

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA

MLYNSKÁ DOLINA 1, 817 04 BRATISLAVA 11



Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov

Podsystem 03 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží

Záverečná správa za rok 2007

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Jana Frankovská, CSc.

Riešitelia: prof. Mirko Matys, Ing. Mária Masarovičová, PhD, RNDr. Igor Slaninka PhD,
a RNDr. Jozef Kordík PhD, RNDr. Ľubomír Jurkovič PhD., RNDr. Ľubica Záhorová

Na úlohe spolupracovali:

Ing. Ivan Slávik, PhD., Ing. Juliana Kovaľková, RNDr. M. Laho, PhD.
Doc. RNDr. V. Gajdoš, PhD., RNDr.K.Rozimant, PhD.,
Mgr. I. Dananaj, PhD., Doc. RNDr. P. Fejdi, PhD., I. Peller – technik.

Bratislava, 26.8.2008

Obsah

2.3 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych zát'aží.....	3
2.3.1 Základná charakteristika monitorovacej siete	3
2.3.2 Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia	4
2.3.2.1 Pozorované ukazovatele a ich hodnotenie	4
2.3.2.3 Metódy geotechnického monitorovania odkalísk	4
2.3.2.4 Sledované ukazovatele a metóda hodnotenia jednotlivých veličín monitoringu zmien vlastností antropogénnych sedimentov.....	4
2.3.3 Spôsob a frekvencia zberu údajov.....	4
2.3.4 Monitoring skládok charakteru environmentálnych zát'aží.....	5
2.3.4.1. Lokalita Halňa	5
2.3.4.2. Lokalita Prakovce.....	7
2.3.4.3 Lokalita Devínska Nová Ves.....	12
2.3.4.4. Lokalita Bojná	15
2.3.4.2.5 Lokalita Myjava – Holíčov vrch	17
2.3.4.2.6 Lokalita Myjava - Surovín	19
2.3.4.2.7 Lokalita Šaľa – RSTO	20
2.3.4.2.8 Lokalita ŠULEKOVO – Fe KALY	23
2.3.5. Monitoring odkalísk charakteru environmentálnych zát'aží	27
2.3.5.1 Environmentálny monitoring	27
2.3.5.1.1 Odkalisko Poša.....	27
2.3.5.1.2 Lokalita: Zemianske Kostol'any	27
2.3.5.2 Monitoring fyzikálnej stability	30
2.3.5.2.1 Zmeny mechanických vlastností na odkaliskách Šaľa RSTO a Amerika 1.....	30
2.3.5.2.2 Geotechnický monitoring odkalísk	40
3. Vyhodnotenie kvality súhrnných ukazovateľov v rámci Európy – porovnanie	56
4. Záver.....	57
Príloha 1 - RTG štúdium	59
Príloha 2 Identifikačné listy odkalísk.....	61

2.3 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych zát'azí

2.3.1 Základná charakteristika monitorovacej siete

Medzi sledované lokality tohto pod systému ČMSGF boli zaradené lokality s výskytom antropogénnych sedimentov, ktoré predstavujú významné riziko ohrozenia jednotlivých zložiek geologického prostredia s cieľom zabezpečiť kontinuálne zaznamenávanie a hodnotenie informácií o stave týchto antropogénnych sedimentov charakteru environmentálnych zát'azí. V pod systéme sú zaradené antropogénne sedimenty uložené na skládkach alebo odkaliskách.

V roku 2007 prebiehal monitoring nasledujúcich 10 lokalít: Bojná, Bratislava – Devínska Nová Ves, Myjava- Holíčov vrch, Myjava- Surovín, Šulekovo, Krompachy – Halňa, Prakovce, Šaľa, Poša a Zemianske Kostol'any. Riešiteľmi boli: Ing. Jana Frankovská, RNDr. Igor Slaninka, RNDr. Jozef Kordík a RNDr. Ľubica Záhorová.

V pod systéme je zaradený aj monitoring fyzikálnej stability (najmä mechanickej) vybraných antropogénnych sedimentov odkalísk, ktorý zabezpečuje Prírodovedecká fakulta UK Bratislava. Zodpovedným riešiteľom je Prof. Ing. M. Matys, PhD. a na tejto čiastkovej úlohe v roku 2007 spolupracovali: Mgr. M. Laho, PhD. , Doc. RNDr. V. Gajdoš, PhD., RNDr. K. Rozimant, PhD., Ing. J. Frankovská, PhD., Mgr. I. Dananaj, PD., Doc. RNDr. P. Fejdi, PhD., I. Peller – technik. Zmeny mechanických vlastností sa monitorujú na dvoch elektrárenských odkaliskách elektrárne ENO Nováky, dvoch odkaliskách Dusla Šaľa a na dvoch odkaliskách rudných flotačných odpadov pri Banskej Štiavnici. V roku 2007 sa uskutočnil monitoring na odkaliskách Duslo Šaľa RSTO a Amerika 1.

V rámci geotechnického monitoringu odkalísk, ktorú realizuje STU Stavebná fakulta, Katedra geotechniky Bratislava, sa vypracovali identifikačné listy ďalších šiestich odkalísk rudných odpadov: Hačava (okres Rimavská Sobota), Sedem Žien, Banská Belá (okres Žiar nad Hronom), Dúbrava 01, 02 a 03, Dúbrava (okres Liptovský Mikuláš) a Lintych, Anton (okres Žiar nad Hronom). Zodpovednou riešiteľkou pre túto čiastkovú úlohu je Ing. M. Masarovičová, PhD. a spoluriešiteľmi sú Ing. I. Slávik, PhD. a Ing. Juliana Koval'ková.

2.3.2 Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

2.3.2.1 Pozorované ukazovatele a ich hodnotenie pre environmentálny monitoring

Najdôležitejšou súčasťou monitoringu environmentálnych záťaží vo všeobecnosti sú *laboratórne analýzy vzoriek vôd na stanovenie chemických ukazovateľov*. Metodiky odberu vzoriek sú v príslušných normách, napríklad v STN ISO 5667-18.

Dôležitou súčasťou monitorovacích prác sú režimové pozorovania hladín podzemných vôd vo vrtoch a vôd v povrchových tokoch. Potrebnou činnosťou je aj sledovanie množstva priesakovej kvapaliny, výdatnosti prameňov a prietokov povrchovej vody v okolí skládok.

Pri monitorovaní a jeho optimalizácii sa dobre osvedčili *terénne merania fyzikálnych parametrov vody*, ako sú merná elektrická vodivosť (vodivosť) vody a teplota vody. Ich vhodnou aplikáciou sa dá vystihnúť rozloženie kontaminácie v priestore, či sledovať zmeny prejavov šírenia kontaminantov v závislosti od vonkajších podmienok

Štandardné laboratórne stanovenia sú: chemická spotreba kyslíka (ChSK_{Cr}), chloridy a nepolárne extrahovateľné látky (NEL). Do rozšíreného rozboru sa podľa charakteru environmentálnej záťaže zaraďujú nasledujúce stanovenia: dusičnanový a amoniakálny dusík, fosforečnany, sírany, mangán, železo, kadmium, meď, olovo, zinok, bór, povrchovo aktívne látky, fenoly prchajúce s vodnou parou a ďalšie. Ich výber musí zohľadňovať prejavy znečistenia na konkrétnej lokalite.

Sledované ukazovatele na monitorovaných lokalitách sa líšia vzhľadom ku druhu znečistenia a sú to najmä: pH, vodivosť, ChSK_{Cr} , rozpustené látky, chloridy, Cu, Zn, Fe, amónne ióny vo vzorkách vody a pôdy/riečnych sedimentov.

2.3.2.2 Metódy geotechnického monitorovania odkalísk

Jednotnú metodiku definujúcu súbor údajov o odkaliskách tzv. identifikačný opis konkrétneho odkaliska. Spracovaný súbor dát je možné pre každú environmentálnu stavbu resp. záťaž v určených časových intervaloch inovovať a v dostupnej forme archivovať.

2.3.2.3 Sledované ukazovatele a metóda hodnotenia jednotlivých veličín monitoringu zmien vlastností antropogénnych sedimentov

Na uvedených lokalitách sa sledujú tieto základné monitorovacie charakteristiky. Z geofyzikálnych meraní je základný monitorovaný prvok merný elektrický odpor v $[\Omega\text{m}]$, z presiometrických skúšok p_{lim} medza presiometrického tlaku (odpovedá medznej pevnosti skúšaného prostredia), presiometrický modul E_p [MPa] a efektívna hodnota uhla vnútorného trenia φ_{ef} [$^{\circ}$]. Okrem toho sa odoberali pri monitorovaní týchto vlastností aj neporušené a porušené vzorky antropogénnych sedimentov pre určenie klasifikácie – zrnitosťné analýzy materiálov a pre špeciálne skúšky RTG.

2.3.3 Spôsob a frekvencia zberu údajov

Sledované ukazovatele sa hodnotia minimálne 1krát ročne na lokalitách Bojná, Myjava-Surovín, Šulekovo, Kropachy – Halňa a Šaľa odbermi vody a terénnymi meraniami fyzikálnych parametrov vôd. Na lokalite Poša sa 1 krát ročne hodnotia odbery vody a riečného sedimentu. Na lokalite Zemianske Kostolany sa 1 krát ročne hodnotia vzorky pôdy. Vzhľadom na plánovanú sanáciu environmentálnej záťaže v lokalite Bratislava – Devínska Nová Ves je frekvencia merania 3 roky. Frekvencia zberu údajov na dvoch elektrárenských odkaliskách elektrárne ENO Nováky, dvoch odkaliskách Dusla Šaľa a na dvoch odkaliskách rudných flotačných odpadov pri Banskej Štiavnici je raz za 3 roky. Lokalita Prakovce je monitorovaná raz za 5 rokov. Lokalita Myjava – Holíčov vrch sa monitoruje raz za 2 roky.

2.3.4 Monitoring skládok charakteru environmentálnych záťaží

2.3.4.1. Lokalita Halňa

2.3.4.1.1 Umiestnenie skládky a jej vznik a vývoj (história)

Skládka Halňa sa nachádza na pravom brehu rieky Hornád v intraviláne mesta Kropachy, v jej severovýchodnej časti. Skládka je ohraničená zo severu riekou Hornád, zo západu aktívnou priemyselnou zónou mesta. Na východ od skládky sa nachádza čistiareň odpadových vôd, z južnej strany ju ohraničuje železnica. Plocha skládky je cca 10 ha. Skládka bola uzavretá v roku 1999. Počas jej prevádzky boli na skládke uskladnené priemyselné odpady z výroby železa, ocele, medi, síranu zinočnatého ako i kyseliny sírovej. Približne na 2 ha skládky bol ukladaný i komunálny odpad.

Súčasný stav povrchu skládky t.j. striedania elevácií a depresí je výsledkom ukladania, resp. exploatácie odpadu v minulosti. Nadmorská výška elevácií sa pohybuje od 358 do 369 m n. m., depresie dosahujú hĺbku 3-10 metrov. Záujmové územie je situované v riečnom údolí, s predkvartérnym podložím permských bridlíc. Kvartér je tvorený fluviálnymi a antropogénnymi sedimentmi.

Hladina podzemnej vody sa pohybuje v rozpätí 358-355 m n.m., generálny smer prúdenia podzemnej vody je jz-sv. V územnom pláne mesta Kropachy sa počítalo s využitím územia pre rozvoj ľahkého priemyslu, vrátane komunikácií.

2.3.4.1.2 Charakteristika odpadu

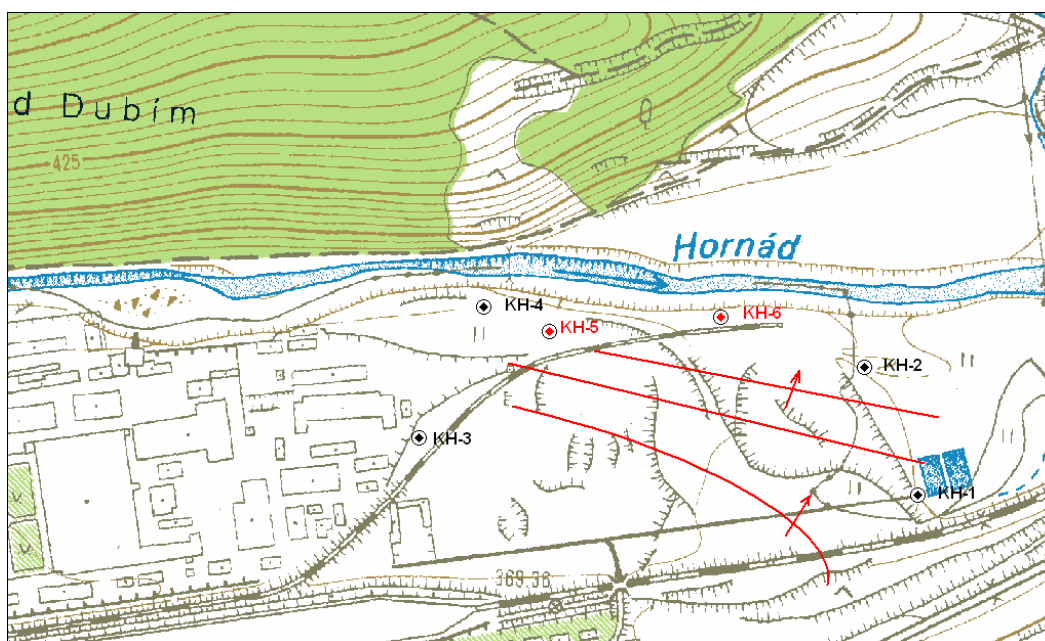
Priemyselný odpad ukladaný na skládke Halňa obsahuje kaly z výroby mangánu, zinku, medi a kyseliny sírovej. Pevné odpady obsahujú aj olovo, arzén a kadmium. Tekuté odpady obsahujúce kyanid sú uskladnené v betónových bazénoch. Odhadom predpokladáme, že skládka priemyselného odpadu dosahuje objem je 760 000 m³.

Komunálny odpad sa začal ukladať v roku 1964. Celková plocha komunálneho odpadu je cca 1,4 ha s predpokladaným objemom 160 000 m³.

2.3.4.1.3 Environmentálne dopady

Množstvo podzemnej vody drénovanej Hornádom priamo z telesa skládky je cca 217 m³/deň. Environmentálna záťaž bola určená z analýz podzemných vôd, ktorých koncentrácie As, Cd, Ni, B, Zn, Sb prekračujú povolené limity. Pravdepodobnú záťaž na ovzdušie, či

priamy kontakt predstavuje i povrch priemyselných odpadov. Odobrané vzorky z povrchu odpadov niekoľkonásobne prekračujú limity „Holandskej normy“ hlavne v obsahoch As, Cu, Sb, Pb, Zn, Ni, Ba. Umiestnenie monitorovacích vrtov je na obrázku 1. Súradnice monitorovacích vrtov sú v tabuľke 1.



Obrázok 1 Umiestnenie monitorovacích vrtov v lokalite Halňa

V oblasti Halne sa nachádza skládka PO (priemyselného odpadu) a TKO (tuhého komunálneho odpadu). Monitoring prebieha nepravidelne a nekomplexne, momentálne je realizovaný len na vrtoch KH-1, KH-2, ktoré v minulosti preukázali menšie znečistenie (Beharka, M., 1993). Vrt KH v r. 2003 vykázal vysoký obsah dichlóreténu (1,275 mg/l) (Stašík, L., 2003). Skládka sa nachádza v bezprostrednej blízkosti rieky Hornád. Terajší technický stav nezodpovedá požiadavkám súčasnej legislatívy, kontaminanty prenikajú do podlažia skládky, ktoré je pre skládkovanie odpadov nevhodné. V elaboráte „Skládka Halňa v Kropachoch - sanácia environmentálnych a zdravotných dopadov - štúdia uskutočniteľnosti“ je vykonaný odhad rizikivosti (DANCEE, 2005) podľa limitných hodnôt a odhadnuté náklady na sanáciu (309 - 333 mil. Sk).

Tabuľka 1 Súradnice monitorovacích vrtov

Vrt	x	y	z
KH-1	1215695,88	287984,81	360,89
KH-2	1215565,36	288038,97	357,23
KH-3	1215637,4	288491,44	360,38
KH-4	1215503,89	288426,3	361,58

V lokalite Kropachy sa nachádza priemyselný komplex závodov Kovohuty a SEZ Kropachy, dôsledky tejto činnosti sa prejavujú zvýšenými obsahmi kovov Cu, Pb, Zn, As a Hg prejavujú v povrchovej vode, pôde i v riečnych sedimentoch okolitých tokov vrátane rieky Hornád (Husár, 1993; Pramuka, 1999). Kumulácia negatívneho vplyvu ťažobného komplexu Slovinky a hutníckeho spracovania rúd v Kropachoch sa najviac prejavuje v údolí Slovinského potoka. Navyše v bezprostrednej blízkosti priemyselného komplexu závodov

Kovohuty a SEZ Krompachy sa nachádza Halňa, kde okrem skládky TKO sú uložené pevné priemyselné odpady obsahujúce Pb, As, Cd a tekuté obsahy s obsahom kyanidov v objeme 760 000 m³. Podzemné vody prekračujú hodnoty IT (pokyn MŽP kategória B) u Cd, pri As a Ni, prekračujú hodnoty ID (pokyn MŽP kategória C) a dosahujú medzné hodnoty IT.

Tabuľka 2 Výsledky laboratórnych rozborov vo vrte V-KH-2 v roku 2007 a pre porovnanie výsledky v rokoch 2000, 2001 a 2006 s hraničnými hodnotami Pokynu MŽP

Meraná veličina/ parameter / znak	M. j.	V-KH-2/93 Dátum odberu						Pokyn MŽP		
		2000	2001		2006		2007	A	B	C
		XI	VI	XI	VI	XI	XII			
amónne ióny	mg/l	0,03	0,036	0,2	0,26	0,32	<0,01	0,2	1	3
dusičnany	mg/l	127	22	102	18,2	22,2	67,5			
As	µg/l	14	15	17	9	18	9	5	50	200
Hg	µg/l	0,3	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1	0,1	1	5
Pb	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20	50	200
Zn	µg/l	7	15	6	102	27	38	150	500	1000
NEL IČ	µg/l	<20	<20	30	30	10	250	50	200	1000
xylény	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,3	0,2	20	60
benzén	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	0,2	5	30
toulén	µg/l	12,7	<0,01	0,15	<0,01	0,47	0,24	0,2	15	50
aromat. uhľ. suma	µg/l	12,7	<0,1	0,15	<0,1	0,47	0,66	1	50	100
1,1,2,2-tetrachlóretén	µg/l	<0,01	<0,01	0,19	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	10	50
1,1,2-trichlóretén	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,13	0,01	30	100
1,1 dichlóretén	µg/l	<0,01	<0,01	1,96	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,5	2
1,2 dichlóretén cis	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,001	10	50
1,2 dichlóretén trans	µg/l	17,2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,001	10	50
alif. chlór. uhľ. suma	µg/l	17,2	<0,1	2,15	<0,1	<0,1	0,13	1	20	100
B	µg/l	206	90	274	90	510	182	50	200	1000
Ba	µg/l	146	53	130	54	77	111	50	500	2000
Cd	µg/l	<2	<2	<1,5	5	<2	<1,5	1,5	5	20
Cu	µg/l	<5	9	<5	21	73	38	20	50	200
V	µg/l	<5	6	<5	<5	<5	<5	50	100	300

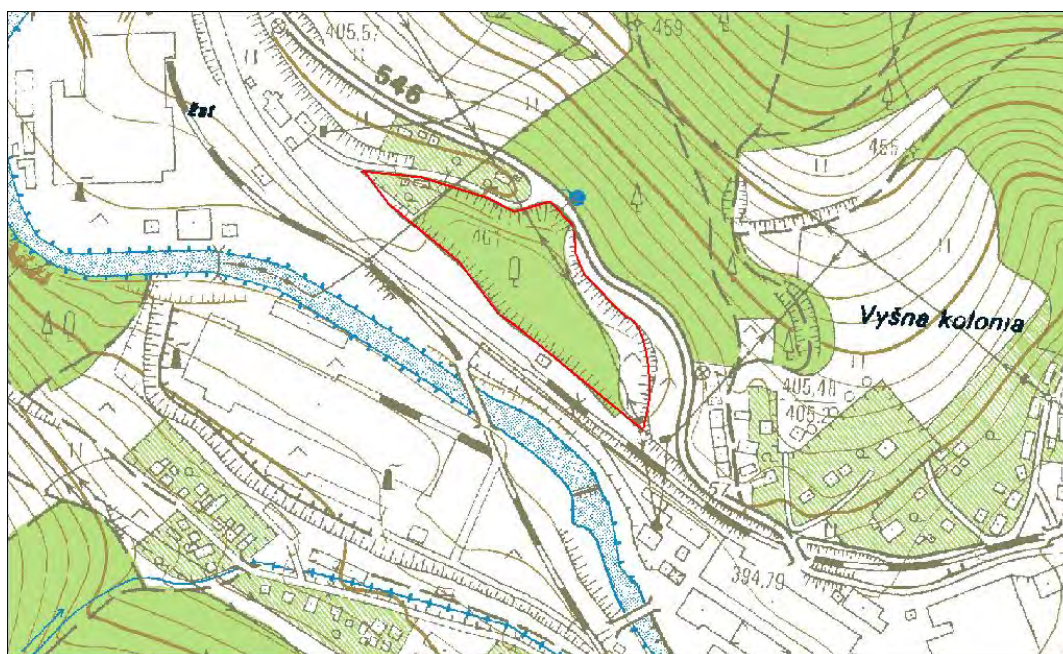
2.3.4.2. Lokalita Prakovce

Divoká skládka komunálneho odpadu (Depónia I.), kde sa do roku 1980 ukladal priemyselný odpad a odpad solí toxického charakteru z tepelného zušľachtovania kovov z prevádzok ZŤS. Objem je cca 600 – 800 ton a uzavretá skládka Depónia II, na pravej strane aluviálnej nivy Hnilca nad bývalým areálom ZŤS Prakovce.

