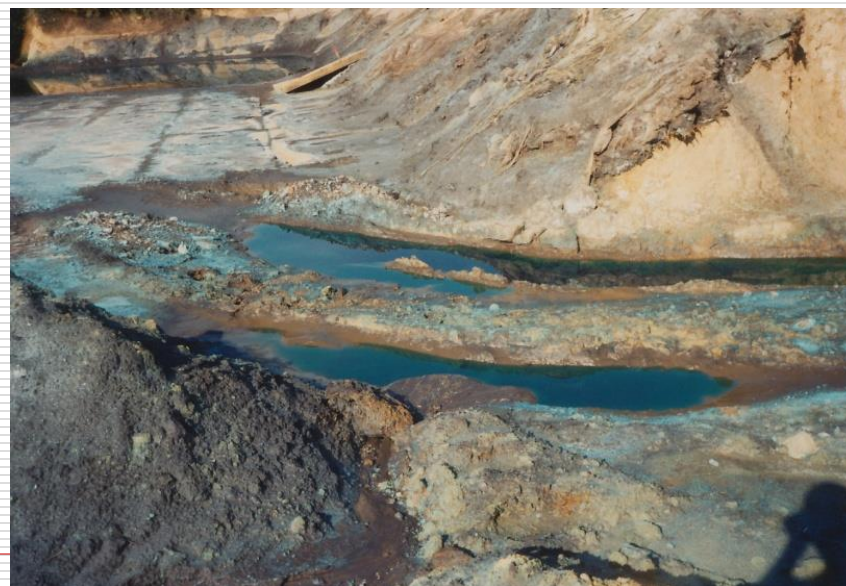
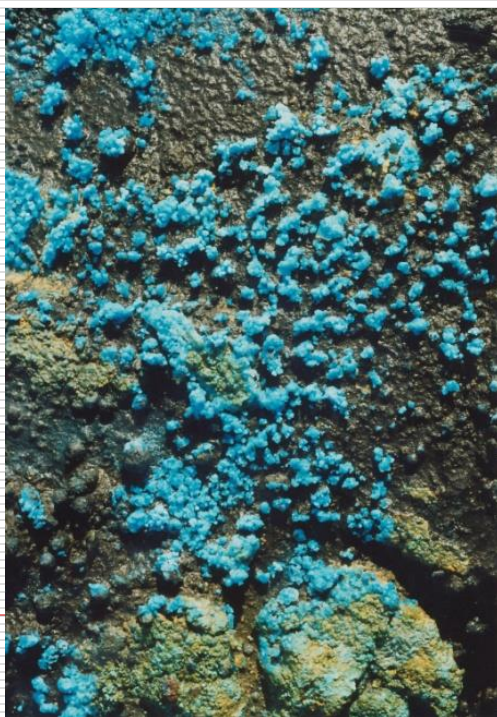