Sledované ukazovatele: pH, vodivosť, chloridy, amónne ióny, kovy. Komponenty kontaminácie podzemných vôd tvoria najmä: As, Cd, Ba, Sn, Sb a amónne ióny. Na lokalite Depónia I bolo v priestoroch skládky zistené aj zvýšené množstvo kyanidov a ropných látok.

2.3.4.2.1 Prakovce Depónia I.

Skládka toxických odpadov sa nachádza severne od areálu závodu ZŤS Prakovce, kde vyplňuje priestor medzi štátnou cestou a železničnou traťou. Situácia je na obrázku 2. Ide o divokú skládku komunálneho odpadu, kde sa ešte pred rokom 1980 ukladal priemyselný odpad a odpad solí z tepelného zušľachtovania kovov z jednotlivých prevádzok ZŤS. Celkový objem voľne skladovaného rizikového materiálu je cca 600-800 ton. Ide o soli toxického charakteru GS 540 (18-22 % NaCl, 28-32 % KCl, 8-32 % BaCl). Na skládke sa zistili i zvýšené obsahy solí kyanidov neznámeho pôvodu a ropných látok.



Obrázok 2 Situácia – Depónia I

Vlastná depónia má plochu 25x100 m a výška 20 m, objem 50 000- 70 000 m³. Záujmové územie Depónia I. leží na ľavom brehu rieky Hnilca. Podložie je budované staropaleozoickými horninami gelnickej skupiny s prevahou fylitov, v ich nadloží sa nachádzajú kvartérne deluviálne a fluviaľne sedimenty a vlastný antropogénny materiál.

Na skládke boli vybudované 4 indikačné vrty (HV-101- HV-104, resp. S-57,S-62), ktoré boli pravdepodobne poškodené. Hladina podzemnej vody v telese skládky je pri maximálnych stavoch v úrovni navážky, $K_f=2,0 \cdot 10^{-5}$ - $9,49 \cdot 10^{-6}$. Prevažný smer prúdenia podzemnej vody je sv-jz v severozápadnej časti skládky sa stáča do smeru ssz-jjv. Významnejšie hydrogeologické polohy tvoria suťové kužele a fluviaľne štrkopiesky Hnilca. Hladina podzemnej vody v hornej časti skládky sa nachádza o 6-10 m vyššie ako v dolnej časti skládky. V období vysokých vodných stavov dochádza k brehovej infiltrácii povrchovej vody Hnilca do spodnej časti depónia.

Odhadovaný celkový odtok výluhov zo skládky je 1,6-1,7 l.s⁻¹. Namerané maximálne hodnoty kontaminantov v roku 1989 sú uvedené v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Namerané maximálne hodnoty kontaminantov

Kontaminant	Jednotka	Max hodnoty
Ba	mg.l ⁻¹	38
CN	mg.l	0,16
NO ₂	mg.l	55
NO ₃	mg.l	254
NEL	mg.l	27
As	mg.l	0,14
V	mg.l	0,013
Sr	mg.l	0,36

V spodnej časti skládky boli namerané vyššie hodnoty kontaminácie, ako v hornej. Pri styku skládkovaného materiálu s vodou hrozí stále potenciálne nebezpečenstvo vyplavovania škodlivín v rôznej koncentrácii v závislosti od doby vylúhovania a dobe rozpadu skorodovaných kontajnerov v ktorých boli toxické soli vyvázané na skládku. Na obrázku 3 je pohľad na túto lokalitu.



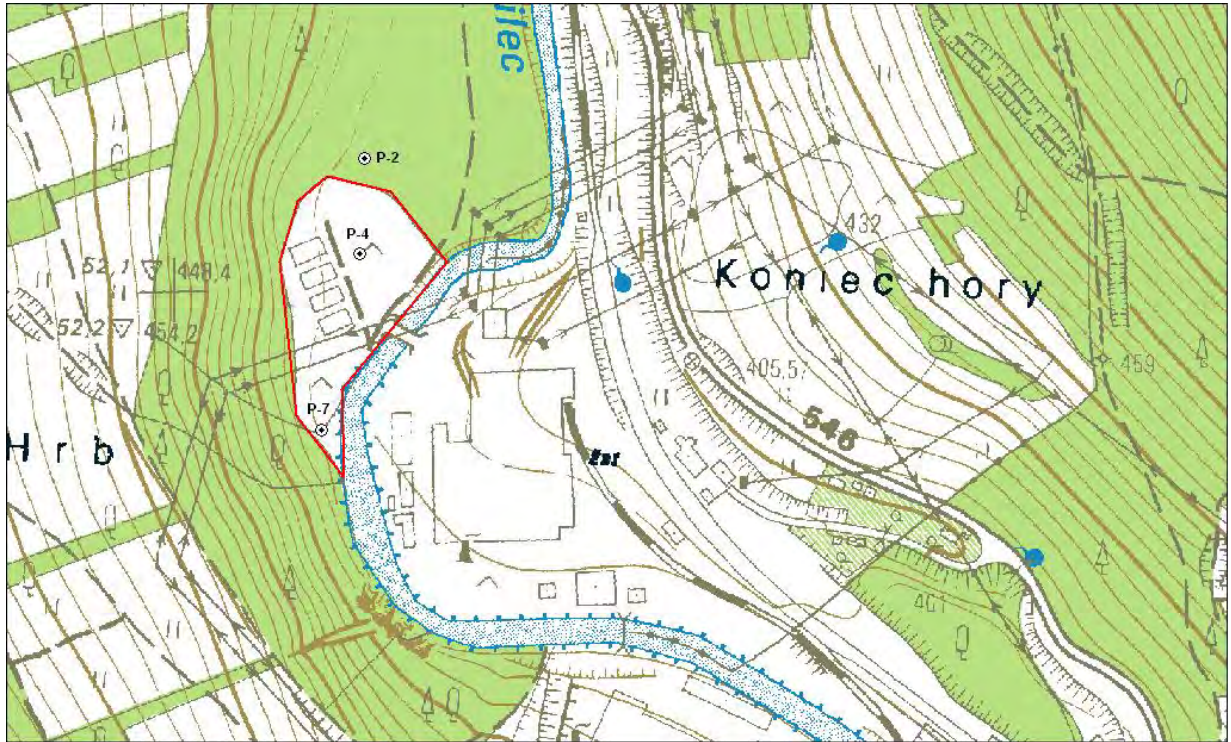
Obrázok 3 – Pohľad na Depóniu 2.

2.3.4.2.2 Prakovce Depónia II.

Skládka priemyselného odpadu sa nachádza na pravej strane aluviálnej nivy Hnilca nad bývalým areálom ŽŤS Prakovce. Skládka vznikla na začiatku 80. rokov, bez opatrení na ochranu povrchových a podzemných vôd. V roku 1989 bol realizovaný hydrogeologický prieskum a vybudovaný monitorovací systém skládky. Neskôr bola skládka prevádzkovaná za

osobitných podmienok, uzatvorená bola v roku 2000. Skládka má úložnú plochu 45 000 m² a objem 73 000 m³. Situácia je na obrázku 4.

Podložie skládky je tvorené komplexom sedimentárnych a vulkanických hornín gelnickej skupiny drnavského súvrstvia. Z kvartérnych sedimentov prevládajú deluviálne hlinito-kamenté suty a štrkopiesčité náplavy rieky Hnilec. Hladina podzemnej vody sa na území skládky nachádza v hĺbke 0,6-5,0 m, $K_f = 6,7 \cdot 10^{-6} - 4,7 \cdot 10^{-5}$.



Obrázok 4 Situácia – Depónia II

Aktuálny pohľad na environmentálnu záťaž je na obrázku 5. V tabuľke 4 sú uvedené namerané hodnoty chemických látok v roku 2007 a pre porovnanie aj v roku 2002 a 2006.



Obrázok 5 – Depónia II.

Tabuľka 4 – Výsledky laboratórnych analýz v rokoch 2002, 2006 a 2007.

Veličina	Jednotka	Metodický pokyn			EZ	P-4/2002	P-7/2002	P-2/2006	P-4/2006	P-7/2006
		A	B	C						
Ca	mg/l					4,42	58,6	12	7,46	53,5
Mg	mg/l					73,9	36,6	20,6	72,8	35,4
Fe	mg/l					0,027	14,6	6,07	0,188	45
Mn	mg/l									
amónne ióny	mg/l	0,2	1	3		1,1	4,37	2,23	1,72	2,05
dusičnany	mg/l					<1	<1	<1	<1	<1
dusitany	mg/l				200	0,01	0,12	0,03	0,04	0,14
fluoridy	mg/l				2	3,17	0,2	0,11	2,23	0,23
sírany	mg/l					6,25	10,4	11,8	6,5	3,2
chloridy	mg/l				100	1,92	3,74	2,16	2,2	2,6
PO4	mg/l					0,08	0,3	0,03	0,03	<0,03
BSK5	mg/l									
pH	-				<6,5-8,5>	9,44	6,88	6,44	9,17	7,09
vodivosť	mS/m				200	36,4	33,9	24,2	49,6	60,3
NEL IČ	µg/l	50	200	1000	500	<20	<20	<20	30	<20
As	µg/l	5	50	200	50	1	19	2	2	154
B	µg/l	50	200	1000		30	30	<20	20	30

Ba	µg/l	50	500	2000	1000	130	60	62	168	87
Be	µg/l	0,2	0,5	1	1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cd	µg/l	1,5	5	20	5	0,7	0,8	0,4	0,3	2,1
Co	µg/l	20	50	200	100	<2	<2	<2	<2	<2
Cr celk.	µg/l	3	50	300	150	<2	<2	<2	<2	<2
Cr VI+	µg/l	1	10	100	35					
Cu	µg/l	20	50	200	200	2	2	<2	2	<2
Hg	µg/l	0,1	1	5	2	0,1	0,1	<0,1	0,1	0,2
Mo	µg/l	5	20	100	180					
Ni	µg/l	20	100	300	100	<2	<2	<2	<2	<2
Pb	µg/l	20	50	200	100	<4	<4	<5	<5	<5
Zn	µg/l	150	500	1000	1500	3	7	3	<2	4
V	µg/l	50	100	300	150	<4	<4	<3	<3	<3
CN celk.	µg/l	10	50	200		<5	<5	<5	<5	<5
Sb	µg/l				25	<1	3	<1	<1	<1
Sn	µg/l	10	30	150	30	<10	<10	<30	<30	<30
PAU celk.	µg/l	1	20	200	60	10,1	0,156	0,08	3,64	0,07
AOX	mg/l	1	15	70		<0,1	<0,1	<0,03	<0,03	<0,03
DOC	mg/l					10,52	13,96	6,1	4,3	6,3
Al	mg/l					<0,03	<0,03	<0,02	0,03	<0,02

Pokračovanie monitoringu tejto lokality bude v roku 2012.

2.3.4.3 Lokalita Devínska Nová Ves

V lokalite Devínska Nová Ves (Bratislava) sa nachádza enviromentálna záťaž, ktorá obsahuje odpady zo spracovania ropy, hodnotené ako ropné látky obsahujúce kyseliny, ktoré sú zaradené medzi nebezpečné odpady.

Skládka (úložisko) odpadov (gudrónov) sa nachádza v opustenom kameňolome s miestnym názvom „Srdce“, ktorý administratívne patrí do katastra obce Devínska Nová Ves. Situovanie lokality je zobrazené na mape M 1: 10 000, list M-34-142-B-d (Devínska Nová Ves). Kameňolom sa nachádza na severozápadnom svahu Devínskej Kobyly (514,0 m n.m.), zhruba 600 m juhovýchodne od bytovej zástavby sídliska Podhorské vo výške cca 240,0 m n.m.

V minulosti sa kameňolom využíval na ťažbu vápencov. Zriadiť skládku gudrónov (kyselinových živíc), dovezených zo starého závodu Sloznaft – Apollo Bratislava v bývalom kameňolome Srdce, bolo rozhodnuté v roku 1963. Vyvezenie sa uskutočnilo na základe uznesenia vtedajšieho ONV Bratislava - vidiek (47/R-1963 zo dňa 4. 3. 1963), ktorým bola povolená skládka kyselinových živíc (gudrónov).

Po skončení navážania odpadov bol povrch skládky zarovnaný a prikrytý vrstvou ílovitých zemín o hrúbke cca 1 – 1,5 m. Kameňolom Srdce sa ukázal byť vhodný ako skládka gudrónov, pretože vápencami sa neutralizujú kyseliny z gudrónov (obr.6).

Celkový objem skládky pri priemernej hrúbke 8 m možno odhadovať na cca 35 000 m³, z čoho gudróny predstavujú viac než 60 %.

Kameňolom je už dlhší čas opustený a nie je zaradený do evidencie ložísk zásob nerastných surovín.



Obr. 6 Umiestnenie skládky gudrónov pri Devínskej Novej Vsi v Bratislave

V priebehu rokov došlo k ponáraní ílov krycej vrstvy do gudrónov a k následnému vytlačaniu gudrónov k povrchu. Týmto procesom je súčasný povrch postupne a dlhodobo „zalievaný“ gudrónmi. Ich vytlačanie sa dialo a stále deje od stien kameňolomu k jeho stredu. Samotnému „tečeniu“ na povrchu významne napomáha ich prehrievanie až topenie pod vplyvom slnečného žiarenia (obr.7). Pôdorys kameňolomu má približne tvar nepravidelného polkruhu s polomerom cca 50 m. Výška stien kameňolomu dosahuje až 40 m, pričom tento je zo všetkých strán uzatvorený s výnimkou 15 m širokého vjazdu zo severnej strany. Hrúbka skládky (gudrónov, zemín a krycej vrstvy) sa pohybuje od 7 do 11,5 m, pričom hrúbka skládky sa od vchodu smerom k južným stenám lomu zväčšuje.



Obrázok 7 Pohľad na výlev gudrónov v pravej časti kameňolomu

Výlev gudrónov z podložia na pokryvné íly v pravej časti kameňolomu dokumentuje obrázok č.7. Prostredníctvom pozorovania výlevov v priestore a čase je možné monitorovať dynamiku vývoja procesov na skládke (tečenie a pohyb gudrónov). Gudróny sú nestéle a ich umiestnenie/poloha sa mení v čase a priestore v dôsledku tlaku ílov, ktoré boli v minulosti nasýpané na gudróny a teploty vzduchu.

Sledované ukazovatele kontaminácie: hodnoty vodivosti a pH. Najväčšiu vodivosť dosahujú povrchové vody, situované priamo na gudrónoch (až 2000 mS.m⁻¹). Zmeny obsahu kyselín gudrónov sa prejavujú aj v zmenách hodnôt pH. Významné zmeny pH nastávajú pri kontakte kyslých gudrónov a zásaditých vápencov. Z hodnotenia starších i novších výsledkov vodivosti sa ukazuje, že na povrchu sa prejavuje výrazná priestorová zonálnosť povrchových vôd. Najnižšie hodnoty vodivosti mala povrchová voda z mlák nachádzajúcich sa na íloch, resp. na krycej vrstve skládky (66 - 242 mS.m⁻¹). Vyššie hodnoty vodivosti mala voda jazierka (43 - 390 mS.m⁻¹) a bývalého jazierka (136 - 354 mS.m⁻¹). Voda v mlákach na okraji gudrónov mali vodivosť 160 - 845 mS.m⁻¹. Najväčšiu vodivosť mali vody v mlákach, situovaných priamo na gudrónoch (850 až > 2000 mS.m⁻¹). V prípade merania vodivosti vody z vrtov, najnižšie hodnoty dosahovala voda z vrtu GS-1 situovaného v predpolí skládky (66,5 - 154,4 mS.m⁻¹). Vyššie hodnoty mala voda z vrtov GS-4 (89,7 - 423 mS.m⁻¹), GS-5 (146 - 286 mS.m⁻¹), GS-6 (187,7 - 500 mS.m⁻¹), GS-8 (362 - 724 mS.m⁻¹), GS-9 (155 - 808 mS.m⁻¹) a GS-12 (434 mS.m⁻¹). Najväčší rozkyv vodivosti dosiahla voda z vrtu GS-7 (165,8 - 1 200 mS.m⁻¹). Najväčšou hodnotou vodivosti sa vyznačovala voda z vrtu GS-13 (2 160 mS.m⁻¹). Vysoké hodnoty vodivosti boli zistené výlučne v polohách na dne vrtov. Zmeny obsahu kyselín gudrónov sa prejavujú aj v zmenách hodnôt pH. Značné zmeny pH nastávajú pri kontakte kyslých gudrónov a zásaditých vápencov – obr. 8. Medzi týmito dvoma materiálmi vzniká neutralizačný proces, ktorý by bolo vhodné využiť pri návrhu sanácií gudrónov.



Obr. 8 Kontakt kyských gudrónov a zásaditých vápencov

2.3.4.4. Lokalita Bojná

Skládka TKO Bojná sa skladá z dvoch nezávislých, ale organicky spojených častí. Okrem súčasne využívanej skládky je východne od nej umiestnená divoká skládka. Situácia lokality je na obr. 9. V minulosti bola využívaná bývalými Technickými službami mesta Topoľčany. Išlo o divokú skládku, materiál bol sypaný priamo na ílovité podložie do 5 až 10 m hlbokých jám. V priestore neboli vybudované žiadne technické opatrenia proti znečisteniu životného prostredia. Tento nevhodný stav technického nezabezpečenia trvá doteraz. Počas využívania skládky do roku 1992 bolo do telesa skládky uložené 350000 až 400000 m³ tuhých komunálnych a priemyselných odpadov. Povrch skládky je nezakrytý a zvetraný.

Takmer v celom priestore pod starou, aj novou skládkou, je dlhodobo výrazná kontaminácia podzemných vôd. Kontaminovaná voda, pochádzajúca zo skládok, sa šíri do okolia v smere predpokladaného prúdenia podzemných vôd. Kontaminácia sa prejavuje v nameraných hodnotách vodivosti, obsahu chloridov, amónnych iónov, síranov a bóru, ktoré sa zvyšujú a prekračujú limitné hodnoty, platné pre podzemné vody. Dôležitým monitorovacím prvkom sú aj hodnoty CHSK-Mn, CHSK-Cr a pH. Hlavnými zložkami kontaminácie sú chloridy a amónne ióny. Ide o migranty, ktoré nepredstavujú zvýšené riziko pre širšie okolie, pretože sa prirodzene nariedujú vodami z okolia. V tabuľke 5 sú zhrnuté chemické analýzy vzoriek, odobraných v roku 2007.



Obr. 9. Situácia lokality Bojná

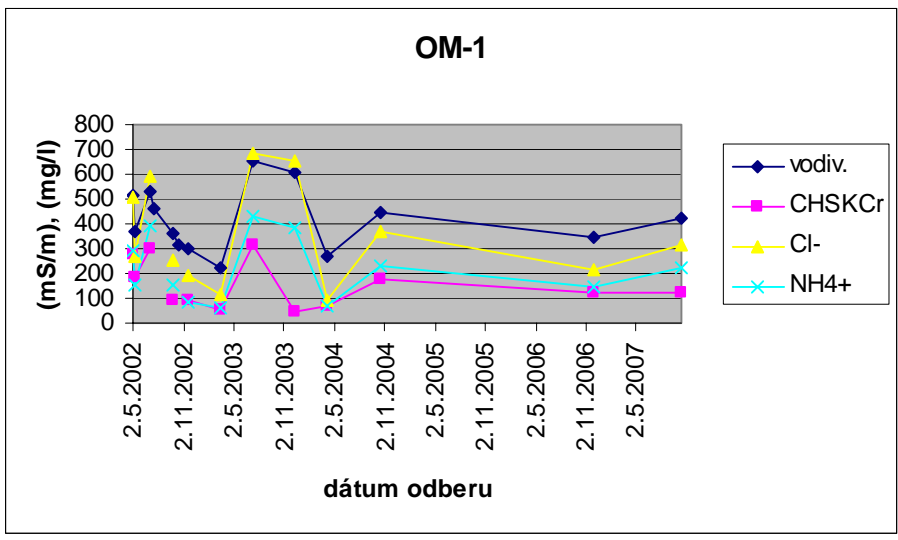
Tabuľka 5 Vybrané analýzy a výsledky terénnych meraní za rok 2007

odb.miesto	dátum	pH	vodiv.	CHSK _{Mn}	CHSK _{Cr}	O ₂	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	SO ₄ ²⁻	B
			mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l
HP-1	01.03.07	7,39	84		21		70,0	2,76		105
HP-1	07.11.07	7,50	87				70,7	1,46		
HP-2	01.03.07	7,18	609		202		1480	1,21		2410
HP-2	17.09.07	7,07	778		206		1850	0,84		2260
HP-3	09.05.07	6,33	802		306		2260	5,97		1220
	07.11.07	6,36	829				2420	5,66		
HP-4	17.09.07	5,53	114		25		335,0	1,40		159
HP-5	01.03.07	6,63	35		<20		23,0	<0,2		36
HP-5	07.11.07	6,46	35				25,7	<0,2		
HP-6	09.05.07	6,54	643		411		963,0	150,00		3450
HP-8	09.05.07	6,77	410		217		505,0	60		3310
	06.02.07	6,76	429		242		542,0	84		3590
priesak	01.03.07	7,72	1304		1350		1230	1 030		4920
	09.05.07	7,63	1498		1460		1330	1 130		
	17.09.07	7,86	1670		1520		1600	1 360		5350
	07.11.07	7,86	1627				1500	1 240		
HTB-1	01.03.07	7,72	56		24		94,0	2,72		798
HTB-1	09.05.07	6,95	49		20		64,8	1,84		466
HTB-1	17.09.07	6,97	39		21		51,5	2,16		510
HTB-1	07.11.07	7,29	319				722,0	25,00		
jazierko - čelo	17.09.07	8,05	1220		602		3020			14700
výtok na pole	17.09.07	7,39	854		107		2260			9300
potok pri moste	09.05.07	7,36	69,7		32		70,8	<0,2		96

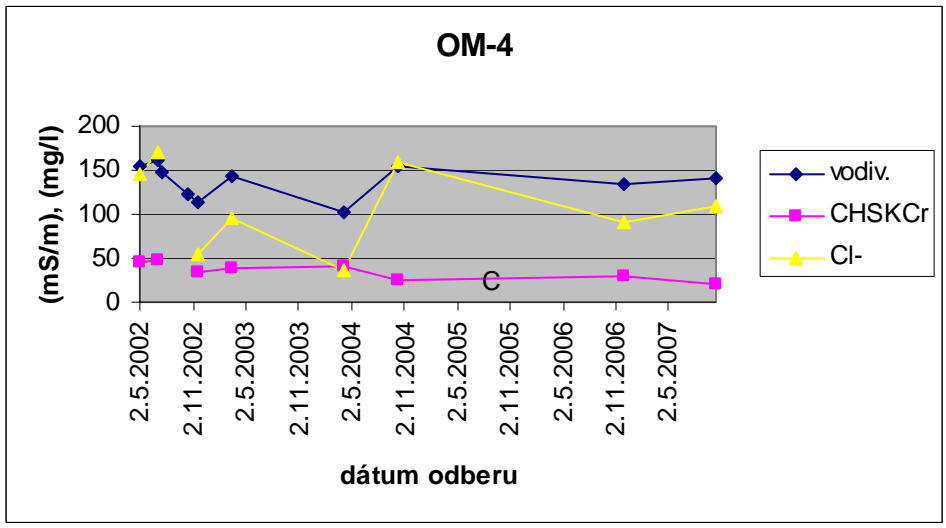
2.3.4.2.5 Lokalita Myjava – Holíčov vrch

Enviromentálnou záťažou je opustená skládka Holíčov vrch, v blízkosti mesta Myjava. Objem uloženého materiálu (komunálny a priemyselný odpad) je asi 113.000 m³. Súčasťou skládky bolo úložisko galvanických kalov.

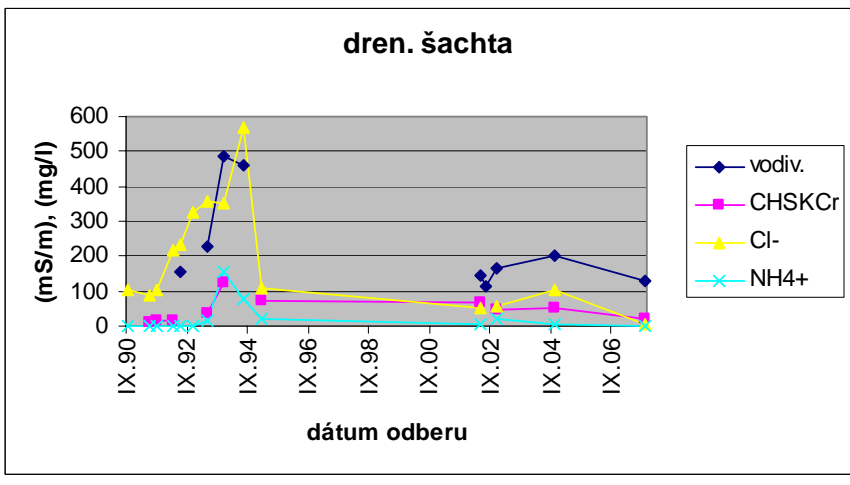
Sledované ukazovatele: pH, vodivosť, CHSK_{Cr}, chloridy, amónne ióny a kovy (Ba, Cu, Ni a Zn). Povrchové a podzemné vody sú trvale kontaminované výluhmi zo skládkovaných materiálov (TKO a galvanických kalov). Najvyšší stupeň znečistenia bol zistený vo vodách v odbernom mieste, ktorý je označený ako výtok zo skládky. Hlavným kontaminantom sú chloridy a amónne ióny, boli zaznamenané aj zvýšené obsahy Zn a Ni. Obsah kontaminácie sa v závislosti od klimatických podmienok v priebehu roku mení. Povrchová voda, kontaminovaná výluhmi z TKO aj z galvanických kalov, tečie po povrchu a podzemím až do Hukovho potoka. Vývoj obsahu kontaminantov môžeme sledovať na obrázkoch 10, 11 a 12.



Obrázok 10 Výsledky analýz v odbernom mieste OM-1



Obrázok 11 Výsledky analýz v odbernom mieste OM-2



Obrázok 12 Výsledky analýz v drenážnej nádrži

2.3.4.2.6 Lokalita Myjava - Surovín

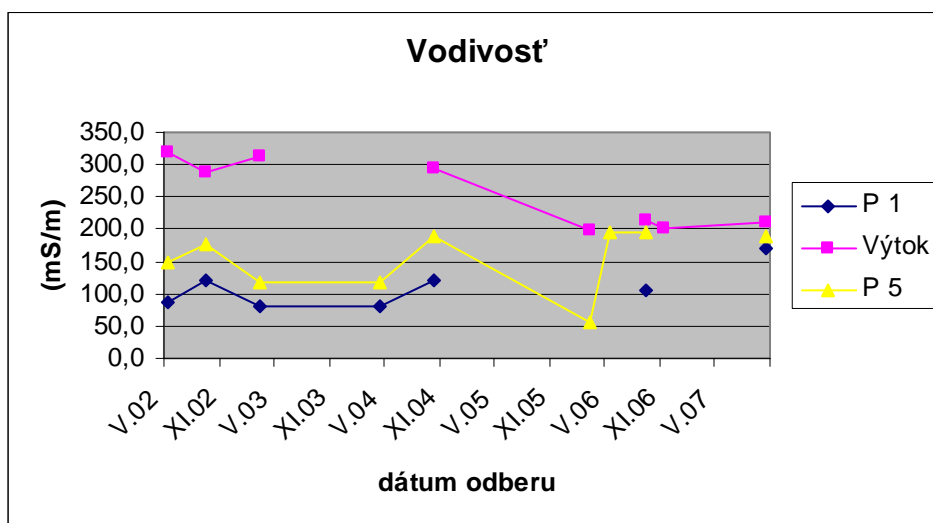
Opustená skládka komunálneho a priemyselného odpadu, ktorá pozostáva z dvoch, vzájomne prepojených samostatných častí – skládky TKO a skládky neutralizačných (galvanických kalov). Skládka TKO vznikla dlhodobým nekontrolovaným sypaním komunálneho aj priemyselného odpadu do erózných rýh, resp. ťažobných jám na svahu kopca Surovín. V roku 2006 bola skládka rekultivovaná podľa schváleného projektu. Upravené teleso skládky má asymetrický tvar so strmými svahmi v čele. Povrch skládky je vyrovnaný, zakrytý, so sadovou úpravou. Proti erózii a zosúvaniu je skládka chránená stavebnou úpravou.

Sledované ukazovatele: pH, vodivosť, CHSK_{Cr} , chloridy, amónne ióny, Ba, Cu, Ni a Zn. Hlavným znečisťujúcim komponentom vôd sú chloridy. Okrem nich sú zistené zvýšené hodnoty vodivosti, obsahu amónnych iónov, Zn a Ni.

Tabuľka 7 Výsledky meraní a laboratórnych analýz vo vrtoch P-1, P-5 a vo výtoku.

		P 1	Výtok	P 5
vodivosť'	07.05.02	87,8	320	149
(mS/m)	25.09.02	120	288	177
	12.03.03	80	312	117
	05.04.04	79		119
	12.10.04	120	295	188
	06.03.06		198	55
	24.05.06			196
	27.09.06	105	214	195
	29.11.06		200	
	10.10.07	169	212	190

Chloridy	01.02.94	35,4		199
mg/l	04.05.94	41		312
	07.05.02	12,4	327	101
	25.09.02	29	261	129
	12.03.03	10,5	280	55,9
	05.04.04	11,0		56,0
	12.10.04	45	280	155
	06.03.06		100	100,0
	24.05.06			121
	27.09.06	26,4	143	135
	29.11.06		116	
	10.10.07	30,5	123	110



Obrázok 13 Výsledky nameranej mernej elektrickej vodivosti v roku 2002 až 2007

2.3.4.2.7 Lokalita Šaľa – RSTO

Okolie riadenej skládky tuhých odpadov (RSTO) z prevádzky DUSLO, a.s. Šaľa.

Analyzované boli parametre: pH, vodivosť, rozpustný kyslík, CHSK_{Cr}, chloridy, CH₄, RL, SO₄²⁻ a NO₃⁻. Nárast vodivosti bol zaznamenaný v hĺbkach 8 až 10 m, čo znamená, že v tejto časti územia je v spodných častiach kvartérnych sedimentov prítomná podzemná voda so zvýšenou kontamináciou znečisťujúcimi látkami. Výraznejší nárast obsahu chloridov je spojite sledovaný od doby uzavretia skládky podzemnými tesniacimi stenami (z pôvodných hodnôt do 200 mg.l⁻¹ stúpla hodnota až na 3464 mg.l⁻¹). Hlavnými kontaminantmi sú chloridy. Výsledky laboratórnych analýz za rok 2007 sú uvedené v tabuľke 8.

Tabuľka 8 pokračovanie

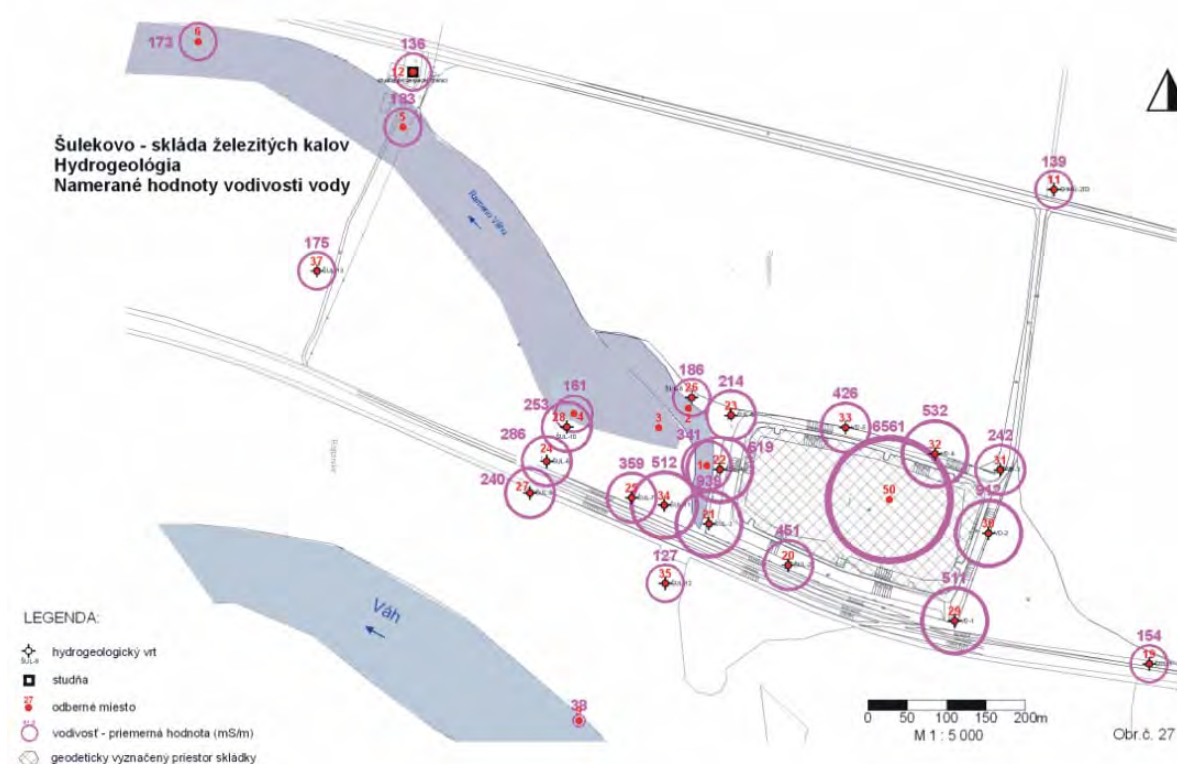
2. odber									
	OVM5	OVM6	OVM7	OVM8	SŠ2	V6	PD2	SŠN7	SŠ7
ukazovateľ		neodobratá	neodobratá						
Zápach	slabo olejový	OLEJ	OLEJ	olejový	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny
Zákal	10,70			118,00	44,70	7,25	1,52	121,40	12,60
Farba	číra			zakalená,nahnedlá	hnedá,zakalená	číra	číra	zakalená,hrdzavá	zak.,nahned.,slab.zákal
O₂	5,60			nemerané,olej	3,80	3,70	5,30	5,80	6,60
pH	7,14			7,40	7,03	7,61	7,23	7,10	7,16
Vodivosť	2260,00			6520,00	1928,00	3130,00	2550,00	8420,00	1667,00
RLS (105°C)	1185,00			3534,00	1337,00	1824,00	1500,00	5244,00	1291,00
CHSK_K	10,40			33,40	15,90	6,80	3,91	9,30	2,90
CHSK_{Cr}	74,00			627,00	36,00	53,00	29,00	74,00	31,00
NH₄⁺	119,00			124,70	47,50	84,80	36,90	63,00	4,50
NO₃⁻	52,30			19,50	1,00	1,60	25,70	2,70	2,40
Cl⁻	175,00			1320,00	195,00	360,00	315,00	2300,00	147,50
SO₄²⁻	300,00			450,00	310,00	375,00	375,00	150,00	295,00
NEL IČ	0,35			109,00	0,26	0,13	0,26	0,17	0,22
BSK₅	38,80			101,30	12,50	19,30	8,30	6,30	10,50

2.3.4.2.8 Lokalita ŠULEKOVO – Fe KALY

Skládka priemyselného odpadu pochádza z prevádzky Drôtovne Hlohovec. Pôvodne bol odpadový materiál voľne ukladaný do starého ramena Váhu. Od roku 1993 je materiál ukladaný do priestoru uzavretého podzemnou tesniacou stenou. Odpadový materiál tekutého charakteru tvoria: fosfatizačný kal, okovinový kal(okuje), odpadové hydroxidy, oxid Fe, odpadové filtračné plachietky, sedimentačný kal z úpravy vôd, kal zo zmäkčovania vody, kal z úpravy napájacej vody a čistenia kotlov.

Sledované ukazovatele: pH, vodivosť, CHSKCr, rozpustené látky, chloridy, Cu, Zn, Fe a amónne ióny. Analýzy ukazujú, že podzemné aj povrchové vody v okolí skládky sú dlhodobo kontaminované výluhmi z materiálov, ktoré boli ukladané do priestorov bývalého odkaliska. Dominujúcim kontaminantom vôd sú chloridy. Okrem nich sú vo zvýšenom rozsahu prítomné železo a vo vrtoch v priestore uzavretom ramenom tiež amónne ióny. Kontaminované vody majú charakteristickú vysokú vodivosť. Obsahy ďalších ukazovateľov – Zn, Cu sú nízke.

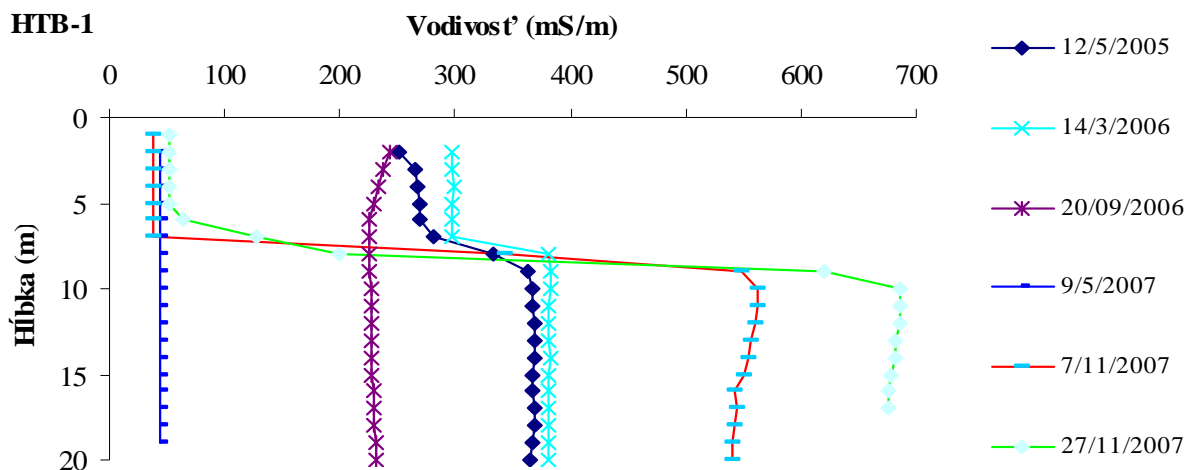
V roku 2007 boli monitorované vrty VD-1, VD-3, SUL-7 a SUL-11. Namiesto studne vo firme Ekopres, bol opäť použitý referenčný vrt ŠUL 1.



Obrázok 14 Namerané hodnoty vodivosti vody na lokalite Šulekovo

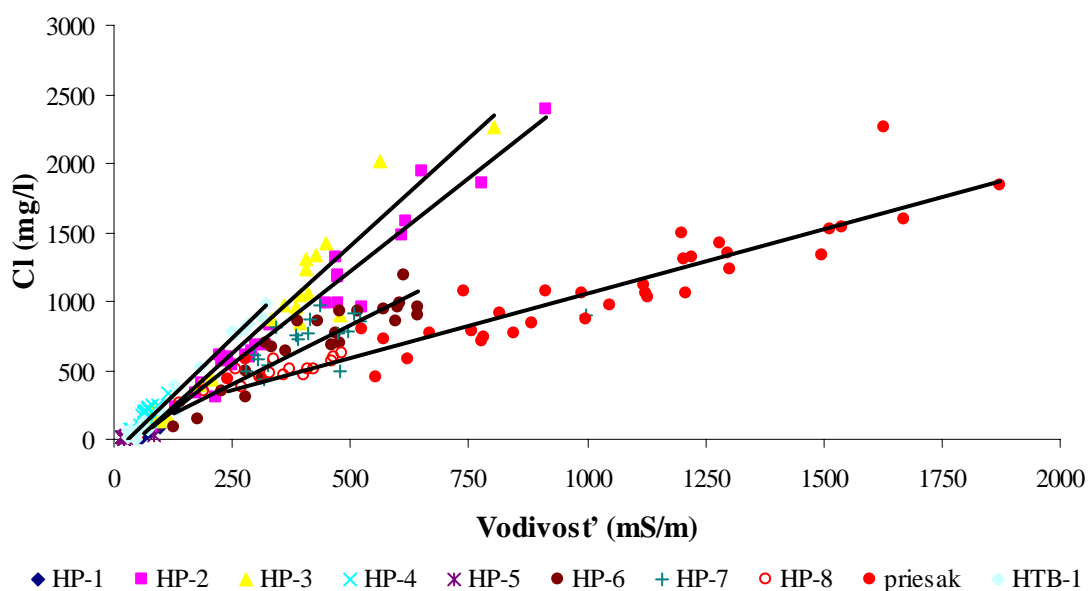
Na obrázku 14 je vidieť namerané rozsahy mernej elektrickej vodivosti vody. Minimálne hodnoty možno považovať za hodnoty charakteristické pre vodu pozadia a maximálne hodnoty za najviac ovplyvnené kontamináciou zo skládky.

Meraním vodivosti v rôznych hĺbkových úrovniach pozdĺž vodného stĺpca vo vrtoch sa dajú sledovať prejavy kontaminácie v horninovom prostredí v 3D zobrazení. Na obrázku 15 je príklad merania zmien vodivosti pozdĺž vrtu HTB-1 za sledované obdobie.