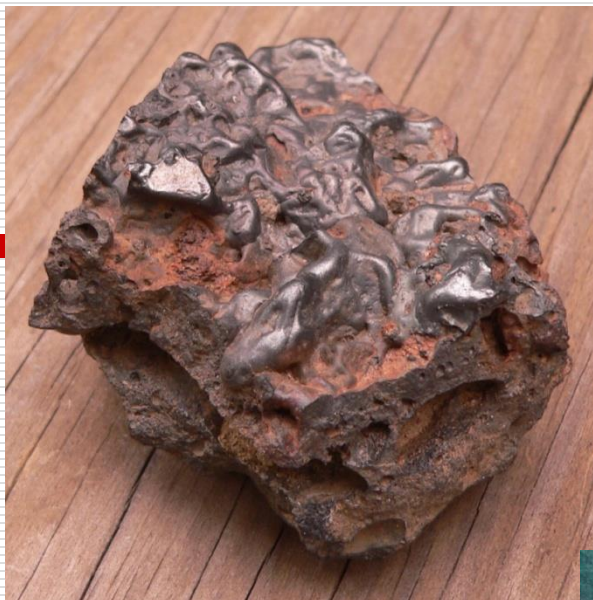


Atypické umiestnenie flotačných kalov MEDZIBROD



Haldy produktov úpravy NS - koncentráty



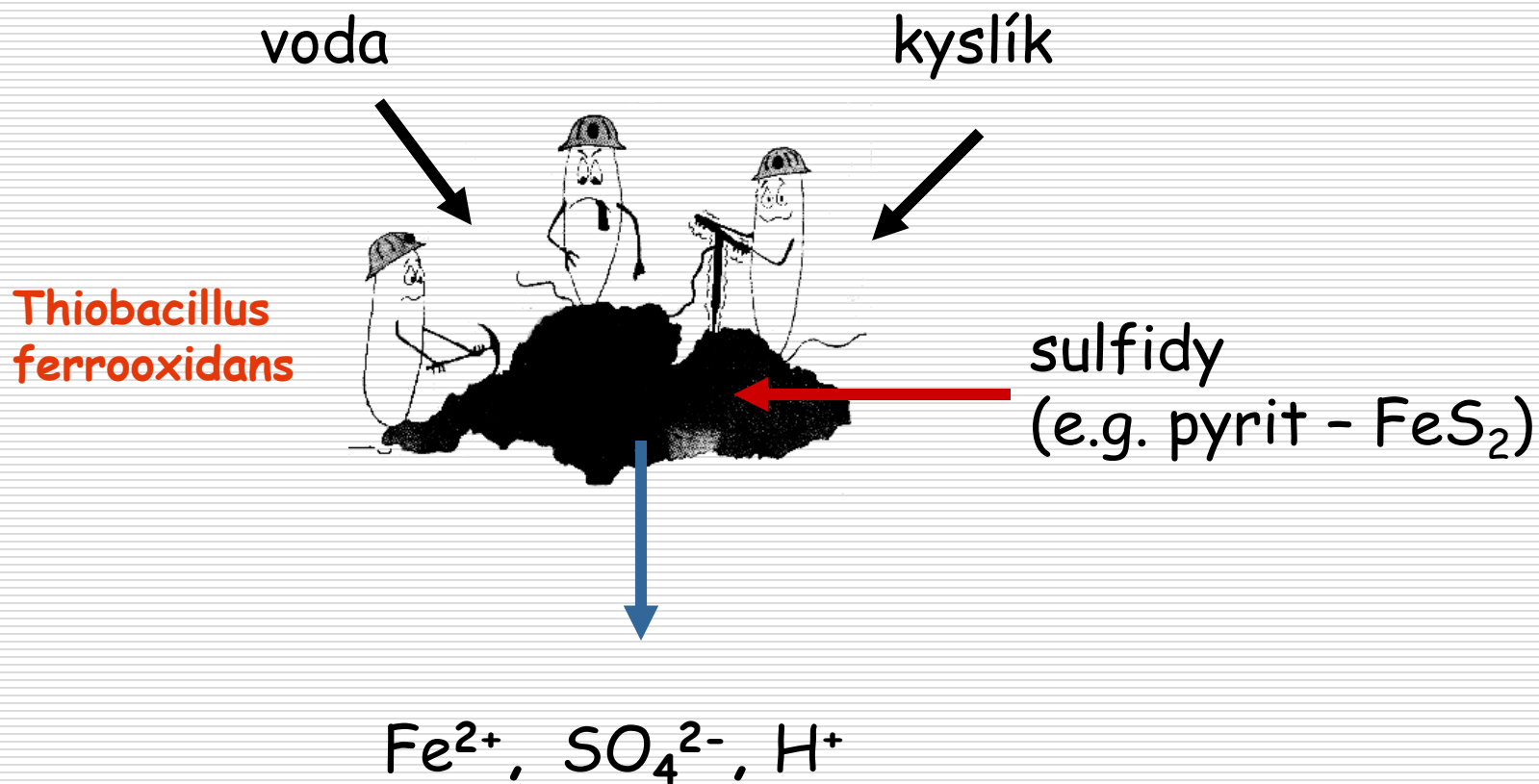


Haldy strusky



Všetok deponovaný materiál nemusí pochádzať priamo z lokality!!!

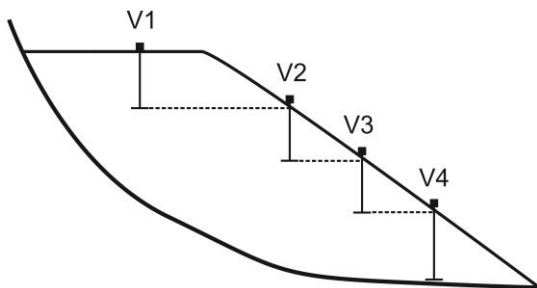
Kyslé banské vody - Acid Mine Drainage (AMD)



Reprezentatívne vzorkovanie uloženého materiálu

Pre relevantné vzorkovanie odkalísk je potrebná nasledujúca hustota prieskumnej siete:

- pre odkaliská s plochou do 0,1 km².....1 vrt + 2 povrchové vzorky
- pre odkaliská s plochou od 0,1 do 0,5 km².....2 vrty + 4 povrchové vzorky
- pre odkaliská s plochou nad 0,5 km².....3 vrty + 6 povrchových vzoriek



Hodnotenie prípadnej inertnosti materiálu

Celková chemická analýza - Analytická kontrola odpadu

Stanovenie hodnoty pH (aktívne pH v destilovanej vode)

Konduktivita - vodivosť (Ec)

Oxidačno-redukčný potenciál (Eh)

Test vylúhovateľnosti (EN 12457, 2002)

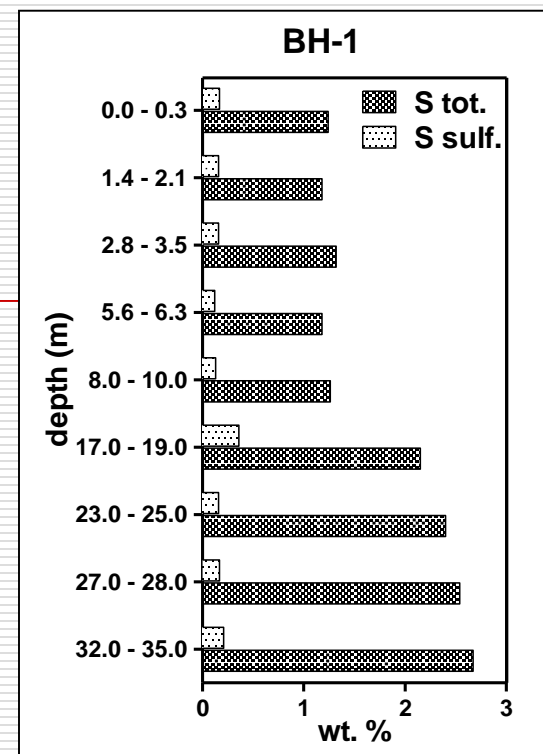
Ekotoxikologické testy (STN 83 8303 “Skúšanie nebezpečných vlastností odpadov – EKOTOXICITA“)

Určenie obsahu organických látok (TOC, EN 1744-1, 2010)