Obrázok 15 Vertikálne zmeny mernej vodivosti vody vo vrte HTB-1

Prostredníctvom vytvorených korelácií medzi obsahmi jednotlivých kontaminantov a hodnotami mernej elektrickej vodivosti vody sa dajú sledovať kontaminačné prejavy v okolí skládky. Pre takéto korelácie sú vhodné kontaminanty s najvyššou koncentráciou, ktoré ako dominujúce zložky ovplyvňujú svojou prítomnosťou fyzikálne vlastnosti vody. Na obrázku 16 je príklad korelácie obsahu chlórov a vodivosti.



Obr. 16. Grafické vyjadrenie závislosti medzi vodivosťou a obsahom chloridových iónov v monitorovaných vrtoch

V tabuľke 9 a 10 sú uvedené výsledky terénnych meraní fyzikálnych parametrov vody v roku 2007 a vybrané analýzy chemických ukazovateľov.

Tabuľka 9 Prehľad nameraných údajov o fyzikálnych parametroch vody v okolí skládky

Dátum odberu	26.6.2007			25.10.2007		
Odborné miesto	teplota (°C)	vodivosť (mS/m)	hladina (m)	teplota (°C)	vodivosť (mS/m)	hladina (m)
rameno pri ŠUL-4	21	240		9	320	
rameno pri ŠUL-8	20	180		8,8	251	
rameno pri ŠUL-10	20	170		9,8	198	
SUL-1	11	147	5,1	13,3	149	5,02
SUL-2	10,8	54	3,85	13	55	3,8
SUL-3	10,8	2550	3,17	12	2650	3,1
SUL-4	11	3120	3,34	12	3160	3,3
SUL-5	11	151	4,3	12,5	151	4,2
SUL-6	10	530	3,35	11,5	530	3,3
SUL-7	10,3	650	3,15	12	600	3,1
SUL-8		bez vody			bez vody	
SUL-9	9,8	600	3,1	11	600	2,94
SUL-10	10,5	250	3,13	11,7	250	3,05
VD-1	11	2000	4,69	11,6	2000	4
VD-2	10,8	350	5,5		zlikvidovaný	
VD-3	11,2	140,5	5,65	11,6	141	4,7
VD-4		bez vody	suchý		bez vody	Suchý
VD-5	11,9	250-1660	5,48	11,3	1400	5,5
SUL-11	11,5	250-1500	2,7 ?	11,5	250-1660	2,6
SUL-12		nemeraný		12	50	1,52
ŠUL-13		nemeraný		12,5	150	3,85
ŠUL-14		nemeraný		11,8	148	4,7
<i>Poznámka : X hladina meraná od aktuálnej výšky ústia vrtu</i>						

Tabuľka 10 Namerané hodnoty parametrov vo vrtoch

Vrt	parameter		27.6.07	24.10.07
VD-1	pH		5,68	4,8
	vodivosť	mS/m	1430	1310
	CHSK _{Cr}	mg/l	544	318
	Cl ⁻	mg/l	5170	4920
	NH ₄ ⁺	mg/l	0,68	1,1
	AOX	mg/l	153	210
	Cu	mg/l	<20	<20
	Zn	mg/l	68	83

Vrt	parameter		27.6.07	24.10.07
VD-3	pH		7,15	7,09
	vodivosť	mS/m	143	141
	CHSK _{Cr}	mg/l	20	20
	Cl ⁻	mg/l	97,7	87,8
	NH ₄ ⁺	mg/l	<0,2	1,23
	AOX	mg/l		
	Cu	mg/l	<20	<20
	Zn	mg/l	<20	<20

Vrt	parameter		27.6.07	24.10.07
ŠUL-1	pH		7,13	7,03
	vodivosť	mS/m	150	150
	CHSK _{Cr}	mg/l	20	20
	Cl ⁻	mg/l	74,1	79,8
	NH ₄ ⁻	mg/l	<0,2	0,278
	AOX	mg/l		
	Cu	mg/l	<20	20
	Zn	mg/l	0,2	20

Vrt	parameter		27.6.07	24.10.07
ŠUL-7	pH		6,35	5,87
	vodivosť	mS/m	661	398
	CHSK _{Cr}	mg/l	231	235
	Cl ⁻	mg/l	1730	1120
	NH ₄ ⁻	mg/l	0,845	4,82
	AOX	mg/l		
	Cu	mg/l	<20	<20
	Zn	mg/l	59,6	47,7

Vrt	parameter		27.6.07	24.10.07
ŠUL-11	pH		6,84	6,92
	vodivosť	mS/m	278	246
	CHSK _{Cr}	mg/l	60	62
	Cl ⁻	mg/l	484	542
	NH ₄ ⁻	mg/l	0,65	0,38
	AOX	mg/l		
	Cu	mg/l	<20	<20
	Fe	mg/l		
	Zn	mg/l	21,6	<20

Vývoj nameraných hodnôt vodivosti, CHSK_{Cr} a chloridov vo vrtoch VD-1 a VD-3 (tab. 10) signalizujú, že podzemná voda vo vrtoch, ktoré sú situované na severnej strane skládky je trvale znečisťovaná.

Pravdepodobne dochádza ku znečisťovaniu z priestoru, v ktorom nebolo odstránené znečistenie po vybudovaní podzemných tesniacich stien alebo sa začína objavovať znečistenie, ktoré uniká po rokoch zo skládky cez zle utesnené dno (v blízkosti vrtu VD-1 sú steny zapustené do piesčitého prostredia).

2.3.5. Monitoring odkalísk charakteru environmentálnych zát'aží

2.3.5.1 Environmentálny monitoring

2.3.5.1.1 Odkalisko Poša

V rámci sledovania vplyvu antropogénnych sedimentov boli v roku 2007 realizované odbery vzoriek povrchových vôd a riečnych sedimentov v oblasti odkaliska Poša (východné slovensko). Odkalisko Poša je vyplnené starými antropogénnymi sedimentami pôvodom z činnosti podniku Chemko Strážske. V prevažnej miere sa jedná o popolčeky, je však pravdepodobné, že materiál odkaliska je heterogénny a jeho zloženie nie je možné presne určiť. V roku 2007 boli odobraté vzorky povrchovej vody priamo z odkaliska ako aj z výpuste pod odkaliskom (Kyjovský potok). Podobne sa odobrali aj vzorky sedimentu z oboch miest. Zistené výsledky indikujú výraznú kontamináciu vody, pričom hodnoty niektorých ukazovateľov výrazne presahujú dané limity. V rámci sledovaných ukazovateľov je najproblematickejším vysoký obsah arzénu. V povrchovej vode odkaliska bol v októbri 2007 zistený obsah As na úrovni 613 ug/l a vo vode výpuste (Kyjovského potoka) 295 ug/l. Všeobecná požiadavka na kvalita povrchovej vody podľa „Nariadenia vlády SR 296/2005 ktorým sa ustanovujú požiadavky na kvalitu a kvalitatívne ciele povrchových vôd a limitné hodnoty ukazovateľov znečistenia odpadových vôd a osobitných vôd“ je vzhľadom na obsah As 30 ug/l. V minulosti však boli zistené aj vyššie hodnoty obsahu As vo vypúšťanej vode, maximálne na úrovni 11385 ug/l (Kordík – Slaninka, 2001). Alarmujúcim faktom je však aj to, že množstvo vypúšťanej vody z odkaliska sa pohybuje rádovo v litroch až v prvých desiatkach litrov za sekundu, z čoho vyplývajú vysoké celkové množstvá uvoľneného arzénu do prostredia rieky Ondavy, čo môže spôsobiť kontamináciu prírodného prostredia danej oblasti. Dôkazom je vysoký obsah As v riečnych sedimentoch Kyjovského potoka (v menšej miere Ondavy pod sútokom). Hodnoty obsahu arzénu sa v sedimentoch Kyjovského potoka v roku 2007 zistili na úrovni 71,3 mg/kg, čo je veľmi vysoká hodnota. To indikuje aj možnosť uvoľňovania sa arzénu do povrchovej vody zo sedimentov, čo bolo dokázané aj experimentami (napr. Jurkovič et al., 2006).

2.3.5.1.2 Lokalita Zemianske Kostol'any

Pôdy prirodzene sa nachádzajúce v inundačnom území rieky Nitry sú prevažne fluvizeme všetkých subtypov (Čurlík & Šefčík, 1999), ktoré však boli po pretrhnutí hrádze odkaliska (v r. 1965) prekryté rozplaveným elektrárenským popolom. Popol ako priepustný materiál predstavuje riziko z hľadiska mobilizácie potenciálne toxických prvkov vďaka infiltrácii zrážok do pôd a podzemných vôd. V rámci sanačných prác sa na kontaminovanom území popol lokálne prekrýval nehomogénnou antropozemou z rôznych zdrojov. V dôsledku orby prichádzalo k následnému premiešavaniu navezenej zeminy s popolom. V rámci ČMSGF bol roku 2008 na lokalite Zemianske Kostol'any realizovaný výskum spojený s výberom vhodnej lokality a média na monitorovanie uvoľňovaného As do životného prostredia. Hlavným cieľom terénnych a experimentálnych prác bol výber vhodného miesta na inštaláciu stabilného monitorovacieho zariadenia vo forme pôdneho lyzimetra.

S ohľadom na realizované analýzy vzoriek antropogénnych sedimentov (kontaminovaná pôda a riečny sediment) (tab. 11), bola vybraná laboratórna metóda sekvenčných extraktíí na posúdenie kvantitatívnych informácií o distribúcii prvkov medzi funkčne definované

geochemické frakcie v antropogénnych sedimentoch. Jednotlivé extrakcie v rámci sekvenčnej extrakčnej schémy sú robené s cieľom simulovať prírodné procesy (najmä mobilizácia polutantov vplyvom zrážkovej činnosti), hoci sa experimentálne fyzikálno-chemické podmienky počas experimentov čiastočne líšia od prírodných podmienok (rýchlosť reakcií, sila extrakčných činidiel) (Cappuyens et al. 2007). Analytickým stanovením boli zistené vysoké obsahy celkového As 1231 mg/kg vo vzorke riečneho sedimentu, pre pôdny horizont - 389 mgAs/kg (hĺbka do 30 cm), resp. 942 mgAs/kg (60-80 cm), ktoré niekoľkonásobne prevyšujú limitnú C hodnotu 50 mg/kg podľa MP SR č. 531/ 1994 – 540.

Tabuľka 11 Výsledky analýz pôd a riečnych sedimentov



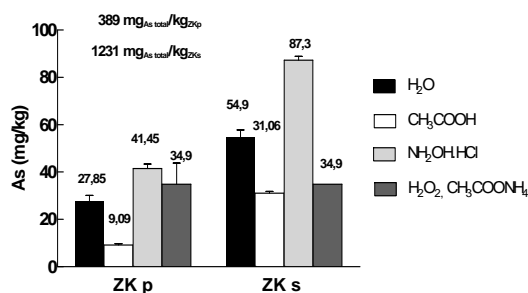
**Obr. 17 Umiestnenie
odberných miest**

veľičina /parameter/	jednotka	ZK -1 s	ZK -1 p	ZK -2 p
		riečny sediment	Pôda (0-30cm)	pôda (60-80 cm)
Cd	mg/kg	0.2	<0.1	<0.1
Co	mg/kg	18	14	14
Hg	mg/kg	0.14	0.48	0.89
Cr	mg/kg	55	74	77
Zn	mg/kg	124	89	81
As	mg/kg	1231	389	942
Pb	mg/kg	28	22	25
Na	%	0.75	0.97	0.71
K	%	1.33	1.58	1.56
Ca	%	7.07	2.68	4.34
Mg	%	2.36	1.25	1.34
Fe	%	3.81	4.26	5.37
Mn	%	1.02	0.088	0.086
Al	%	6.01	7.87	9.32
H2O 110°C	%	1.92	1.85	1.34
H2O 110-380°C	%	6.53	2.89	2.65
str.žih. 380-900°C	%	10.52	3.36	3.07

V tab. 12 sú uvedené vyextrahované množstvá As v mg.l^{-1} po jednotlivých krokoch sekvenčnej extrakcie prepočítané na obsah As v suchej hmote (mg.kg^{-1}) a percentuálne zastúpenie As z celkového množstva v jednotlivých frakciách. Frakcie sú označené číslicami I, II, III, IV podľa metodiky Mackových et al. (2003).

Celkovo sa väčšie množstvo As uvoľnilo z viac kontaminovanej vzorky riečneho sedimentu, hoci v prípade frakcie I, frakcie III a frakcie IV toto množstvo predstavuje menšie percentuálne zastúpenie As z jeho celkového množstva v porovnaní so vzorkou pôdy. Extrahovateľný podiel As vo frakcii I po prepočte na celkový obsah v suchej hmote vo vzorke pôdy ZKp ($27,85 \text{ mg.kg}^{-1}$) predstavuje približne 7 % z celkového množstva As v pôde, pričom $54,9 \text{ mg.kg}^{-1}$ v riečnom sedimente len 4,5 %. Najväčšie množstvo As sa vyextrahovalo v redukovateľnej frakcii ($41,45 \text{ mg.kg}^{-1}$ t.j. 10,7 % As pre ZKp; $87,3 \text{ mg.kg}^{-1}$ t.j. 7,1 % pre ZKs) a predstavuje množstvo As prednostne viazaného na povrchy minerálov zo skupiny oxidov Fe a Mn a Al v súvislosti s ich oxidačno-redukčnými premenami. Redukčné rozpúšťanie oxyhydroxidov Fe a Mn má za následok uvoľňovanie naviazaného As do roztoku, čo vysvetľuje zistené vysoké obsahy As v extraktoch.

Tabuľka 12 Analýzy vzoriek pôd a riečneho sedimentu



Obr.18: Množstvo As (mg.kg⁻¹) uvoľneného v jednotlivých extrakčných krokoch z celkového množstva As vo vzorkách.

Napriek skutočnosti, že len 16,91 % z celkového množstva As sa uvoľnilo zo vzorky riečneho sedimentu ZKs počas celého experimentu, toto percento predstavuje 208,16 mg.kg⁻¹ ako celkové množstvo uvoľneného As. Uvedené zistenie o pomerne malom kvantitatívnom rozsahu uvoľňovania As z prírodných médií je plne v súlade s mnohými publikovanými prácami (napr. Hiller & Šutriepka, 2008). V prípade vzorky pôdy ZKp sa uvoľnilo percentuálne viac As (29,12 %), čo je však skoro 2-násobne menšie množstvo uvoľneného As (113,29 mg.kg⁻¹) v porovnaní so vzorkou ZKs.

vzorka	frakcia	por. číslo	As total	As (mg/l)	As (mg/kg)	As %
ZK p pôda 0- 30 cm	I.	1.	389 mg/kg	0.609	30.45	7.83
		2.		0.529	26.45	6.80
		3.		0.533	26.65	6.85
	II.	1.		0.219	8.76	2.25
		2.		0.244	9.76	2.51
		3.		0.219	8.76	2.25
	III.	1.		1.063	42.52	10.93
		2.		0.98	39.2	10.08
		3.		1.066	42.64	10.96
	IV.	1.		0.898	44.9	11.54
		2.		0.558	27.9	7.17
		3.		0.638	31.9	8.20
ZK s riečny sediment	I.	1.	1231 mg/kg	1.057	52.85	4.29
		2.		1.139	56.95	4.63
	II.	1.		0.789	31.56	2.56
		2.		0.764	30.56	2.48
	III.	1.		2.155	86.2	7.00
		2.		2.21	88.4	7.18
	IV.	1.		0.698	34.9	2.84
		2.		5	250	20.31

Pozorovaná mobilizácia As zo zdrojového materiálu riečneho sedimentu a vzorky pôdy v laboratórnych podmienkach umožňuje identifikovať pochované antropogénne sedimenty ako možný zdroj znečistenia povrchových a podzemných vôd v povodí rieky Nitra s potenciálom ohrozenia zdravia obyvateľstva (Rapant, Krčmová, 2007), čo dokazujú zistené vysoké koncentrácie As v extraktach z frakcie I. (Tab. 12), výrazne prevyšujúce limitnú hodnotu pre As v povrchových vodách (0,03 mg.l⁻¹, Nariadenie vlády SR č.296/2005 Z.z.). Podiel relatívne ľahko mobilizovateľného As (frakcie I, II) poukazuje na vysoký potenciál ohrozenia životného prostredia As v povodí rieky Nitry.

Pre ďalšie smerovanie práce bude dôležité doplniť mineralogickú identifikáciu pochovaného antropogénneho sedimentu a získať exaktné informácie o rôznych formách sorpcie/desorpcie a uvoľňovania rizikového prvku As do životného prostredia.

Pre monitoring v rámci ČMS je vhodné realizovať odber pôdnej vody z lyzimetrov, t.j. roztokov pochádzajúcich z plytkej podpovrchovej zóny antropogénneho sedimentu, ktoré reprezentujú dynamické uvoľňovanie hlavného kontaminantu As v lokalite Zemianske Kostolany. Pôdne lyzimetre (3x, hĺbka 30 cm, 60 cm, 90 cm) chceme zabudovať v roku 2009 do pôdneho profilu na nivnej terase pod Pôvodným odkaliskom ENO (havarované odkalisko). Početnosť odberov: 2-3x ročne, s ohľadom na klimatické cykly (topenie snehov, výrazná zrážková činnosť). Rozsah hodnotených parametrov – As, Hg, Cr, Zn, As, Pb, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe, Mn, Al, SO₄²⁻ (resp S_{tot}).

2.3.5.2 Monitoring fyzikálnej stability - vyhodnotenie kvality sledovaných ukazovateľov za rok 2007

Na Slovensku je veľa odkalísk, na ktorých sa uskladňujú najčastejšie plavením rôzne sedimenty, najmä elektrárenské popolčky, jemnozrnné sedimenty z chemických fabriek, kaly z úpravni rudných baní a iné. Pretože sú to špecifické materiály, iné ako prirodzene sedimentované zeminy, do podsystemu 03 bol zaradený aj projekt monitorovania zmien vlastností niektorých antropogénnych sedimentov. Zmeny vlastností sa monitorujú na dvoch elektrárenských odkaliskách elektrárne ENO Nováky, 2 odkaliskách Dusla Šaľa a na 2 odkaliskách rudných flotačných odpadov pri Banskej Štiavnici. V roku 2007 sa monitorovali zmeny mechanických vlastností na odkaliskách Duslo Šaľa RSTO a Amerika 1.

2.3.5.2.1 Zmeny mechanických vlastností na odkaliskách Šaľa RSTO a Amerika 1.

2.3.5.2.1.1 Súhrn meraní a situácia prieskumných diel a profilov

V roku 2007 sme na odkaliskách popolčiek RSTO a Amerika 1 odobrali a analyzovali 7 porušených vzoriek popolčeka. Odvítali sme spolu 50 bm vrtov, realizovali 52 presiometrických skúšok, urobili RTG analýzy na 3 rozseparovaných vzorkách, z odkaliska Amerika 1, na viaceré zložky podľa zloženia frakcií, ťažkých, ťilových a ľahkých minerálov.

Na oboch odkaliskách sa realizovali aj geofyzikálne merania, na odkalisku Amerika 1 vertikálne elektrické sondovanie (VES) na 5 miestach v sledovanom profile a na lokalite RSTO okrem meraní VES aj elektrická odporová tomografia (ERT) v monitorovacom profile. Merania na lokalite Amerika 1 bolo tento raz možné technicky realizovať oproti predošlým rokom bezproblémovo z dôvodu dostatočne vlhkého povrchu (termín meraní bol 15.3. 2007). Situácia prieskumných diel a profilov je zrejmá z obrázkov 19, 20, 22.

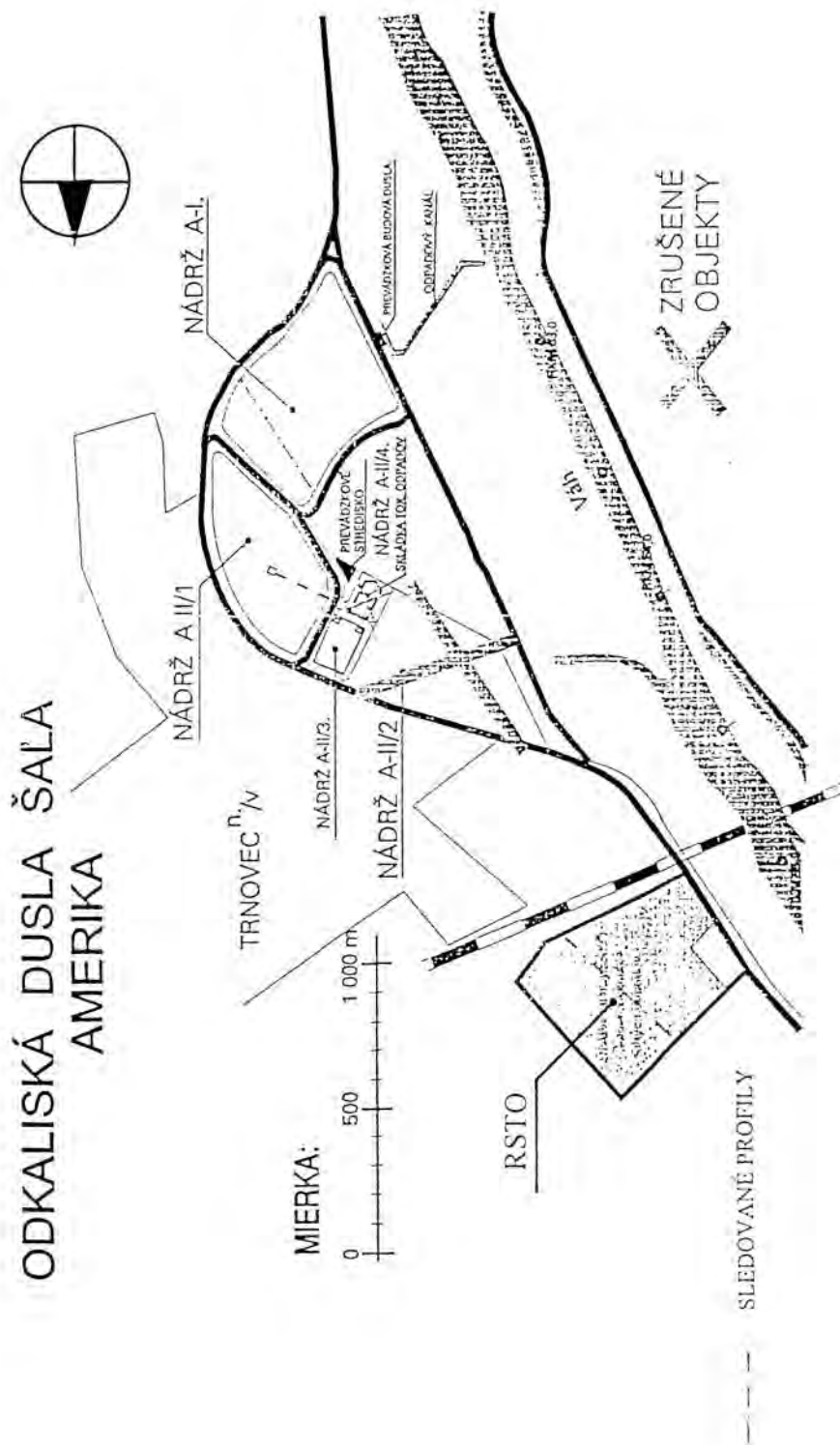
2.3.5.2.1.2 Výsledky laboratórných skúšok

Na základe laboratórných skúšok, ktoré realizoval ŠGÚDŠ Bratislava, sú popolčky z odkaliska Amerika 1 prevažne obdobného zrnitostného zloženia ako piesky S5 SC, miestami aj F4, F6 v niektorých úrovniach aj S3. Objemová hmotnosť je v rozpätí $\rho_n = 900$ až 1100 kg.m^{-3} , vlhkosť prevažne len cca $w = 15$ až 25% , v roku 2007 ešte menšia, Príloha 1. Nad hladinou priesakovej vody vzrastá vlhkosť až do cca 60% .

Popolčky z lokality RSTO Šaľa sú prevažne F4 CS až S5 SC ale aj F6 CI. Vlhkosť je vyššia, od cca $w = 30$ až 60% . Popolčky sú materiály, ktoré majú tkv. dvojitú pórovitosť, jednak medzizrnovú jednak zrná sú pórovité, viažu vodu vo svojej hmote a to nie ako vodu kryštalickú ale ako voľnú. Na tomto odkalisku sa však nachádza v priesakovej vode odkaliska aj značné množstvo odpadových chemických látok a ropných uhl'ovodíkov, z Dusla Šaľa a.s, čo sťažuje vykonávanie laboratórných analýz popolčiek alebo ich až znemožňuje.

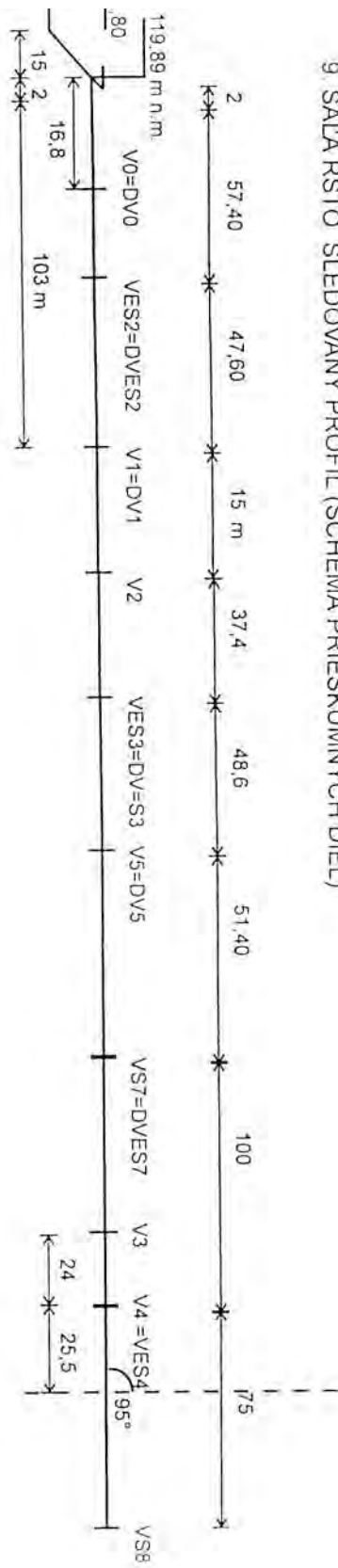
Okrem toho boli realizované aj laboratórne RTG skúšky pre stanovenie minerálneho zloženia popola z odkaliska Amerika 1, na Katedre mineralógie a petrológie Prif UK pod vedením doc. Fejdiho. RTG analýzy sa, po skúsenostiach z predchádzajúcej etapy riešenia úlohy, vzhľadom na ropné znečistenie odkaliska RSTO, v roku 2007 nerealizovali. Vzorka z odkaliska Amerika 1 sa rozseparovala na feromagnetickú, paramagnetickú a diamagnetickú

frakciu. Na požadovanú zrnitosť 4 – 40 μm sa frakcie upravili rozachátovaním v achátovej miske. Práškovým difraktometrom DRON – 3 boli zistené z kryštalických fáz a sú prítomné a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť hematitu, goethitu a kalcitu. Zastúpenie amorfnej fázy pozorovateľnej v rozsahu 23 - 40° 2θ je podstatné. Preto možno očakávať, že s postupom času rekrystalizujú a zmena ich IG vlastností sa bude uberať priaznivým smerom (príloha 1).

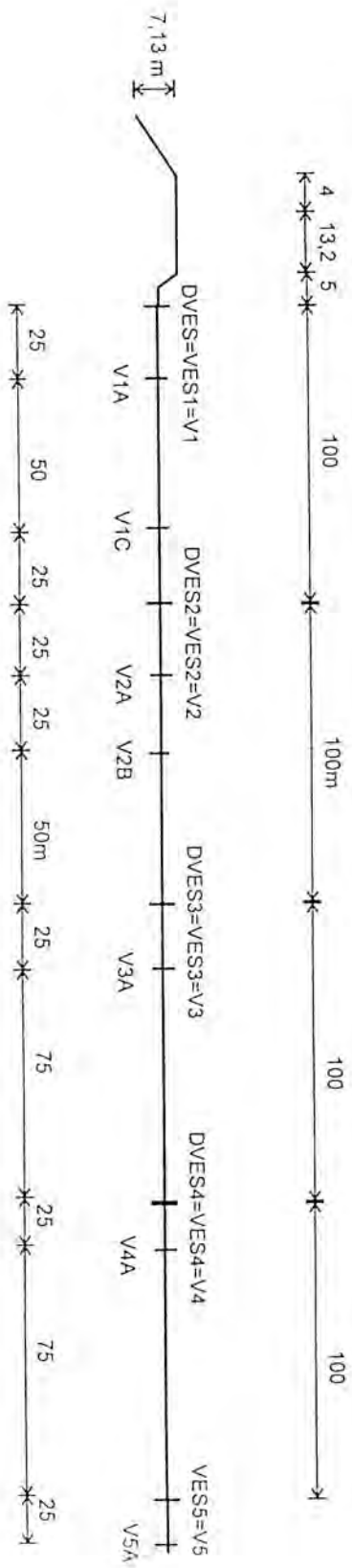


Obr. č. 19 Schéma odkalísk a umiestnenie profilov

9. ŠALA RSTO SLEDOVANÝ PROFIL (SCHÉMA PRIESKUMNÝCH DIEL)



6. ŠALA AMERIKA I. SLEDOVANÝ PROFIL (SCHÉMA PRIESKUMNÝCH DIEL)



Obr. č. 20 Schéma prieskumných diel

2.3.5.2.1.3 Výsledky presiometrických skúšok

Na základe výsledkov presiometrických skúšok sa na lokalite odkaliska Amerika 1 namerala medza presiometrického tlaku $p_{lim} = 0,22$ MPa až 0,53 MPa, presiometrický modul prevažne len $E_p = 1,0$ MPa až 3,0 MPa, v niektorých úrovniach od 5,0 MPa do 6,3 MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia $\varphi_{ef} = 20,3^\circ$ do $27,4^\circ$. Súborné výsledky presiometrických skúšok na tomto odkalisku aj z predchádzajúcich etáp monitorovacích meraní uvádzame v (tabuľke 1). Na základe výsledkov presiometrických skúšok sa na lokalite odkaliska RSTO namerali hodnoty medze presiometrického tlaku od $p_{lim} = 0,246$ MPa (vo vrte V – 0, hĺbka 2,2 m) až 0,654 MPa (vo vrte VES – 2 hĺbka 1,0 m), presiometrický modul len $E_p = 0,86$ MPa až 5,4 MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia $\varphi_{ef} = 23,7^\circ$ do $29,6^\circ$. Súborné výsledky presiometrických skúšok na tomto odkalisku aj z predchádzajúcich etáp monitorovacích meraní uvádzame v (tabuľke 13). V nasledujúcej tabuľke 14 uvádzame výsledky monitorovacích meraní na odkalisku RSTO z výsledkov presiometrických skúšok. V prvom stĺpci sú výsledky z roku 2004 a v druhom stĺpci z roku 2007. V tabuľke sú porovnané hodnoty medze presiometrického tlaku p_{lim} , uhla vnútorného trenia φ , a presiometrického modulu E_p . V tabuľke 15 sú uvedené priemerné hodnoty zistené vo vrtoch V – 0, V – 1, VES – 2, VES – 3 vo všetkých úrovniach, v ktorých sa v danom čase skúšky realizovali a pod tabuľkou sú výsledky priemerných hodnôt len z rovnakých úrovní meraní. Z týchto výsledkov jednoznačne vyplýva, že zatiaľ čo dochádza k zvýšeniu medze presiometrického tlaku aj uhla vnútorného trenia, presiometrický modul naopak klesá. Tento paradox si vysvetľujeme tým, že presunom ropných látok a iných neznámych látok v odkalisku dochádza k menším zmenám v deformačnom správaní sa prostredia. Je to zistené len na tomto odkalisku, na ostatných 5 monitorovaných odkaliskách sa prejavuje zmena mechanických vlastností alebo malým zlepšením hodnôt alebo ich ustálením v čase od zabudovania do odkaliska.

Tabuľka 15 Výsledky presiometrických skúšok na odkalisku RSTO z roku 2004 a 2007

V - 0	P_{lim} MPa	0,408	0,412	φ °	26,1	26,4	E_p MPa	3,15	2,53
V - 1	2	0,423	0,507		26,8	28,0		3,91	3,83
VES - 2	3	0,402	0,472		27,0	27,2		5,56	2,20
VES - 3	4	0,331	0,437		24,9	27,0		4,21	3,11
	vsetko	0,393	0,455		25,9	27,1		3,72	2,90
V - 0	rovhlbky	0,408	0,500		26,3	28,1		3,33	2,73
VES - 2	rovhlbky	0,452	0,426		27,1	26,7		4,29	1,87
V - 1	rovhlbky	0,408	0,500		26,6	27,8		3,65	4,19
VES-3	rovhlbky	0,357	0,417		25,4	26,7		4,82	3,96

Tabuľka 13 Amerika porovnanie

AMERIKA - porovnanie

Tabuľka 1

vrt	hĺbka (m)					ρ_{lim} (MPa)					φ_{ef} (°)					E_p (MPa)					
	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	
V-1	1,0	1,0	0,7		0,7	0,180	0,347	0,222		0,320	23,95	25,90	21,40		23,50	1,30	2,00	4,00		1,25	
	1,7	1,7	1,8		1,6	0,440	0,404	0,153		0,340	27,26	26,80	19,00		24,10	4,63	3,12	2,40		3,01	
	2,3	2,3	2,3		2,3	0,610	0,560	0,328		0,330	29,15	28,60	23,50		23,90	7,71	5,10	4,40		1,75	
V1-a			2,8		3,0			0,473		0,340			27,60		24,20			7,00		1,87	
					0,7					0,310					23,30					1,97	
				1,7	1,6					0,320	0,220			23,60	20,30					2,95	1,08
V1-c				2,7	2,3					0,320	0,420			23,70	25,70					2,11	1,63
	3,3	3,2		3,5	3,0	0,380	0,369			0,270	0,340	23,91	26,10		22,40	24,20	1,99	3,00		0,87	0,52
	1,1	1,2				0,190	0,217					24,26	23,10				1,93	3,80			
V-2						0,340	0,363				25,73	26,10				3,85	4,70				
						0,330	0,442				25,47	27,20				5,89	10,00				
	0,9		0,7		0,7	0,290		0,172		0,285	24,88		19,90		22,60	2,61		9,70			1,19
V2-a	1,7		1,6	1,5	1,4	0,330		0,231	0,340	0,250	25,57		21,50	24,10	21,50	4,02		4,25	2,11	0,87	
	2,3	2,5	2,3	2,3	2,3	0,540	0,490	0,278	0,360	0,430	28,43	27,80	22,50	24,60	25,90	8,12	10,40	3,40	4,39	1,43	
	2,7		2,9		2,9	0,690		0,614		0,430	29,86		29,20		26,00	7,77		11,30			6,33
V2-b					0,7					0,300					23,00						2,31
					1,4					0,370					24,70						1,10
					2,3					0,480					26,70						3,24
V3-a	2,9	3,2			2,9	0,140	0,202			0,330	22,04	24,30			24,00	0,84	3,00				3,15
	3,0					0,260					24,00					2,93					
V-3	0,9	1,0	1,0		0,7	0,210	0,355	0,165		0,310	24,88	26,10	19,60		23,30	2,24	8,10	—			1,93
	1,7	1,7	1,6		1,3	0,210	0,392	0,271		0,370	22,87	26,60	22,50		24,70	3,22	5,70	4,60			1,79
	2,5	2,5	2,2		2,7	0,390	0,440	0,447		0,520	26,49	27,20	25,40		27,30	4,82	8,80	4,50			4,99
V3-a					2,9					0,470					26,60						4,63
					0,7					0,280					22,40						2,44
					1,3					0,400					25,20						5,08
V-4	2,8	2,9	2,9			0,340	0,374	0,484			25,65	26,20	25,80			4,33	9,90	8,10			
V-4																					
	1,0	1,0	0,8		0,7	0,250	0,425	0,183		0,530	24,00	27,10	20,20		27,40	2,72	12,80	—			4,30
	1,7	1,7	1,5		1,3	0,230	0,372	0,270		0,460	23,42	26,30	22,50		26,40	2,87	5,20	3,90			1,42
V-5						0,360	0,293	0,277			26,03	24,80	22,50			4,61	4,30	3,70			
						0,420	0,287	0,303			26,91	24,60	23,00			4,48	4,80	4,50			
							0,468					27,50					5,10				
V-5	0,8	0,8	0,7			0,180	0,373	0,252			23,98	26,40	22,10			1,90	8,50	3,90			
	1,5	1,7	1,6			0,300	0,432	0,281			25,02	27,20	22,70			4,60	8,60	3,30			
			2,4	2,2			0,229	0,247				25,20	21,80				4,00	4,40			

Tabuľka 14 RSTO porovnanie

RSTO porovnanie

Tabuľka 2

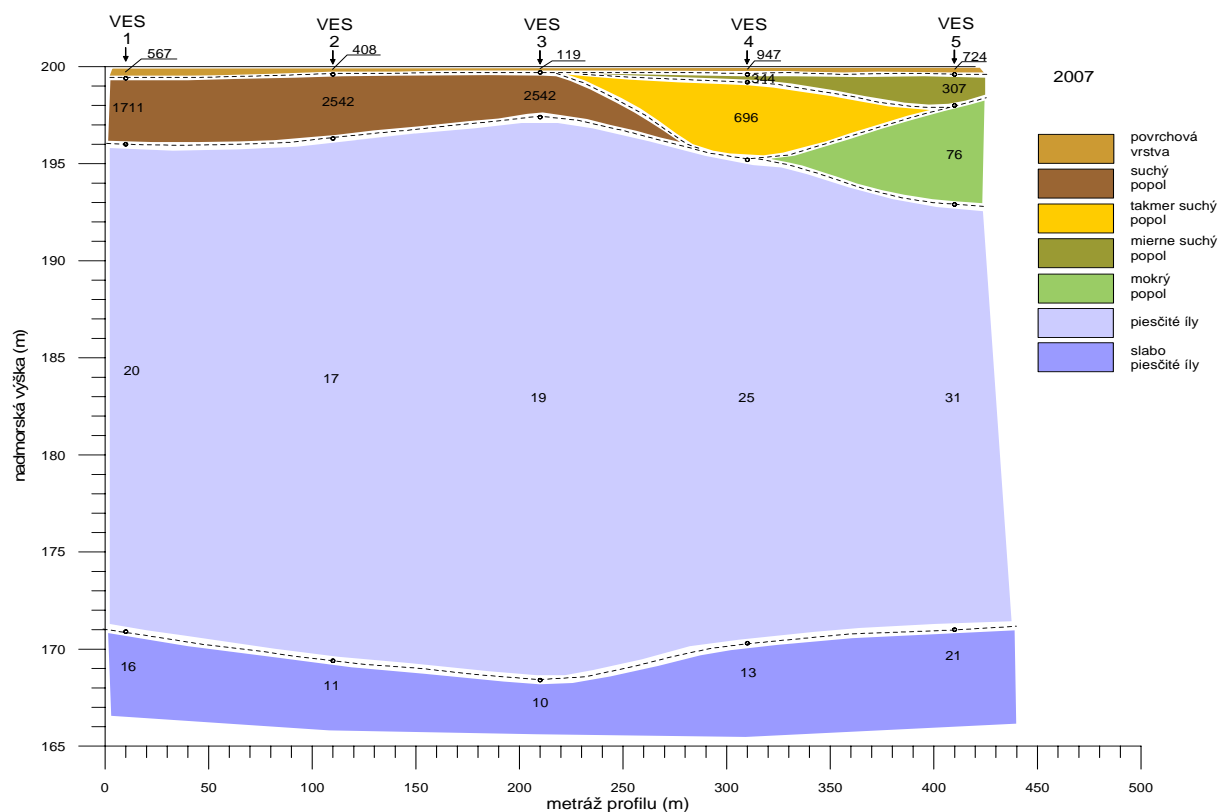
vrt	hĺbka [m]					ρ_{lim} [MPa]					φ_{ef} [°]					E_p [MPa]				
	1994	1997	2001	2004	2007	1994	1997	2001	2004	2007	1994	1997	2001	2004	2007	1994	1997	2001	2004	2007
V 0		1,0			0,7		0,220			0,321		23,2			25,5		3,44			2,56
			1,4		1,4			0,449		0,308			27,3		25,1		4,80			2,56
	1,7	1,8	2,0		2,2	0,146	0,160	0,455		0,246	22,6	23,1	27,4		23,7	1,00	1,38	7,00		1,86
	2,5	2,5	2,6	2,4	3,0	0,379	0,420	0,531	0,495	0,369	26,3	26,9	28,3	27,9	26,1	5,44	4,26	5,00	3,24	1,62
	3,2	3,2	3,2	2,9	3,7	0,356	0,490	0,437	0,305	0,646	25,9	27,8	27,1	24,9	29,4	2,96	5,88	2,00	1,31	3,97
	3,9	3,9	3,8	3,6	4,5	0,448	0,460	0,143	0,517	0,584	27,2	27,4	21,7	28,0	28,7	5,28	4,25	-	5,45	2,59
	4,6	4,6	4,4	4,2	5,3	0,485	0,280	0,539	0,373		27,7	24,3	28,3	26,0		4,29	1,47	8,13	3,23	
		5,3	5,1	4,8			0,430	0,231	0,175			26,9	24,7	20,9			4,41	1,70	-	
			5,7	5,6				0,252	0,467				23,3	27,3				1,30	3,96	
		6,1	6,3	6,1				0,850	0,738	0,387		31,0	30,1	26,0			10,50	7,04	2,00	
		7,0	6,8	6,7				0,790	0,603	0,548		30,5	28,8	28,2			12,84	4,85	2,85	
			7,5					0,780					30,4					5,70		
V 1	1,0	1,0			0,8	0,234	0,210			0,537	23,6	23,0		28,5	2,58	5,20				2,40
	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	0,309	0,330	0,529	0,421	0,525	25,1	25,5	28,3	26,9	28,3	3,75	5,55	6,63	3,49	3,86
	2,8	2,8	2,7	2,6	2,9	0,187	0,280	0,516	0,302	0,453	23,9	24,5	28,1	24,9	27,3	2,11	2,62	4,90	1,99	5,41
	3,5	3,4	3,3	3,2	3,9	0,444	0,530	0,252	0,483	0,428	27,2	28,3	23,6	27,7	26,9	3,61	7,39	1,00	4,94	3,29
	4,2	4,7	4,0	3,8	5,0	0,351	0,420	0,098	0,464	0,594	25,7	26,8	18,8	27,4	28,8	1,95	4,84	-	4,59	4,19
	5,2	5,3		4,4		0,261	0,260		0,445		23,8	25,6		27,1		1,74	2,13	-	4,54	
V 3	1,0	1,2				0,100	0,130				20,4	22,0			0,73	1,71				
	1,7					0,116					21,1				0,65					
V 5	1,0					0,229					23,5				1,88					
	1,7	1,4				0,126	0,120				21,7	21,4			0,75	0,25				
	2,5	2,3				0,134	0,110				21,9	20,6			0,89	0,73				
	3,2	3,2				0,171	0,280				23,3	24,4			1,12	3,92				
	4,1					0,130					21,3				0,47					
VES-2		1,0			1,0		0,190			0,654		24,3			29,6		3,92			3,56
		2,0		1,9	2,2		0,240		0,320	0,626		25,5		25,3	29,3		6,33		2,08	3,20
			2,7	2,5	3,0			0,225	0,429	0,429			24,9	27,0	27,0		-		3,94	1,77
		3,2	3,2	3,1	3,7		0,540	0,405	0,522	0,326		28,4	26,6	28,1	25,2		8,64	9,10	5,16	0,86
		4,0	3,9	3,8	4,5		0,430	0,257	0,484	0,324		27,0	25,6	27,6	25,1		4,94	1,55	4,38	1,63
			4,4	4,5				0,782	0,481				30,5	27,5				9,10	5,54	
		5,0	5,0	5,2			0,470	0,658	0,173			27,4	29,4	22,7			6,18	7,10	-	
		6,0	5,7	5,9			0,210	0,258	0,600			24,1	23,5	28,8			1,38	2,10	4,19	
			6,4	6,3				0,582	0,584				28,6	28,6				4,40	3,71	
			7,0					0,206					21,6					-	-	
			7,5					0,216					21,8					-	-	
VES-3		1,0			0,7		0,150			0,516		22,9			28,2		1,10			2,49
		1,7	2,1	2,0	2,1		0,140	0,456	0,191	0,485		22,3	27,4	22,2	27,8		1,33	5,10	-	2,64
		2,5	2,6	2,7	2,8		0,280	0,411	0,453	0,457		24,5	26,7	27,3	27,4		3,44	4,00	5,85	5,73
		3,2	3,2	3,3	3,3		0,120	0,317	0,504	0,442		21,0	25,1	27,9	27,1		0,89	1,50	3,79	2,19
		3,8	3,7	4,4	4,0		0,290	0,122	0,280	0,284		24,6	20,7	24,2	24,3		4,03	-	-	2,49
		4,2	4,3	5,0			0,150	0,218	0,278			22,2	24,5	24,0			0,62	1,05	1,50	
		5,0	4,9	5,6			0,120	0,164	0,282			20,4	22,4	24,0			0,16	-	-	