Celková chemická analýza

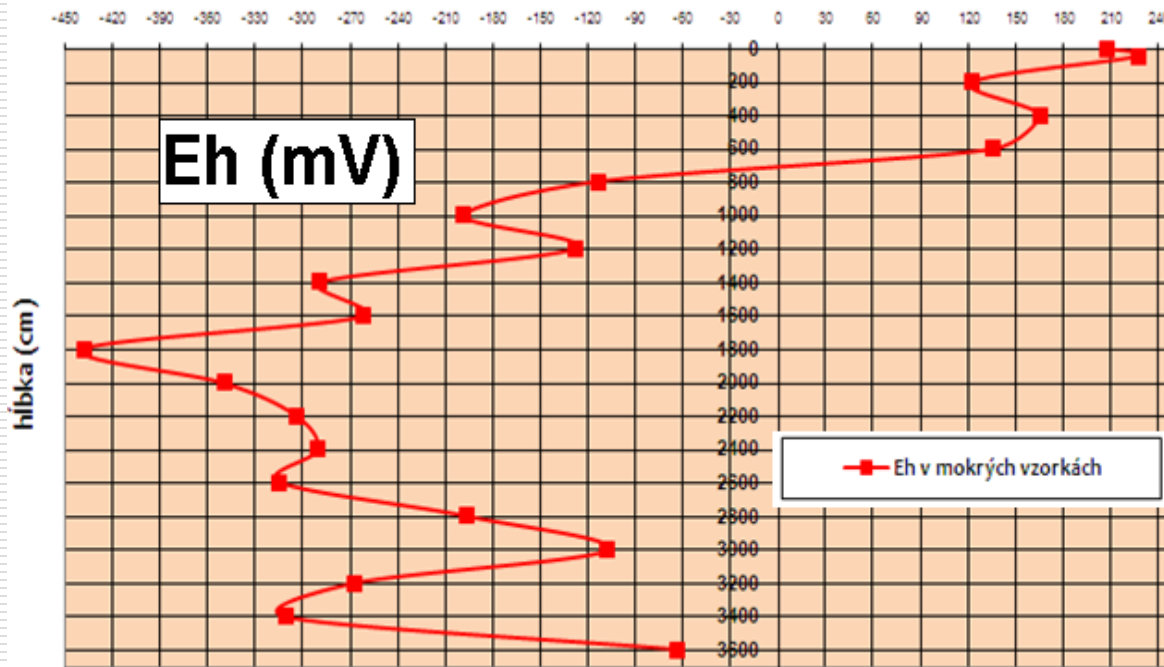


air drying, quartering, homogenization for
chemical analysis of solids



<i>Odkalisko</i>	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Fe	As	Sb	Al	Hg	S
jednotky	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	%	ppm	%
detekčný limit	0,5	0,5	5	0,5	0,5	0,5	0,01	5	0,5	0,01	0,05	0,5
DU1 366-400	16,7	99,2	18	< 0,5	6,3	3,1	1,46	178	761,5	0,39	0,08	< 0,5
DU1 550-600	11,1	97,2	18	< 0,5	7,8	4,3	1,56	284	1527	0,42	0,09	< 0,5
DU1 700-740	16,3	123,5	21	< 0,5	5	3,5	1,34	202	1596	0,42	0,09	< 0,5
DU1 850-900	25,6	188,3	23	0,8	6,9	3,7	1,34	177	1970	0,43	0,1	< 0,5
DU1 1050-1100	24,6	193,8	25	0,5	8,5	3,9	1,47	163	2754	0,46	0,1	< 0,5
DU1 1150-1200	28,6	207,7	23	0,7	8,3	3,8	1,33	167	3462	0,43	0,12	< 0,5
DU3 250-300	9,8	131,4	52	< 0,5	11,4	6,4	1,74	686	1869	0,52	0,14	0,6
DU3 340-370	7,4	64,1	22	< 0,5	3,4	2,7	1,06	230	885,1	0,33	0,08	< 0,5
DU3 450-500	14,9	354,5	45	< 0,5	9,7	5,7	1,95	160	1093	0,65	0,11	< 0,5
DU3 550-600	8,7	129,8	35	< 0,5	5,9	4	1,63	133	557,5	0,49	0,11	< 0,5
DU3 1600-1650	12,5	450,7	17	< 0,5	10,4	5,4	1,94	323	683,6	0,51	0,16	0,7

Redox potential (Eh)



Test vylúhovateľnosti

CHARAKTERIZÁCIA ODPADOV - VYLÚHOVANIE - OVEROVACIA SKÚŠKA NA VYLÚHOVANIE ZRNITÝCH ODPADOV A KALOV (EN 12457 2002)

-pomocou laboratórneho multirotátora sa premiešava pevná vzorka antropogénneho sedimentu s určitým objemom filtrovanej destilovanej vody

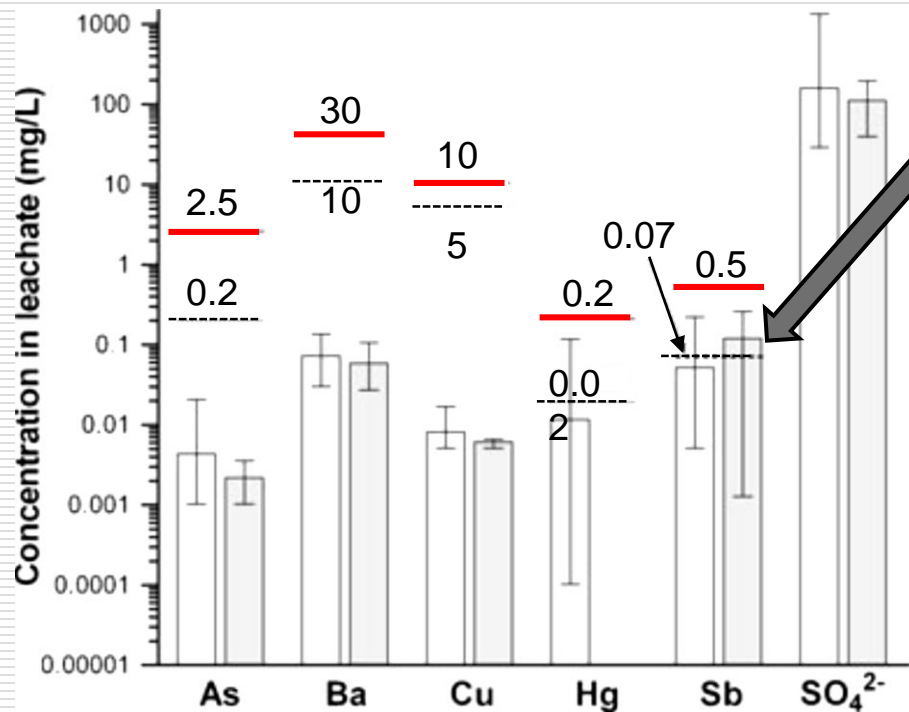
Pracovný postup

- použitý pomer destilovanej vody a antropogénneho sedimentu je 10:1, pri veľkosti častíc hodnoteného sedimentu menej ako 4 mm (napr. 50 ml vody, 5g vzorky),
 - miešať 24 hodín, pri laboratórnej teplote (22 ± 2 °C), počet výkyvov 30/min. (uhol vychýlenia 90°),
 - po extrakcii je vodný roztok od pevnej fázy oddelený centrifugáciou (3000 otáčok/min.) po dobu 15 minút,
 - získaný vodný výluh sa pomocou vákuovej pumpy prefiltruje cez filtračný papier s vhodnou veľkosťou pórov (0,4 μ m),
 - vo vodných výluhoch sa štandardnými analytickými metódami stanovia koncentrácie sledovaných chemických prvkov a taktiež hodnoty pH a EC.
-

Water soluble portion of PTEs and SO₄²⁻

EN 12457

24 hours in deionised water



..... non-hazardous wastes
—— hazardous wastes □ RU-1 ■ RU-3

Sb concentrations for 3(BH-1), 6 (BH-3) tailings samples were above the limit value for non-hazardous waste (0.07 mg/l)

Hg concentration for one sample of borehole BH-1 exceeded the limit for non-hazardous waste (0.02 mg/l)

Limit concentrations

according to Van Gerven et al., (2005); 2003/33/ES
non-hazardous wastes

Sb, As more soluble than **Cu, Hg** caused by neutral pH conditions, **Sb > As**

Čistý neutralizačný potenciál (Net Neutralisation Potential, NNP)

Čistý neutralizačný potenciál (Net Neutralisation Potential, NNP) materiálu odkaliska sa numericky vypočíta z údajov:

$$\mathbf{NNP = NP - APP} \quad \text{kde,}$$

- a) acidifikačný potenciál – APP (Acid Production Potential)
- b) neutralizačného potenciálu – NP (Neutralisation Potential)

Hodnotenie získaných hodnôt NNP je vhodné interpretovať podľa metodiky navrhutej Lapakko (1993), nakoľko hodnoty NNP vhodne zaraďuje do troch kategórií:

- hodnoty NNP nižšie ako -20 (kg CaCO₃/t) dokumentujú tvorbu kyslosti
 - hodnoty NNP vyššie ako +20 (kg CaCO₃/t) materiál nie je schopný tvoriť kyslosť
 - hodnoty NNP v rozmedzí -20 až +20 (kg CaCO₃/t) je ťažké priamo rozhodnúť do akej miery materiál bude/nebude tvoriť kyslosť. (Jedná sa o tzv. hodnoty neistoty).
-

Acidifikačný potenciál (APP)

$$\text{AP} = 31.25 * \%S$$

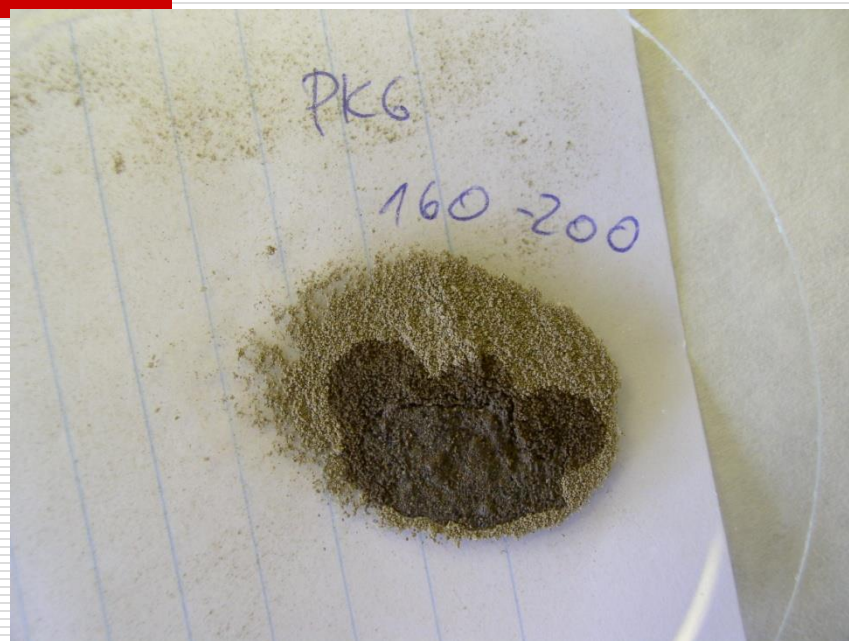
- za predpokladu, že 1 M pyritu vytvorí 2 M kyseliny sírovej. APP sa vyjadruje v tonách ako množstvo kyseliny na tonu materiálu.
- AP sa získa násobením percentuálneho obsahu síry vo vzorke prepočítavacím koeficientom, ktorý sa odvodil z látkových množstiev a stechiometrie neutralizačnej reakcie vzniknutej kyseliny sírovej uhličitanom vápenatým (vápencom) : $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Laboratórne: Aktívna tvorba kyslosti (Miller et al., 1997).

Vzorky s obsahom sulfidických minerálov sa oxidujú roztokom 15 % peroxidu vodíka (H₂O₂). Zmes vzorky a peroxidu sa nechá reagovať cca 18 hodín (cez noc) a potom sa nadbytok peroxidu odstráni varom. Hodnota pH zmesi po vychladnutí (kyslé / neutrálne) orientačne ukazuje, či skutočne došlo k okamžitej oxidácii sulfidov vo vzorke. Ak vznikla kyselina, môže sa vyjadriť v kg H₂SO₄ na tonu materiálu, alebo množstvom CaCO₃ potrebného na neutralizáciu kyslosti.

Neutralization potential (NP)