- Nebola nameraná pružno-plastická, len plastická fáza deformácie, nedali sa určiť deformačné parametre sledovaných flotačných sedimentov

2.3.5.2.1.4 Výsledky geofyzikálnych meraní

Z výsledkov geofyzikálnych meraní, ktoré realizovala UK Bratislava, Prírodovedecká fakulta, Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky v Bratislave a z predchádzajúcich meraní z rokov 2001 a 2004 je zrejmé, že základný charakter štruktúry odporového obrazu zostáva zachovaný, t.j. rozloženie materiálov zostáva zachované a zmeny, ktoré sa v tomto obraze objavujú sú spôsobené predovšetkým zmenou obsahu a koncentrácie pôdneho elektrolytu (vlhkosťou popolčeka na odkalisku Amerika 1 alebo jeho znečistením chemickými látkami v odkalisku RSTO).

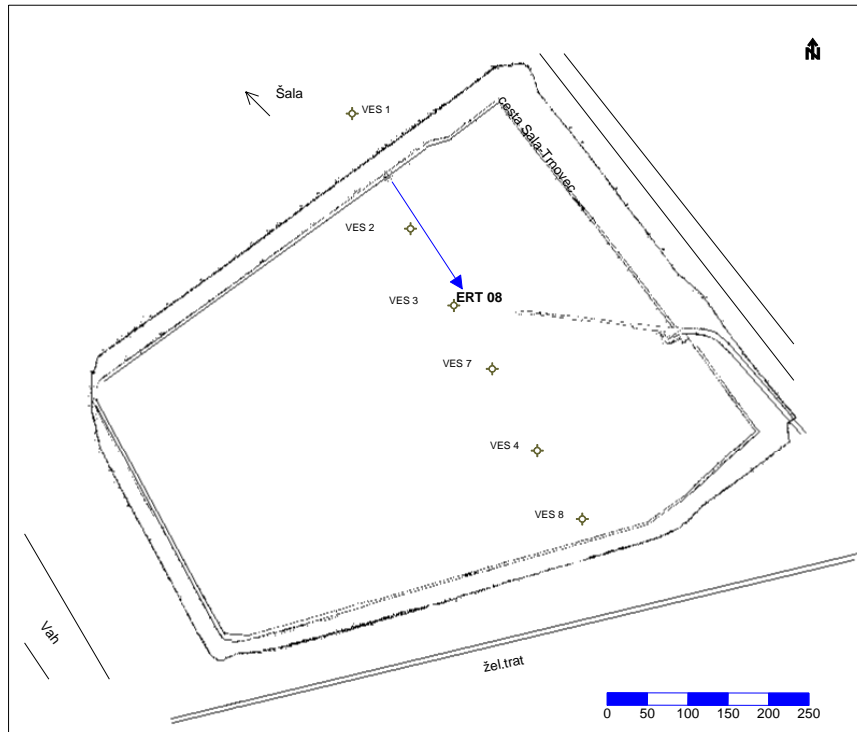
V rámci monitorovacieho programu bolo vykonané opakované meranie metódou VES na lokalite Šala – Amerika. Jedná sa o odkalisko popolovín z podniku Duslo Šala. Meranie v roku 2007 bolo realizované na rovnakom profile ako pri predošlých meraniach a aj sondy VES boli zmerané v rovnakých miestach. Výsledkom spracovania nameraných dát sú vrstevné parametre vyšetřovaného prostredia, ktoré boli následne korelované z výsledkami predošlých meraní a potom použité na zostavenie vertikálneho rezu vyšetřovaným prostredím (obr.21).



Obr.21. Vertikálny rez zostavený z výsledkov interpretácie dát zmeraných v roku 2007.

Z rezu na obr.21 vyplýva, že horninové prostredie v mieste meraného profilu je budované subhorizontálnymi vrstvami. Pod tenkou vrstvou zemin je vrstva suchého popola, ktorá je v pravej časti profilu (v oblasti VES4 a VES5) premiešaná hlinitým materiálom a nevylučuje sa ani prítomnosť odlišného od popola, ktorý sa prejavuje výrazným znížením elektrickej rezistivity. Pod touto vrstvou je vrstva mokrého popola, ktorá plynule prechádza do podložných hlinitých pieskov. Hrúbka tohto komplexu kolíše okolo 25 m. Hlbšie pod touto vrstvou sú íly.

V rámci projektu monitorovania antropogénnych sedimentov bolo v roku 2007 vykonané opakovacie geofyzikálne meranie na lokalite RSTO v miestach, kde sa toto meranie robilo aj v predošlých rokoch (1997, 2001, 2004). Pri tomto meraní boli aplikované metódy VES a ERT. Poloha meracích profilov na ploche skúmanej lokality je uvedená na obr.22.

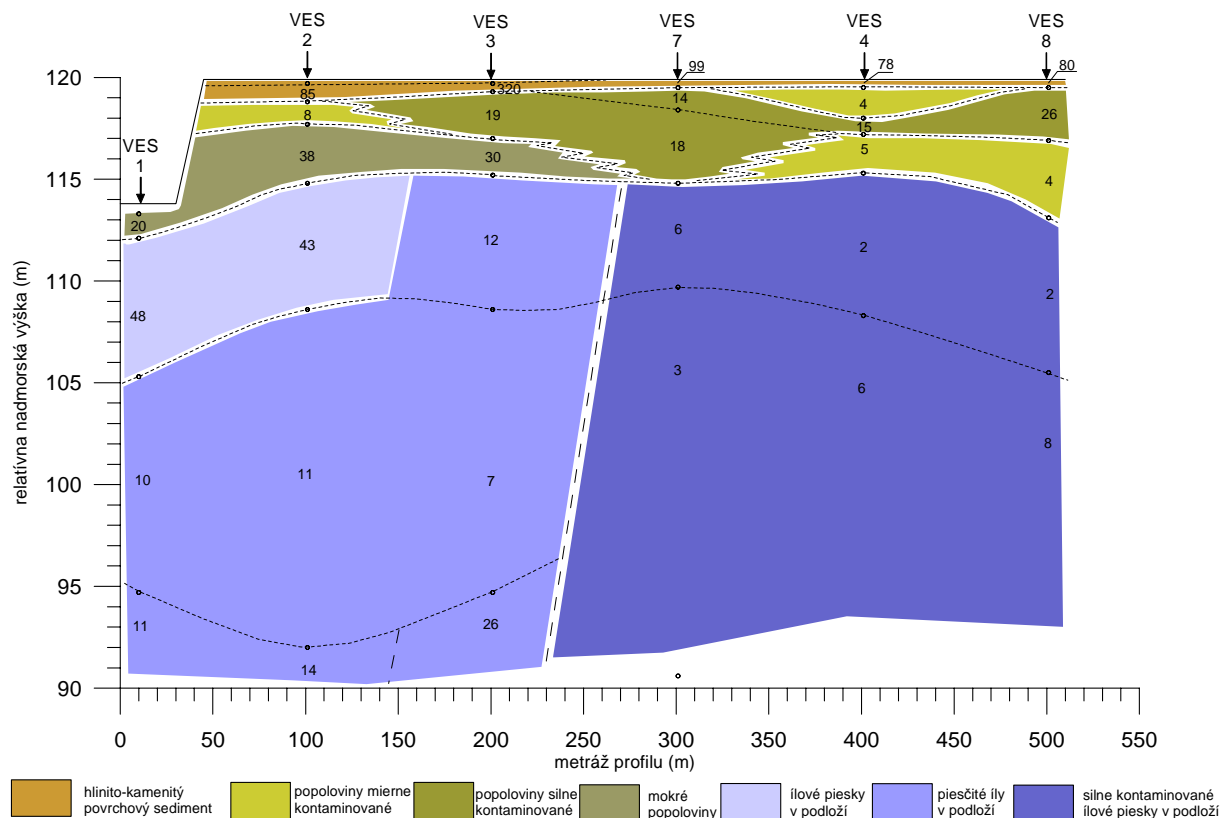


Obr.22. Situácia geofyzikálnej meracej siete a os profilu vrtných prác označených v obr. 20

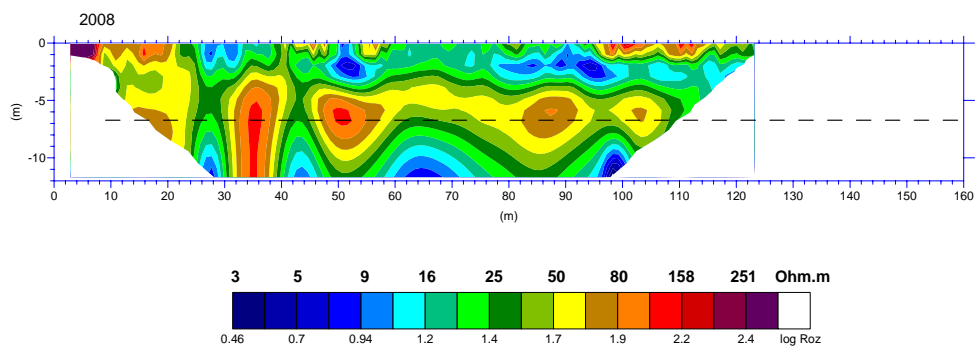
Merania metódou VES boli realizované v rovnakých bodoch na monitorovacom profile ako pri predošlých opakovaných meraniach. Vzdialenosť meracích bodov bola 100 m a meranie sa robilo pre $AB/2_{\max} = 100$ m. Pri meraní bol použitý prístroj ARES od firmy „GF Instruments“.

Merania metódou ERT boli realizované tiež na rovnakom profile ako pri predošlých opakovaníach ako aj pri rovnakých parametroch merania (krok elektród 2 m, aparátúra RESISTAR).

Výsledkom merania metódou VES je vertikálny rez vedený cez meracie body. V reze sú vyčlenené oblasti s príbuznou hodnotou elektrickej rezistivity – obrázok 23. Popoloviny, ktoré sú hlavným materiálom skládky, ležia na piesčito ílovitom podloží. V popolovinách je tiež uložený odpadový materiál s veľmi nízkou hodnotou elektrickej rezistivity, pričom tento materiál je rozložený nerovnomerne a ukazuje sa, že premývaním zrážkovými vodami je transportovaný do hlbších častí rezu – do podložia skládky.



Obr.23. Vertikálny rez zostavený z výsledkov interpretácie dát nameraných metódou VES.



Obr.24. Vertikálny rez zostavený z výsledkov interpretácie dát nameraných metódou ERT.

Na obr. 24 je uvedený vertikálny rez zostavený z výsledkov interpretácie dát nameraných metódou ERT. Tento rez je výsledkom metódy inverzie, pomocou ktorej sa súbor nameraných dát transformuje do podoby skutočných hodnôt rezistivity, očistených o efekty použitého meracieho systému. Z rezu vyplýva, že vyšetrované horninové prostredie obsahuje štyri subhorizontálne vrstvy. Pri povrchu je to pomerne suchá vrstva navážky s hrúbkou do 1,5 m. Materiál navážky je premenlivý, striedajú sa tu miesta s hlinito-ílovým materiálom a miesta s piesčitým až kamenitým materiálom. Pod touto vrstvou leží druhá vrstva, ktorá obsahuje prevažne zmes ílového materiálu s popolovinami. Spodný okraj druhej vrstvy kolíše v hĺbke 3,5 m. Treťou vrstvou sú mokré popoloviny ktorých časť je nad hladinou podzemnej

vody, časť je pod touto hladinou. Spodný okraj tejto vrstvy kolíše od 7 do 10 m. Pod popolovinami sú podložné piesčité íly. Ich povrch je veľmi členitý.

Výsledkom geofyzikálneho merania je pomerne podrobný vertikálny profil vedený naprieč striedajúcimi sa materiálmi skládky. V uvedených výsledkoch sa jasne ukazuje, že materiál skládky nie je homogénny, ale sa skladá z množstva navzájom sa prelínajúcich popolovín a ďalšieho odpadu z výroby podniku Duslo Šala. Pomerne premenlivým faktorom sú odpadové materiály z výroby, ktoré sa v zrážkovej vode rozpúšťajú a migrujú cez materiál popolovín do podložia skládky a vytvárajú tak dynamický faktor skládky. Je to samočistiaci proces s veľkou dynamikou, ktorá výrazne mení rezistivný obraz v skúmaných rezoch.

2.3.5.2.1.5 Záver

V roku 2007 sme na odkaliskách popolčiekov RSTO a Amerika 1 v súlade s projektom prác realizovali vrtné práce, doplnené niektorými laboratórnymi rozbormi, vo vrtoch sme realizovali presiometrické slúšky a z povrchu odkalísk aj geofyzikálne merania. Obidve odkaliská, Amerika 1 aj RSTO sú svojim spôsobom zvláštne. Odkalisko Amerika 1 má v pláži odkaliska naplavené veľmi kypré a ľahké popolčeky. Tie sú v povrchovej časti odkaliska veľmi suché, veľmi sa v nich sťažuje zhotovenie neporušených stien vrtovej a vykonávanie presiometrických skúšok. Aj geofyzikálne merania sa v niektorých etapách monitorovania nedali pre veľké merné odpory realizovať. V roku 2007 sa namerala medza presiometrického tlaku $p_{lim} = 0,22 \text{ MPa}$ až $0,53 \text{ MPa}$, presiometrický modul prevažne len $E_p = 1,0 \text{ MPa}$ až $3,0 \text{ MPa}$, v niektorých úrovniach od $5,0 \text{ MPa}$ do $6,3 \text{ MPa}$, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia $\phi_{ef} = 20,3^\circ$ do $27,4^\circ$. Sú to najnižšie hodnoty mechanických vlastností popolčiek, v ktorých sme realizovali naše monitorovacie merania. Popolčeky sú však naplavené v priestore ohraničenom obvodovými zemnými hrádzami, nie je teda obava, že by ohrozovali okolie prekročením medzného stavu stability. Je predpoklad zlepšovania ich mechanických vlastností v čase, lebo na základe minerálnych rozborov bolo určené, že sa v nich nachádza amorfná fáza, bude v nich dochádzať k rekryštalizácii a k ich spevňovaniu v čase (príloha 1).

Odkalisko RSTO je špecifické tým, že do odkaliska bolo penetrovaných veľké množstvo kvapalných látok, najmä ropných a soľanky ako aj odpadových chemikálií pri výrobe v Dusle Šala. Po vybudovaní podzemných tesniacich stien dookola odkaliska, dochádza vplyvom 8 vnútorných čerpacích vrtovej ku premiestňovaniu kvapalín v póroch odkaliska a ku zmene vlastností. V roku 2007 sme na základe presiometrických skúšok zistili, že v mieste skúšok dochádza k zvýšeniu medze presiometrického tlaku aj uhla vnútorného trenia, presiometrický modul naopak klesá. Tento paradox si vysvetľujeme tým, že presunom ropných látok a iných neznámych látok v odkalisku dochádza k menším zmenám v deformačnom správaní sa prostredia. Je to zistené len na tomto odkalisku, na ostatných 5 monitorovaných odkaliskách sa prejavuje zmena mechanických vlastností alebo malým zlepšením hodnôt alebo ich ustálením v čase od zabodovania do odkaliska. Z geofyzikálnych meraní sa jasne ukazuje, že materiál skládky nie je homogénny, ale sa skladá z množstva navzájom sa prelínajúcich popolovín a ďalšieho odpadu z výroby podniku Duslo Šala. Pomerne premenlivým faktorom sú odpadové materiály z výroby, ktoré sa v zrážkovej vode rozpúšťajú a migrujú cez materiál popolovín do podložia skládky a vytvárajú tak dynamický faktor skládky. Je to samočistiaci proces s veľkou dynamikou, ktorá výrazne mení rezistivný obraz v skúmaných rezoch.

Ani na tomto odkalisku nie je obava, že by došlo k prekročeniu medzných stavov stability alebo použiteľnosti a ohrozeniu ŽP.

2.3.5.2.2 Geotechnický monitoring odkalísk

2.3.5.2.2.1 Úvod

Úlohou geotechnického monitoringu odkalísk je pokračovanie v komplexnom monitoringu odkalísk SR na vybraných lokalitách. Cieľom je postupná inovácia identifikačných listov odkalísk s následnou prehľadnou kontrolou, plánovaným prístupom k sanáciám, likvidáciám, k prevádzke a využívaniu odkalísk.

Slovensko je rozlohou malá krajina. Horninové prostredie je však geologicky a hydrogeologicky veľmi pestré, rovnako ako obyvateľstvo produkujúce rozmanitou činnosťou odpady. Legislatívne registrované odkaliská v našej republike sú na obr. 25. Sú definované (podľa kategorizácie ICOLD) ako vodné stavby I. až IV. kategórie a podliehajú povinnému technicko-bezpečnostnému dohľadu. Je to spolu vyše 50 odkalísk s rôznym druhom deponovaného materiálu, v rôznych štádiách existencie. Niektoré už sú rekultivované, mnohé sú v útlmovej prevádzke, iné sú vo fáze intenzifikácie a niektoré sú v regulérnej prevádzkovej činnosti. Existencia popolových a priemyselných odkalísk a odkalísk úpravni farebných kovov a rúd predstavuje rozsiahlu množinu geotechnických problémov spojených s prípravou, projektovaním, výstavbou, prevádzkou, intenzifikáciou, rekultiváciou a využívaním odkalísk. Väčšina ukladaných geomateriálov sú odpady elektrární a teplární (škvára a popoly) a produkty úpravni rúd (flotačné kaly). Menší podiel predstavuje uhoľná hlušina, ktorá sa často po úprave využíva. Kaly z chemických prevádzok nemajú jednotný charakter a každý kal je treba hodnotiť individuálne. Odkaliská stále predstavujú nákladné, nebezpečné a náročné objekty. Dnes sú veľkými skládkami nevyužiteľného materiálu, v budúcnosti môžu byť surovinovými základňami nemalého významu. Súčasnou realitou je skutočnosť, že odstraňovanie a spracovanie odpadov bez nepriaznivého vplyvu na ekosféru zatiaľ nie je známe.

Predkladaná správa je piatou časťou realizovanej spolupráce. V prvom roku sme venovali pozornosť siedmym popolovým odkaliskám. Okrem jedného (Nové odkalisko MT a.s. Martin) sú všetky v prevádzke. Naznačili sme aj problematiku odkaliska v Žiari nad Hronom – Kalové a škvarové polia. V druhej časti sú zhrnuté naše poznatky o dvoch priemyselných odkaliskách (uloženie vápenných kalov) a o troch odkaliskách rudných odpadov (flotačné kaly). V tretej časti sú analyzované 2 popolové odkaliská (Poša a Košice), stabilizovaný násyp popola v Handlovej a dve rudné odkaliská (Slovinky a Nižná Slaná). V štvrtej správe sme sa zaoberali spolu piatimi odkaliskami: sú to dve odkaliská priemyselného odpadu (Nováky 6 a Plešivec) a tri odkaliská rudných odpadov (flotačných kalov – Pezinok staré a nové, Bankov – staré). Zámerne sú v tejto štvrtej časti spolupráce zaradené odkaliská, ktoré sú z rôznych dôvodov rizikové, a o ktorých sme len obtiažne získavali aspoň minimálne informácie. Okrem jedného (Nováky 6) sú všetky trvale alebo dočasne mimo prevádzky. Vždy však ostávajú dlhodobou záťažou pre krajinu. Aj po skončení prevádzky tieto diela stále znamenajú pre svoje okolie zdroj možnej havárie. Havárie opustených neprevádzkovaných odkalísk nie sú každodenné, ale v materiáloch Medzinárodnej priehradárskej komisie (ICOLD) sú takéto prípady dokladované. Predkladaná piata časť riešenej úlohy popisuje jedno dočasne neprevádzkované odkalisko (Hačava) a štyri rekultivované, resp. čiastočne rekultivované (Lintych, Sedem žien, Dúbrava 01,02 a Dúbrava 03). Na získanie informácií o odkaliskách sme zatiaľ použili dostupné zdroje a konzultácie pracovníkov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava. Uvádzame inovovaný zoznam legislatívne sledovaných odkalísk v SR (spolu 56). Sú zoradené podľa druhu uloženého odpadu a podľa vodohospodárskej kategorizácie (tab.16).

Tab. 16 Zoznam registrovaných odkalísk na území SR zaradených ako vodné stavby
(podľa podkladov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava, Štátneho geologického úradu Dionýza Štúra Bratislava a STU Stavebná fakulta, Katedra geotechniky Bratislava)

<i>Odkaliská popolové</i>				
č.	názov (miesto, okres)	kategória	správca	rieka, potok
1.	Dočasné odkalisko ENO Zemianske Kostol'any, Prievidza	I.	SE a.s., ENO, závod Zemianske Kostol'any	<i>Nitra</i>
2.	Pôvodné odkalisko ENO Zemianske Kostol'any, Prievidza	II.	SE a.s., ENO, závod Zemianske Kostol'any	<i>Nitra</i>
3.	Definitívne odkalisko ENO Bystričany – Chalmová, Prievidza	II.	SE a.s., ENO, závod Zemianske Kostol'any	<i>Nitra</i>
4.	EVO Vojany Vojany – Drahňov, Michalovce EVO Vojany Čičarovce, Michalovce	II. skládka stabilizátu	SE a.s., EVO, závod Vojany SE a.s., EVO, závod Vojany	<i>Laborec</i> <i>Laborec</i>
5.	Odkalisko KAPPA a.s. Štúrovo – časť Obid, Nové Zámky	II.	Smurfit KAPPA a.s. Štúrovo	<i>Dunaj</i>
6.	Tepláreň Martin – Staré odkalisko Martin, Martin	II.	Martinská teplárenská a.s. Martin	<i>Kramaro vický potok</i>
7.	Tepláreň Martin – Nové odkalisko Bystrička, Martin	II.	Martinská teplárenská a.s. Martin	<i>potok Za rohami</i>
8.	Odkalisko Poša Poša – Nižný Hrabovec, Vranov n. Topoľou	II.	Energetika s.r.o. Strážske	<i>Kyjov</i>
9.	Odkalisko Snina Snina, Snina	II.	ENERGY Snina a.s.	<i>potok Magurica</i>
10.	Odkalisko Šaľa – Amerika Trnovec n. Váhom, Šaľa	II.	Duslo a.s. Šaľa	<i>Váh</i>
11.	Tepláreň Žilina Bytčica, Žilina	II.	Žilinská teplárenská a.s. Žilina	<i>Bytčický potok</i>
12.	Tepláreň Košice Krásna nad Hornádom, Košice	III.	TEKO a.s. Košice	<i>Torysa</i>
13.	Tepláreň Sereď Dolná Streda, Galanta	III.	Slovenské cukrovary s.r.o. Sereď	<i>Váh</i>
14.	Tepláreň Zvolen Zvolen, Zvolen	III.	Zvolenská teplárenská a.s. Zvolen	<i>Zolná</i>

Odkaliská rudné

č.	názov (miesto, okres)	kategória	správca	rieka, potok
1.	Hačava Hačava, Rimavská Sobota	II.	INTOCAST MAGNEZIT Hačava, a.s.	<i>potok Babina</i>
2.	Hodruša Hámre Hodruša Hámre, Žiar nad Hronom	II.	Slovenská banská s.r.o. Hodruša Hámre	<i>Hodrušský potok</i>
3.	Jelšava Jelšava, Rožňava	II.	SMZ a.s., Jelšava	<i>Jordán</i>
4.	Nižná Slaná Nižná Slaná, Rožňava	II.	Siderit s.r.o., Nižná Slaná	<i>Banský potok</i>
5.	Rudňany Závadka, Spišská Nová Ves	II.	Sabar, s.r.o., Markušovce	<i>Priekopec</i>
6.	Sedem žien Banská Belá, Žiar n. Hronom	II.	<i>Rudné bane š.p. Banská Bystrica</i>	<i>Jasenica</i>
7.	Odkalisko Slovinky Slovinky, Spišská Nová Ves	II.	Holyvet, s.r.o. Košice	<i>Kelligrund</i>
8.	Baňa Cígel' ČOV II. Sebedražie, Prievidza	III.	Hornonitrianske bane, a.s.	<i>Moštenica</i>
9.	Dúbrava 01 Dúbrava, Liptovský Mikuláš	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Križovianka</i>
10.	Dúbrava 02 Dúbrava, Liptovský Mikuláš	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Križovianka</i>
11.	Dúbrava 03 Liptovský Mikuláš, Liptovský Mikuláš	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Križovianka</i>
12.	Kalové a škvarové polia Žiar n. Hronom, Žiar n. H.	III.	Závod SNP a.s. Žiar nad Hronom	<i>Hron</i>
13.	Košice – Bankov (nové) Košice, Košice	III.	Teleservis, s.r.o. Bratislava	<i>Úchylný jarok</i>
14.	Lintych Anton, Žiar n. Hronom	III.	Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Štiavnický potok</i>
15.	Pezinok (nové) Pezinok, Pezinok	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Saulak</i>
16.	Podrečany Podrečany, Lučenec	III.	Mário Mose – fyz. osoba	<i>Krivánsky potok</i>
17.	Smolník Smolník, Spišská Nová Ves	III.	Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Smolnícky potok</i>
18.	Široká Široká, Dolný Kubín	preradené na skládku	Oravské ferrozávody a.s. Dolný Kubín	<i>bezmenný potok</i>
19.	Baňa Cígel' ČOV I. Sebedražie, Prievidza	IV.	Hornonitrianske bane, a.s.	<i>Moštenica</i>

20.	Košice – Bankov Košice, Košice	IV.	Teleservis s.r.o., Bratislava	<i>Pásmový potok</i>
21.	Horná Ves (Kremnica) Horná Ves Žiar n. Hronom	IV.	Kremnická banská spol. s.r.o., Kremnica	<i>Lučanský potok</i>
22.	Hronský Beňadik Hronský Beňadik, Nová Baňa	IV.	ZIN s.r.o. Marianka	<i>Tekovský potok</i>
23.	Lubeník Jelšava, Rožňava	IV.	SLOVMAG a.s., Lubeník	<i>Muráň</i>
24.	Pezinok (staré) Pezinok, Pezinok	IV.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Saulak</i>
25.	Rožňava Rožňava, Rožňava	IV.	Železorzudné bane, š.p. Sp. N. Ves	<i>Slaná</i>
26.	Sereď (Luženec) Sereď, Galanta	preradené na skládku	FERRO-PORT s.r.o., Bratislava	<i>Váh</i>
27.	<i>Špania dolina</i> <i>Špania dolina,</i> <i>Banská Bystrica</i>	IV.	<i>Rudné bane š.p.</i> <i>Banská Bystrica</i>	<i>Banský potok</i>

Odkaliská priemyselné				
č.	názov (miesto, okres)	kategória	správca	rieka, potok
1.	Odkalisko AEMO Čifáre, Levice	II.	SE a.s., AEMO závod, Mochovce	<i>Telinský potok</i>
2.	Bukocel (Bukóza Vranov) Hencovce, Vranov n. Topľou	III.	Bukocel a.s., Hencovce	<i>Ondava</i>
3.	Dubová Dubová, Banská Bystrica	preradené na skládku	Petrochema s.r.o. Dubová	<i>Hron</i>
4.	Novácke odkalisko 7 Nováky, Prievidza	III.	NCHZ a.s. Nováky	<i>Nitra</i>
5.	Stabilizovaný násyp Handlová Handlová, Prievidza	III.	MŽP SR, Bratislava	<i>Handlovka</i>
6.	ČOV VSŽ Sokoľany Sokoľany-Bočiar, Košice	IV.	US Steel s.r.o., Košice	<i>Sokoľanský potok</i>
7.	Fámeš Pastuchov, Hlohovec	preradené na skládku	SE a.s. AEBO, závod, Jaslovské Bohunice	
8.	Gemerská Hôrka Gemerská Hôrka, Rožňava	IV.	pôvodne: Gemerské celulóžky a papierne	<i>Slaná</i>
9.	Konvertorové kaly Veľká Ida, Košice	IV.	US Steel s.r.o., Košice	<i>Ida</i>
10.	Mokrú haldu Veľká Ida, Košice	IV.	US Steel s.r.o., Košice	<i>Ida</i>
11.	Novácke odkalisko 6 Nováky, Prievidza	IV.	NCHZ a.s. Nováky	<i>Nitra</i>

12.	Šaľa RSTO (aj skládka) Šaľa, Galanta	preradené na skládku	Duslo a.s. Šaľa	Váh
13.	Šulekovo (aj skládka) Šulekovo, Trnava	preradené na skládku	Drôtovňa Hlohovec	Váh
14.	Veronika Dežerice, Topoľčany	IV.	Tatra SIPOK a.s. Bánovce n. B.	
15.	Plešivec Plešivec, Rožňava	IV.	obec Plešivec	Slaná

LEGENDA: Údaje o odkaliskách spracované v rokoch 2003 až 2007

2003
2004
2005
2006
2007
Zatiaľ nie sú



Obr. 25 Registrované odkaliská na Slovensku

Identifikačné listy odkalísk sú v prílohe 2.

2.3.5.2.2.2 Odkalisko HAČAVA

Odkalisko Hačava leží severovýchodne od areálu závodu na výrobu bezželezitých slinkov. Je údolného typu s jednou základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín a banskej hlušiny. Podľa projektu bola pod základnou hrádzou odstránená povrchová vrstva

humusovitých zemín a podložie upravené netriedeným štrkovým materiálom (hrúbka vrstvy 400,0 mm). Štrková vrstva mala byť zaústená do pätného drénu základnej hrádze. Pätný drén pri vzdušnej päte hrádze je z triedenej hlušiny (zrná 50,0 až 150,0 mm), s dvomi filtračnými vrstvami (1. vrstva – triedený štrk s veľkosťou zrn 32,0 – 63,0 mm a 2. vrstva – piesok zrnitosti v rozpätí 0,0 – 2,0 mm). Drén je ukončený v revíznej šachte z betónových skruží. Pri stavbe telesa základnej hrádze sa využila hlušina miestnej skládky „Mútnik“, zhutnená na 70% relatívnej hutnosti. Vzdušný svah je zahumusovaný (hrúbka zeminy asi 20,0 cm) a zazelenený. Na korune hrádze je komunikácia.

Potok Babina pretekajúci pôvodne údolím bol v akumuláčnom priestore odkaliska preložený na ľavostranný svah údolia nad kótu maximálnej projektovanej úrovne kalov. Nové koryto potoka súčasne chráni priestor odkaliska proti pritekajúcej povrchovej vode. Pravostranný okraj nádrže odkaliska je chránený proti povrchovej vode čiastočne prístupovou cestou (jej priekopou) a čiastočne záchytným rigolom. Tieto ochranné konštrukcie sú vyústené do upravenej preložky potoka. Dno i svahy priekopy sú spevnené dlažbou v betónovom podklade. Cez odkalisko tak pretekajú len priame dažďové zrážky. Pod základnou hrádzou je v smere údolia vybudovaná akumuláčná nádrž, do ktorej ústi kolektorové potrubie odkaliska. Odberné potrubie DN 400 mm s bočnými vtokmi DN 300 mm (kolektor) je uložené na dne údolia, prechádza popod základnú hrádzu a cez uzatvárateľnú armatúru je ukončené v akumuláčnej nádrži vôd. Po celej dĺžke má železobetónový plášť s ochranným asfaltovým náterom (podľa projektu by malo byť vnútri opatrené bitumenovým povrchom). Akumuláčná nádrž je vytvorená sypanou údolnou hrádzou, má nepriepustné dno zo železobetónových panelov a betónový výpustný objekt. Nahromadenú vodu je možné vypustiť do recipientu (potok Babina) alebo vrátiť do technologického procesu.

Odkalisko bolo v prevádzke od r. 1992 do r. 1999. Do roku 2005 predstavuje množstvo uloženého sedimentu približne 46 000 t a plocha odkaliska je asi 37 000 m². V súčasnosti je v útlmovom režime, pravidelne sledované a nedochádza k prekračovaniu medzných hodnôt monitorovaných parametrov. Monitorovací systém odkaliska pozostával z 5 pozorovacích vrtov na sledovanie úrovne hladiny a kvality podzemnej vody v telese hrádzového systému a v podloží (vrty E, G na návodnej strane koruny základnej hrádze; J, K na päte základnej hrádze a N pri odbočke preložky potoka Babina). Vrt J je od 30.05.1996 nefunkčný (zničený). Deformácie hrádzového telesa sú merané v šiestich bodoch (3 vzťažné, t.j. tzv. pevné a 3 pozorovacie, t.j. tzv. kontrolné). Situáciu na odkalisku ukazujú fotografie č. 26 až 27 (STU, SvF Bratislava, september 2002).

Tabuľka 17 Charakteristika kalov na odkalisku Hačava

Odkalisko HAČAVA			
Charakteristika a zloženie kalov (podľa [8])			
celkové množstvo		21 000 t/rok	
celkový objem		14 500 m ³ /rok	
objemová hmotnosť		14,5 kg.m ⁻³	
teplota		60,0 °C	
biely kal		hnedý kal	
zloženie	[%]	zloženie	[%]
H ₂ O	49,6	H ₂ O	48,7
MgO	21,7	MgO	16,2
CaCO ₃	16,4	Mn(OH) ₄	1,3
CaSO ₄ ·2H ₂ O	5,4	CaSO ₄ ·2H ₂ O	9,9
Fe ₂ O ₃	2,6	Fe ₂ O ₃	4,1
Fe(OH) ₃	1,5	Fe(OH) ₃	13,5
CaO	0,9	CaO	1,1
		Al(OH) ₃	1,1
		SiO ₂	2,2
ostatné	1,9	ostatné	1,9
množstvo			
2 440 t/rok		18 560 t/rok	



Obr. 26 Celkový pohľad, geomateriál – odpad, zátopa a odberný objekt



Obr. 27 Základná hrádza a akumulčná nádrž

Prognóza správania sa odkaliska

Dostupné podklady a materiály o odkalisku neobsahujú žiadne geotechnické výpočty statickej ani filtračnej stability. Bez základných poznatkov o vlastnostiach geomateriálov odkaliska (podložie, hrádzový systém, uložené kaly), bez predstavy o pohybe vody v sedimentovanom kale a v podloží odkaliska a bez aplikácie výsledkov monitoringu sú všetky analýzy a prognózy o správani sa zložiska kalov len na úrovni odborného odhadu. Podľa našich aj zahraničných výskumov a skúseností sú sedimentované priemyselné kaly geomateriály s veľmi individuálnymi parametrami. Mávajú spravidla vysokú pórovitosť, často metastabilnú štruktúru a anizotropiu filtračných a pevnostných vlastností. Správanie sa inžinierskych konštrukcií (v našom prípade odkaliska) z týchto geomateriálov je pri zaťažení časovo závislý proces.

2.3.5.2.2.3 Odkalisko LINTYCH

Údolné odkalisko s trvale uloženým sedimentom z úpravne rúd je od r. 1975 neprevádzkované. Je zaradené medzi rekultivované environmentálne záťažé, nie je monitorované. Na pláži už vyrástol les a je tu vymedzená manipulačná plocha na ťažbu dreva. Na hrádzovom systéme sú stopy lokálnej nelegálnej ťažby sedimentu piesčitého charakteru (obr.28).

Prognóza správania sa odkaliska

Odkalisko Lintych je od r. 1975 v stave tzv. dlhodobej existencie. Je to termín Technického výboru pre odkaliská pri Medzinárodnej priehradárskej komisii ICOLD. Podľa právneho výkladu je vodná stavba uvedená do neškodného stavu vtedy, keď je dielo odstránené, alebo keď sú na nej vykonané také zmeny, že stráca charakter vodnej stavby a svojou existenciou nevyvoláva nebezpečie, t.j. neohrozuje územie vo svojom okolí. V praxi u odkalísk stav po ukončení jeho využívania nemožno považovať za neškodný, pretože odkalisko je trvalou environmentálnou záťažou územia. Príčinou havárií je aj absencia monitoringu, nedostatočná údržba a vyčerpanie životnosti konštrukcií. Považujeme preto za nevyhnutné vypracovať aj v prípade odkaliska Lintych aspoň základný geotechnický audit, ktorý poskytne podklady v rozhodovacom procese využitia a existencie tejto environmentálnej záťažé.



Obr. 28 Pohľad na hrádzu odkaliska

2.3.5.2.2.4 Odkalisko Sedem žien

Odkalisko flotačnej úpravne rúd Rudných baní š.p. Banská Bystrica, závodu Banská Štiavnica je situované na katastrálnom území Banská Belá (asi 18,5 ha) a Banská Štiavnica (asi 3,5 ha). Bolo projektované etapovite na výšku 44,0 m (511,0 až 555,0 m n. m.) s celkovým objemom 2,5 mil. m³. Je údolno – svahového typu s obvodovou základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín. Nadvyšovacie hrádze sú z naplavovaného geomateriálu upraveného hydrocyklónmi. Odkalisko slúžilo aj na čistenie odpadnej vody (sedimentácia a oxidácia) a zahŕňalo aj vyrovnávaciu nádrž a záchytné priekopy. Kal sa privádzal gravitačným kalovodom rozvodmi po hrádzi a cez hydrocyklóny vypúšťal do akumuláčného priestoru odkaliska. Odpad – rudnina obsahovala karbonáty, kremík, andezity, sedimentárne horniny, baryt a zvyšky úžitkových minerálov sfaleritu, galenitu, chalkopyritu, pyritu, hematitu a iných. Pri plavení dochádzalo k striedaniu technológie plavenia (hydrocyklóny a naplavovanie zo žľabov na hrádzi). Vyskytovali sa negatívne javy (priesaky, prekračovanie úrovni medzných hladín vody v telese odkaliska, zanedbávanie údržby, atď.) a sanačné práce boli zdĺhavé. V r. 1990 bol vypracovaný projekt na nadvýšenie odkaliska po kótu 562,0 m n. m. a výhľadová štúdia na nadvýšenie až na kótu 590,0 m n. m. Expertízne posúdenie (VÚIS Bratislava, pracovisko Brno, 1991) iniciovalo rekultivačné práce zahŕňajúce realizáciu zaťažovacieho prísypu vzdušnej päty hrádzového systému, drenážne opatrenia, ochranu pozorovacích vrtov, predĺženie kolektora ústiaceho do akumuláčnej nádrže a predĺženie záchytných rigolov. Všetky práce sa urobili v rámci likvidácie hlavných banských diel pri zastavení ťažby a prevádzky úpravne rúd. Realizoval sa aj projekt rekultivácie a uvedenia odkaliska do stavu dlhodobej existencie. V súčasnosti rozhodnutím OÚŽP bolo vodné dielo v zmysle platnej legislatívy zrušené. Správca podľa rozhodnutia vykonáva udržiavacie práce a merania (kvalitu vody, meranie úrovne hladín v pozorovacích sondách, množstvá v drenážach, atď). pohľad na hrádzu odkaliska je na obr. 29.