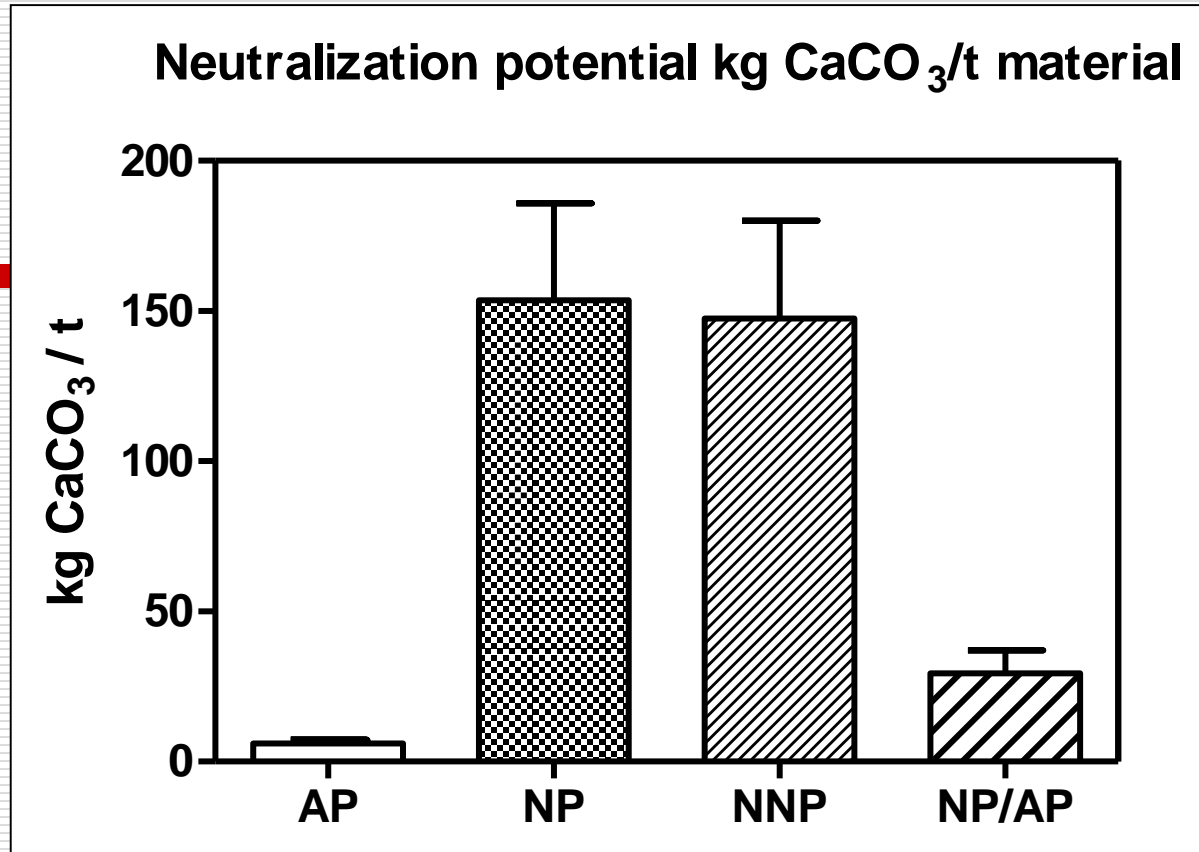
Sobek et al. (1978)



Fizz rating (reakcia)	HCl (ml)	HCl (molalita)
žiadna	20	0,1
slabá	40	0,1
stredná	40	0,5
silná	50	0,5



Hodnoty NP sa vypočítajú na základe stanovenia množstva kyseliny, ktorá sa zneutralizuje materiálom odkaliska. Stanoví sa to jednoduchou acidobázickou priamou, alebo spätnou titráciou. To znamená pridaním presného množstva kyseliny do vzorky a spätnou titráciou nespotrebovanej kyseliny (presným) roztokom hydroxidu, alebo priamou kyselinovou titráciou vzorky (piesku) do bodu pH 3,5. Znovu sa prepočíta na H_2SO_4 alebo na $CaCO_3$ (kg/t).



- EU legislation (2009/359/ES) has defined waste shall be inert in case the waste has a maximum content:

max. sulf. S 0.1 %, or

sulf. S 1 % and **NP/AP ratio** > 3

S sulf. max. 0.36 wt. %

NP/AP ratio

6.7 – 63.9

ROZHODNUTIE KOMISIE z 30.9.2009 o stanovení kritérií na klasifikáciu zariadení na nakladanie s odpadmi v súlade s prílohou III smernice Európskeho parlamentu a Rady 2006/21/ES o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu:

Článok 7

Limit uvedený v druhej zarážke prílohy III k smernici 2006/21/ES sa stanoví ako pomer hmotnosti sušiny **všetkého odpadu klasifikovaného ako nebezpečný a (všetkého) odpadu**, ktorého prítomnosť sa predpokladá v zariadení na konci plánovanej doby prevádzky.

Ak pomer **presahuje 50 %**, zariadenie sa **zaradí do kategórie A**.

Ak pomer je **v rozmedzí 5 % až 50 %**, zariadenie sa **zaradí do kategórie A**.

Zariadenie sa však **nesmie zaradiť do kategórie A, ak je to odôvodnené** na základe hodnotenia rizík na konkrétnom mieste s osobitným zameraním na účinky nebezpečného odpadu, ktoré sa vykoná v rámci klasifikácie založenej na následkoch zlyhania v dôsledku porušenia celistvosti alebo nesprávneho prevádzkovania, a preukázania, že zariadenie by nemalo byť zaradené do kategórie A na základe obsahu nebezpečnej látky.

Ak pomer uvedený v odseku 1 **je menší ako 5 %**, potom sa zariadenie na základe obsahu nebezpečnej látky **nezaradí do kategórie A**.

Doplňujúce hodnotenie

Analýza odpadových drenážnych vôd

Metóda charakterizácie toxicity vylúhovaním - Statické lúhovacie testy - EPA, 1994: *Acid mine drainage prediction. Technical document, EPA, Washington D.C., 48pp.*

Chemická analýza ťažkej frakcie na hlavný/é kontaminanty

Identifikácia minerálnych fáz ťažkej frakcie vo výbruse



Zostáva kontaminant v primárnej minerálnej fáze?

Špeciálne mineralogické metódy výskumu sekundárnych fáz

Špeciálne geochemické metódy výskumu mobility kontaminantov

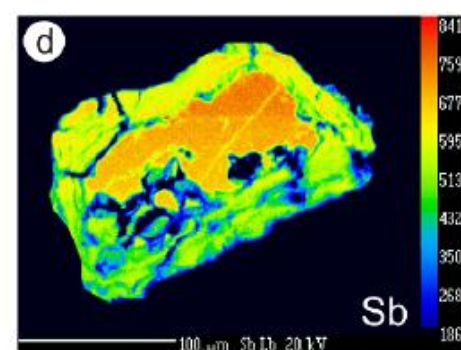
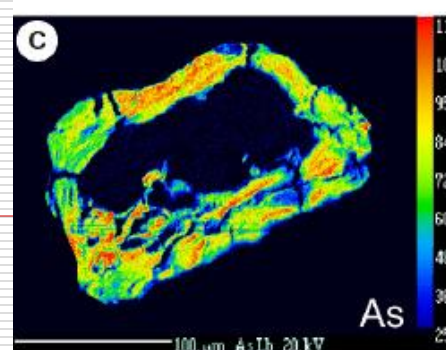
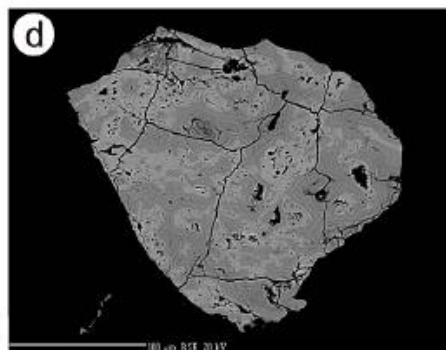
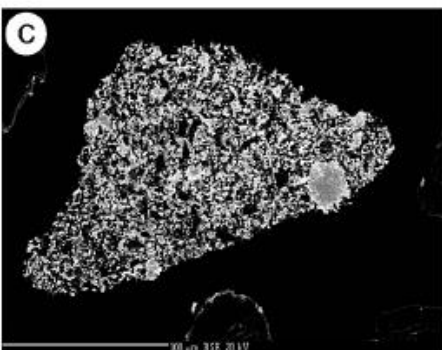
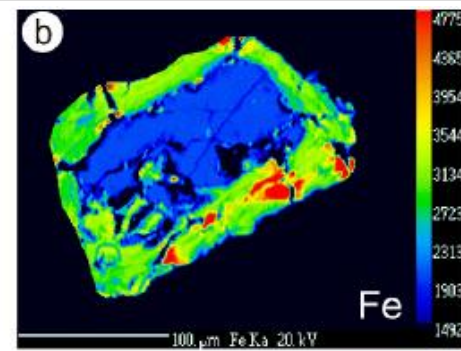
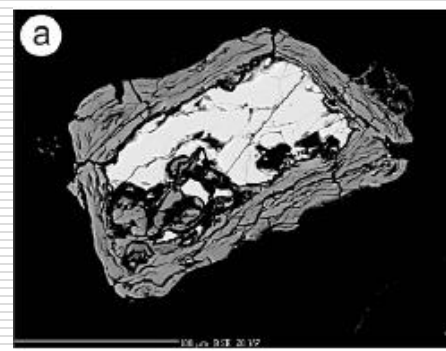
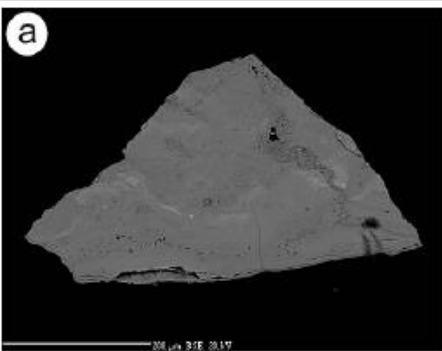
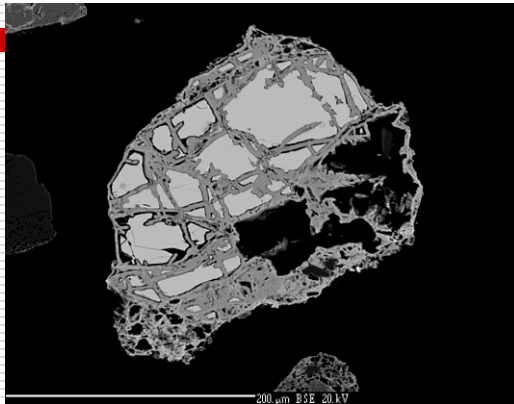
Sekvenčné extrakčné metódy

Dynamické kolónové testy vyluhovateľnosti

Kinetické testy, Humidity Cell Test (HCT), Kolónové experimenty

Chemická analýza ťažkej frakcie na hlavný/é kontaminanty

Identifikácia minerálnych fáz ťažkej frakcie vo výbruse



Šírenie kontaminácie do zložiek životného prostredia

- vody
- suspenzie
- riečne sedimenty
- okrové zrazeniny
- pôdy, zeminy
- rastlinný materiál



Nová drenáž – SM2

Najvýraznejší a trvalý zdroj znečistenia potoka Smolník. Obsah kovov vo vode je niekoľkonásobne vyšší ako v nekontaminovanej časti potoka.

Zmiešavacia zóna



		SM1	SM2	SM4
Al	mg/l	0,18	82,05	1,47
Fe	mg/l	0,380	539,8	11,52
SO ₄ ²⁻	mg/l	18,38	3557	94,88
Zn	µg/l	7,3	9291	249,8
As	µg/l	2,1	96,33	2
Cu	µg/l	6,3	1813	116,5
pH		7,05	3,91	5,59

Nekontaminovaná voda



Vplyv potoka Smolník na riekú Hnilec sa dá sledovať na veľkú vzdialenosť od sútoku a ovplyvňuje sedimenty nádrže Ružín.

Suspenzie - filtrácia



veľkoobjemová filtrácia
nad $1 \mu\text{m}$



filtrácia nad $0.45 \mu\text{m}$

Chemické zloženie suspenzií

		SM-1	SM-4	SM-6	SM-8	H-0	H-1
Fe	%	5.26	12.99	16.34	17.61	8.43	14.6
Al	%	1.96	7.96	8.68	6.36	3.71	3.76
As	mg/kg	112	142	251	135	124	103
Pb	mg/kg	196	171	163	166	150	106
Zn	mg/kg	1026	512	798	1235	1079	1979
Cu	mg/kg	592	1818	2157	2407	665	1856
Mg	mg/kg	6854	6261	4812	4738	18089	4778
Ca	mg/kg	16990	9531	12217	5306	33924	19101
K	mg/kg	11662	2638	1938	2366	8613	5942
Na	mg/kg	7997	2759	2755	2136	9549	8582
Mn	mg/kg	2536	940	769	819	5379	1439
number of samples		2	3	4	4	2	3

Prepočet – transport v bode SM-8

priemerný prietok - 1 m³/s (5 m³/s)

priemerný obsah suspenzií - 30mg/l

priemerné zloženie suspenzií - 10.79 % Fe, 0.136 % Cu a 0.055 % Zn,

potok transportuje v dolnom toku denne

2 590 kg suspenzií

obsahujúcich 280 kg Fe, 3.54 kg Cu a 1.44 kg Zn.

a zároveň

238.5 kg Fe, 13.05 Zn a 1.99 kg Cu v rozpustenej forme

(na základe analýz vôd)

Riečne sedimenty – celková analýza - Dúbrava

	Cu	Pb	Zn	Ni	Co	Mn	Fe	As	Cd	Sb
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm
	0,5	0,5	5	0,5	0,5	5	0,01	5	0,5	0,5
DUS-06	3,2	14,1	39	5,6	3,2	264	1,12	25	<0.5	45,6
DUS-07	5,3	21,7	41	5,7	3,9	313	1,19	45	<0.5	71,6
DUS-10	23,7	53,6	74	11,2	6,1	501	1,92	140	<0.5	326,3
DUS-13	7,1	52,6	60	10,5	4,5	362	1,66	84	<0.5	547
DUS-17	8,1	66,8	60	9,1	5,6	442	1,69	99	<0.5	644,2

Sekvenčná analýza riečnych sedimentov

Frakcia 1: Extrakcia vo vode – anorganické soli

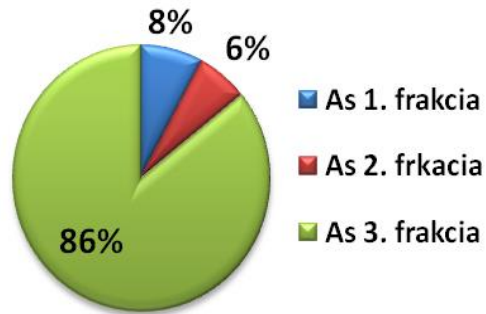
Frakcia 2: Iónovymeniteľná a karbonátová fáza

Frakcia 3: Redukovateľná fáza – Fe a Mn oxidy

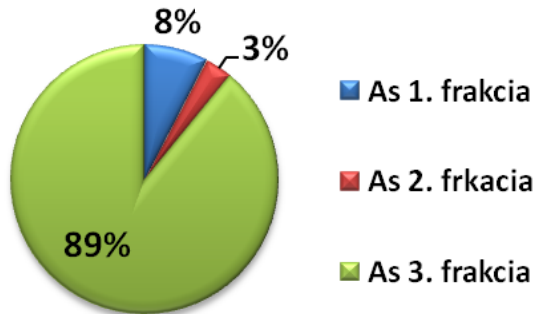
Frakcia 4: Oxidovateľná fáza – organický materiál, sulfidy

Frakcia 5 : alumosilikatový nerozpustný zvyšok

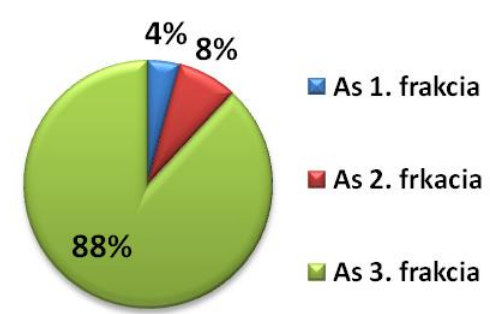
DUS-6



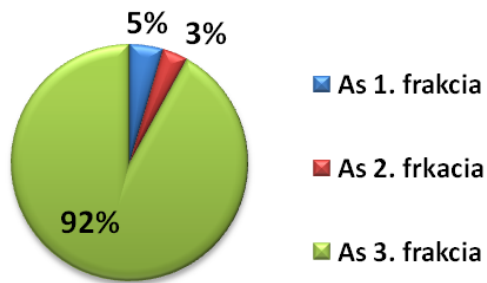
DUS-7



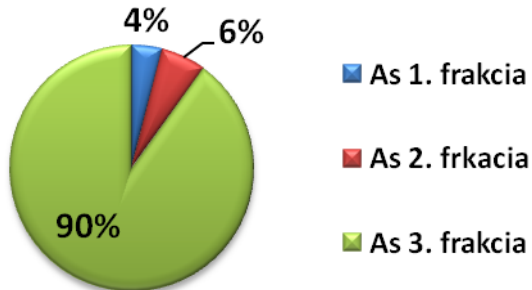
DUS-10



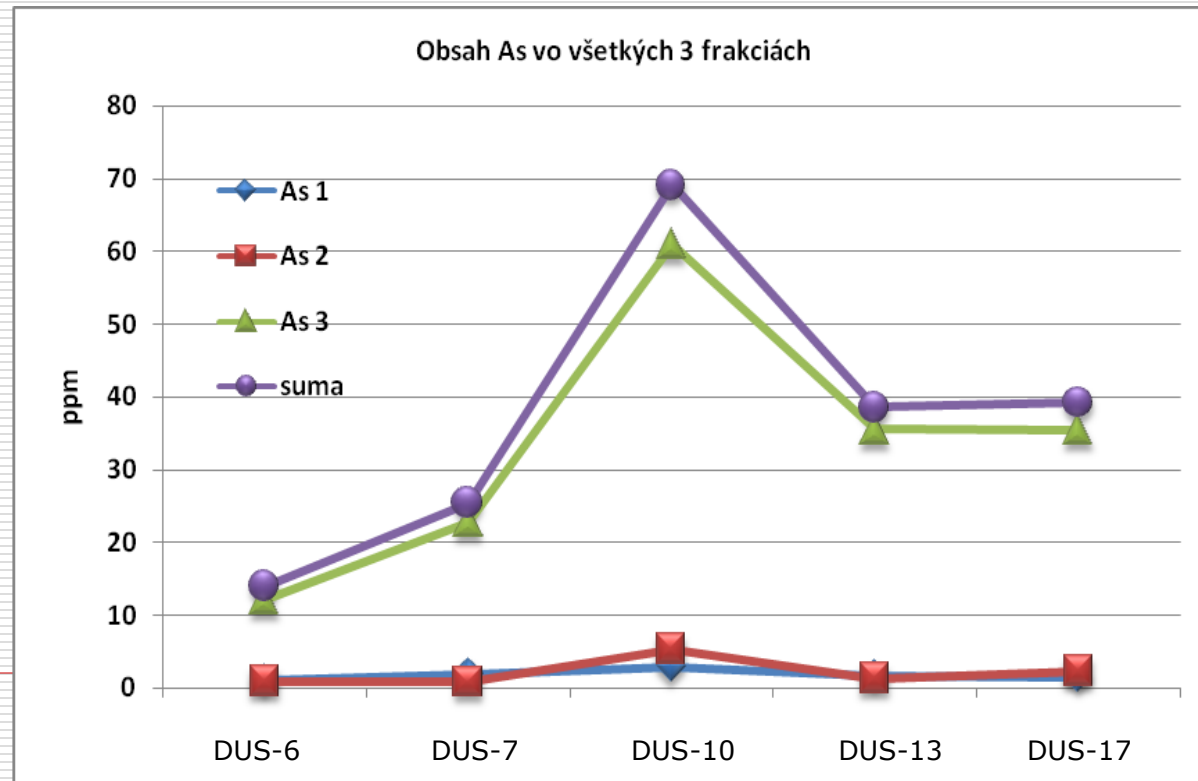
DUS-13



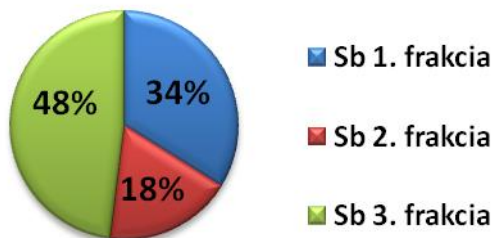
DUS-17



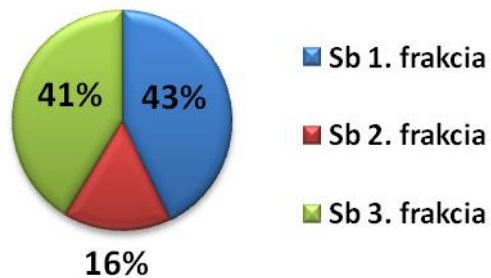
As v riečnych sedimentoch



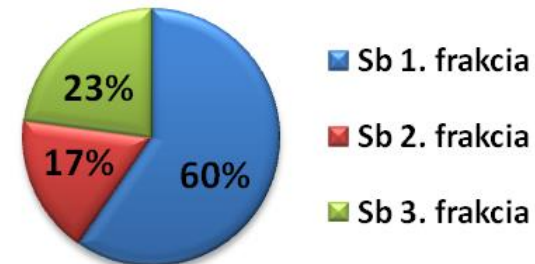
DUS-6



DUS-7

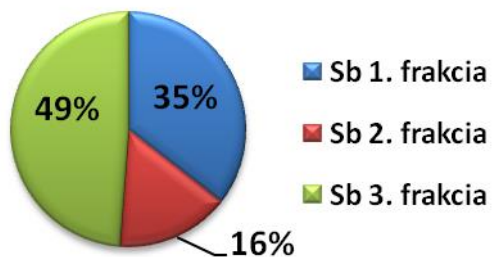


DUS-10

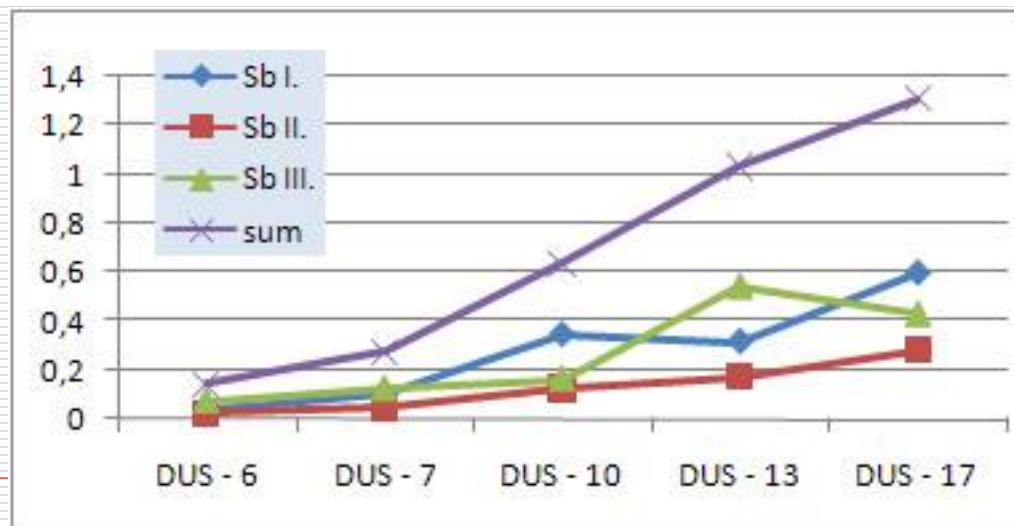
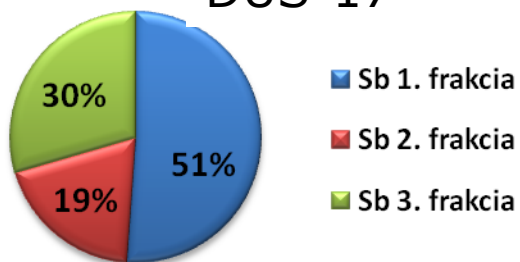


Sb v riečnych sedimentoch

DUS-13



DUS-17



Príloha č. 11c: Vzorkovanie materiálu úložiska ťažobného odpadu

Hodnotenie kvality materiálu úložiska ťažobného odpadu

Materiál uložený na úložisku ťažobných odpadov hodnotíme z hľadiska jeho:

- chemického zloženia,
 - ekotoxicity,
 - výluhu (t. j. priesakovej kvapaliny),
 - acidifikačného (neutralizačného) potenciálu (t. j. potenciálu tvoriť kyslé výluhy).
-

ĎAKUJEM ZA POZORNOSŤ !