Prognóza správania sa odkaliska

Po zastavení ťažby polymetalických rúd a ich úpravy bola prevádzka na odkalisku ukončená (08/1994). Plavením dosiahlo odkalisko kótu 555,0 m n. m., t.j. úroveň ostatnej nadvyšovacej hrádze. Rekultiváciu a uvedenie odkaliska do stavu dlhodobej existencie zabezpečil správca Rudné bane š.p. Banská Bystrica (Projekčná a inžinierska kancelária, Ing. F. Doubravník a ENVIGEO, s.r.o. Banská Bystrica, 08/1996). Prvou fázou prác bola likvidácia ťažby, zabezpečenie a stabilizácia odkaliska a protiprašné opatrenia. Druhá fáza činností zahŕňala búracie práce, technickú a biologickú rekultiváciu, monitorovací systém a odvedenie vôd.

Odkalisko spĺňa regulérne technické a legislatívne nároky na zaradenie do skupiny trvalých environmentálnych záťaží neohrozujúcich životné prostredie. V tomto prípade navrhujeme len základný geotechnický audit, ktorý zhodnotí archívne údaje, overí na minimálnom súbore vzoriek geomateriálov ich geotechnické parametre a analyzuje výsledky monitoringu. Závery auditu by mali obsahovať aj postup pre ďalšie možné využitie odkaliska a časový harmonogram jeho sledovania.



Obr. 29 Pohľad na hrádzu odkaliska

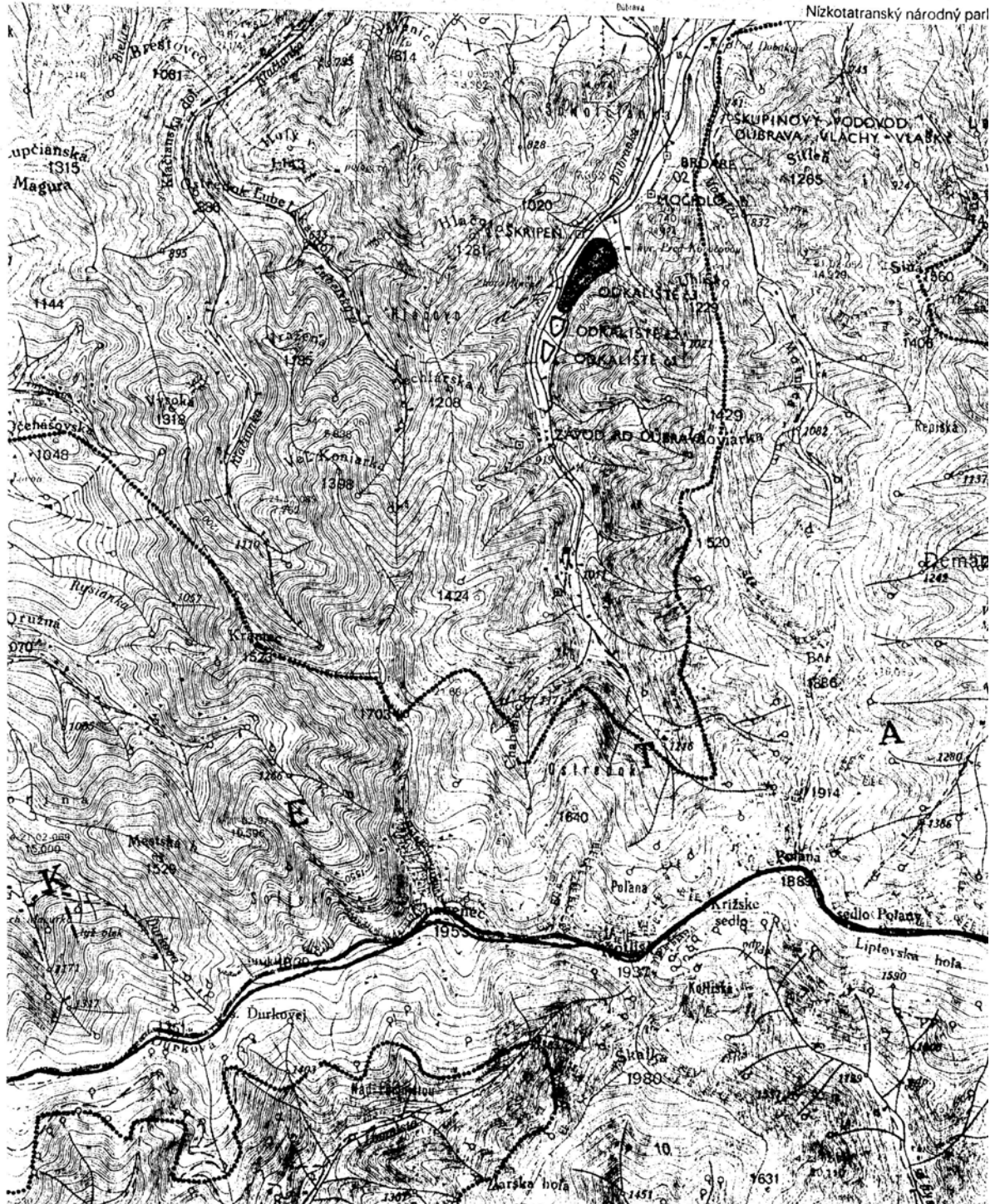
2.3.5.2.2.5 Odkalisko Dúbrava 01, 02

Odkaliská Dúbrava 01 a Dúbrava 02 boli dva samostatné objekty na ukladanie flotačných odpadov z výroby antimonového koncentrátu, v minulosti aj na uloženie banskej hlušiny. Prevádzkovali sa od r. 1965 (Dúbrava 01) a od r. 1980 (Dúbrava 02) až do roku 1991 – 1992. Objem uloženého odpadu je viac ako 1 mil. m³ (350 000 m³ - Dúbrava 01 a 700 000 m³ - Dúbrava 02) a výška hrádzového systému je 20,0 až 26,0 m nad pôvodným terénom. Plocha odkalísk je cez 100 000 m² (cca 50 000 m² - Dúbrava 01 a cca 60 000 m² - Dúbrava 02). Dnes sú tieto dve svahové odkaliská (tzv. staré odkalisko) s hrádzovým systémom pozdĺž toku rieky Križovianka rekultivované, zatrávnené a zarastené náletovými drevinami. Technicko-biologická rekultivácia bola ukončená v r. 2000. Na vyvýšenom teréne, oddeľujúcom obe odkaliská je prevádzková budova, v súčasnosti prispôbena na rekreačné účely. Prehľadná mapa je na obr. 30 (prevzaté z archívnych materiálov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava). Súčasný stav dokumentuje obr. 31 a 32.

DEMÄNOVSKÁ DOLINA

RŮŽOMBEROK

LIPT. MIKULÁŠ



Obr. 30 Situovanie odkalísk Dúbrava 01, 02 a 03



Obr. 31 Odkalisko Dúbrava 01



Obr. 32 Odkalisko Dúbrava 02

Prognóza správania sa odkaliska

Kategorizácia odkaliska Dúbrava 01, 02 ako vodnej stavby (III. kategória) bola Rozhodnutiami Obvodného úradu životného prostredia Liptovský Mikuláš č. ŠVS-281/1993-Mk dňa 29.04.1993 zrušená. Aby bolo možné prognózovanie správania sa, resp. využívania priestoru odkaliska aj v budúcnosti, je nevyhnutný geotechnický audit aspoň minimálneho rozsahu. Výstupom bude preukázanie bezpečnosti odkaliska, prípadne využívanie odpadu, evidovanie starej environmentálnej záťaže, alebo možnosť rekreačného využitia územia.

2.3.5.2.2.6 Odkalisko DÚBRAVA 03

2.3.5.2.2.6. 1 Súčasný stav odkaliska

Odkalisko Dúbrava 03 na úbočí pravého svahu údolia (v smere toku, pod odkaliskami 01 a 02) má základnú hrádzu výšky cca 3,0 m (šírka koruny je 4,0 m, sklon vnútorného svahu 1:2,5 a vonkajšieho 1:2) sypanú z netriedeného miestneho materiálu. Celková dĺžka základnej obvodovej hrádzy je cca 1,0 km a umožňuje uloženie asi 1,0 mil. m³ flotačného odpadu. Pod odkaliskom je akumulčná nádrž (zdržiavanie vody na 2 – 5 dní, na dokonalú sedimentáciu jemných podielov flotačných odpadov). Kolektorové potrubie je oceľové priemeru 400 mm, po celej dĺžke obetónované, uložené vo výkope, len v spodnej časti na násype. Drenážny systém je urobený na vzdušnej a na návodnej strane päty základnej hrádzy, aj v priestore odkaliska (betónové rúry Ø 200 mm obalené geotextíliou a prísypom, so spojovacími a kontrolnými šachtami). Dno údolia je na kóte cca 831,0 m n. m., potok Križovianka obteká odkalisko, projektovaná výška hrádzového systému je 34,0 m (súčasný stav výšky hrádzy cca 12,0 m) a maximálny objem odkaliska je 4,5 mil. m³ (uložený objem cca 300 000 m³). Odkalisko zaberá plochu asi 150 000 m² (počas prevádzky bolo delené na kazety – oddelené časti). Výrazný útlm ťažby nastal v r. 1992 a v r. 1993 sa ukončila prevádzka odkaliska. Rekultivácia odkaliska nie je komplexná. Na pláži je zachovaná priehľbeň bývalého jazera, naplavovacie potrubie, šachty a drenáže nie sú technicky korektne likvidované a realizuje sa nedovolená ťažba sedimentu. Projekt navrhoval opatrenia na začlenenie tohto cudzieho telesa do krajiny podľa konfigurácie terénu, osadenie skupín vybraných stromov a krovín a oddelenie oblasti pásom lesa. Podľa stabilitných podmienok je nevyhnutné udržiavať hladinu vody v intervale medzných hodnôt a nedovoliť vytekanie toxických látok. Na obr. 31 je dokumentovaný súčasný stav odkaliska.

Výskumné práce vykonané v r. 1990 – 1992 (spolupráca pracovníkov Univerzity Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra inžinierskej geológie a Moskovskej štátnej univerzity, Geologickej fakulty, Laboratórium ochrany geologického prostredia) upresnili inžinierskogeologické pomery územia, stanovili rozsah možného znečistenia podzemných a povrchových vôd v okolí odkaliska, vyhľadávali vhodné zeminy na sobčné bariéry, alebo ochranné podložie pre nové odkalisko a navrhli opatrenia proti šíreniu znečistenia do okolitého prostredia. Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery umožňujú priesaky odpadových vôd v pórovitom prostredí glaciofluviálnych a proluviálnych sedimentov. Odpadové vody obsahujú zvýšené koncentrácie niektorých ťažkých kovov (Sb, As, Cd, Mn, Fe). Rozbory usadených flotačných kalov a zmeny v okolí odkaliska dokladujú prítomnosť ťažkých kovov vo vysokých koncentráciách. Odkalisko je zaradené do monitorovacieho systému geofaktorov životného prostredia SR. Nové poznatky o šírení znečistenia, príp. ich využiteľnosť pre iné lokality sme zatiaľ nemali k dispozícii.



Obr. 33 Odkalisko Dúbrava 03

Prognóza správania sa odkaliska

Kategorizácia odkaliska Dúbrava 03 ako vodnej stavby (III. kategória) bola Rozhodnutiami Obvodného úradu životného prostredia Liptovský Mikuláš č. ŠVS-1597/1995-Mk dňa 15.05.1995 zrušená. Aby bolo možné prognózovanie správania sa, resp. využívania priestoru odkaliska aj v budúcnosti, je nevyhnutný geotechnický audit s podrobným štúdiom a zhodnotením archívnych materiálov doplnený minimálnym rozsahom laboratórnych skúšok geomateriálov odkaliska, analýzou prúdenia vody v telese a okolí odkaliska a stavom jej znečistenia, resp. možnosťou kontaminácie prostredia. Výstupom bude preukázanie bezpečnosti odkaliska, prípadne využívanie odpadu, evidovanie starej environmentálnej záťaže, alebo možnosť rekreačného využitia územia.

2.3.5.2.2.7 Záver

Vstupné údaje potrebné na reálne prognózy správania sa odkalísk sú súborom informácií o geotechnických charakteristikách uložených antropogénnych sedimentov, o priesakových podmienkach v telese odkaliska, o geotechnických vlastnostiach podlažia a hrádzí odkaliska, o morfológii terénu lokality, o hydrogeologických pomeroch v podlaží, o seizmicite oblasti a o klimatických pomeroch. Dôsledné vyhodnocovanie monitoringu a aplikácia jeho výsledkov je neopomenuteľnou súčasťou problematiky odkalísk. Musíme konštatovať, že súbory vstupných informácií sú často minimálne, neúplne, nedostatočne vyhodnotené a dokumentované, niekedy geotechnické informácie absentujú vôbec.

Odkaliská sú živé stavby, realizované za kontinuálnej prevádzky z antropogénnych geomateriálov. Vlastnosti materiálov ukladaných do odkalísk sú iné, ako vlastnosti zemín a hornín. Otázky stability hrádzových systémov, funkcie drenáží, priesaku vody, filtračnej stability, stekutenia a seizmických účinkov predstavujú zdroje inžinierskeho rizika. Treba deklarovvať, že úspešné riešenie zaručí len spolupráca osvieteného investora (správcu, resp. producenta odpadu), erudovaného projektanta, skúseného dodávateľa, kritického dohľadu a nezávislého expertného poradcu (funkcie nie je vhodné kumulovať). Výsledky v tejto oblasti sú vždy len príspevkom k riešeniu interdisciplinárnej problematiky odkalísk, náročnej

teoreticky aj experimentálne (laboratórne a terénne skúšky), zahŕňajúcej význam vedecký, inovačný, metodický a technologický, pretože „*it is better to be probably right, than to be exactly wrong*“ (Susanne Lacasse, 2002).

Po spracovaní tretej časti úlohy sme navrhli zaoberať sa tzv. geotechnickým auditom odkalísk (vo všeobecnosti environmentálnych stavieb a záťaží). Geotechnický audit definujeme ako profesionálnu analýzu informácií o konkrétnej stavbe alebo záťaži, vytvorenie jej identifikačného listu a postupu doplnenia vstupov pre reálnu prognózu jej správania sa. Geotechnický audit predstavuje podklad pre ďalšiu interdisciplinárnu spoluprácu a posúdenie environmentálnej záťaže (napr. na spoluprácu a podporu riešenia problematiky z prostriedkov EÚ, zavedenie systému environmentálneho manažérstva, ekonomické úspory v budúcnosti, prínosy pre obchodnú činnosť, vedenie správcofských organizácií, resp. firiem vlastníkov, vzťahy s verejnosťou, atď.) a je efektívnym prínosom pre súčasnú aj dlhodobú existenciu environmentálnych stavieb. Spočíva v postupnom riešení úloh:

- Zhodnotenie a analýza existujúcich materiálov, podkladov a výsledkov prieskumov, projektov, meraní, hodnotení, expertíz a pod. (aj dostupných archívnych správ).
- Využitie vrtných prác plánovaných na stavbe, resp. záťaži a v jej bezprostrednom okolí na odber vzoriek geomateriálov.
- Realizácia laboratórných skúšok geomateriálov na overenie a inováciu ich geotechnických vlastností (pri dodržaní predpísaných metodík a normových postupov) a vytvorenie databázy údajov.
- Vykonanie dostupných terénnych skúšok a meraní, interpretácia a porovnanie výsledkov (vstupy do výpočtov).
- Zostavenie geotechnického modelu stavby, alebo záťaže na prognózovanie jej správania sa v rôznych reálnych okrajových podmienkach a geotechnické výpočty.
- Revízia a inovácia monitoringu.

3. Vyhodnotenie kvality súhrnných ukazovateľov v rámci Európy – porovnanie

V rámci EÚ nie je platná legislatíva na odstraňovanie environmentálnych záťaží. Členské štáty riešia túto problematiku individuálne. Pripravovaný zákon o environmentálnych záťažiach na Slovensku sa vzťahuje predovšetkým na kontaminovanú podzemnú vodu, pôdu a horninové prostredie v areáloch, kde sa vykonávala, alebo sa vykonáva niektorá z činností spôsobujúcich kontamináciu a tiež na odpady v areáloch aj mimo nich, ktoré vznikali a vznikajú v dôsledku ľudskej činnosti a sú zdrojom kontaminácie prostredia. V rámci legislatívneho procesu Vlády Slovenskej republiky Ministerstvom životného prostredia SR pripravil návrh zákona o ťažobných odpadoch, ktorým sa implementuje do legislatívy Slovenskej republiky smernica Európskeho parlamentu a Rady EÚ č. 2006/21/ES z 15. marca 2006 o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu, ktorou sa mení a dopĺňa smernica č. 2004/35/ES. Odpady z ťažobného priemyslu (ťažobné odpady) predstavujú dôležitý prúd odpadov produkovaných v Európskej únii a tvoria približne 29 % z celkového množstva odpadov, t.j. cca 400 miliónov ton ročne. Ku úložiskám odpadov z ťažobného priemyslu patria odkaliská a haldy. Do pod systému 03 ČMSGF sú zaradené odkaliská. V tejto smernici Európskeho parlamentu a Rady EÚ sa zdôrazňuje chemická a fyzikálna stabilita úložísk odpadov. V rámci monitorovania v pod systéme Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží sa zaoberáme aj fyzikálnou aj environmentálnou stránkou úložísk odpadov.

4. Záver

Environmentálne záťaže sa v návrhu zákona o environmentálnych záťažiacich vymedzujú ako stav vzniknutý kontamináciou horninového prostredia (vrátane podzemnej vody) nad mieru ustanovených kritérií. Na zníženie negatívnych vplyvov znečistených, kontaminovaných území na zdravie ľudí a ostatných zložiek životného prostredia je vyvinutých množstvo sanačných postupov, ktorými sa odstraňujú kontaminanty zo životného prostredia alebo sa znižuje riziko na akceptovateľnú úroveň (sanačný limit).

Bolo by dobré v budúcnosti do tohto pod systému ČMSGF zaradiť vhodné lokality z Informačného systému EZ, ktorý sa ukončí v roku 2008 a pre ktoré by bolo vhodné doplniť údaje o znečistení životného prostredia. Navrhujeme do lokalít zaradiť aj lokalitu Modra, ktorá sa riešila v rámci geologickej úlohy MŽP „Použitie diaľkového prieskumu Zeme pri sledovaní vplyvu environmentálnych záťaží na geologické činitele životného prostredia vo vybraných regiónoch“. Tu boli zhromaždené podrobné informácie o histórii, o aktuálnom technickom stave, o geologických podmienkach a iné potrebné informácie o Modre a navrhujeme v tomto monitoringu pokračovať v pod systéme 03 ČMSGF Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží.

Odporúčame ďalej pokračovať aj v geotechnickom monitorovaní odkalísk a zdokumentovať stav odkalísk na Slovensku, ktoré predstavujú potenciálne environmentálne záťaže. Vstupné údaje potrebné na reálne prognózy správania sa odkalísk sú súborom informácií o geotechnických charakteristikách uložených antropogénnych sedimentov, o priesakových podmienkach v telese odkaliska, o geotechnických vlastnostiach podložia a hrádzí odkaliska, o morfológii terénu lokality, o hydrogeologických pomeroch v podloží, o seizmicite oblasti a o klimatických pomeroch. Dôsledné vyhodnocovanie monitoringu a aplikácia jeho výsledkov je neopomenuteľnou súčasťou problematiky odkalísk. Musíme konštatovať, že súbory vstupných informácií sú často minimálne, neúplne, nedostatočne vyhodnotené a dokumentované, niekedy geotechnické informácie absentujú vôbec. Odkaliská sú živé stavby, realizované za kontinuálnej prevádzky z umelých geomateriálov. Vlastnosti materiálov ukladaných do odkalísk sú iné, ako vlastnosti zemín a hornín. Otázky stability hrádzových systémov, funkcie drenáží, priesaku vody, filtračnej stability, stekutenia a seizmických účinkov predstavujú zdroje inžinierskeho rizika. Treba deklarovať, že úspešné riešenie zaručí len spolupráca osvieteného investora (správcu, resp. producenta odpadu), erudovaného projektanta, skúseného dodávateľa, kritického dohľadu a nezávislého expertného poradcu (funkcie nie je vhodné kumulovať). Výsledky v tejto oblasti sú vždy len príspevkom k riešeniu problematiky odkalísk, náročnej teoreticky, laboratórne aj experimentálne, zahŕňajúcej význam vedecký, inovačný, metodický a technologický, pretože „*it is better to be probably right, then to be exactly wrong*“ (Susanne Lacasse, 2002).

5. Literatúra:

- Beharka, M., 1993: Krompachy Halňa, zistenie kontaminácie podložia a návrh monitorovania. Manuskript, archív Geofondu, Bratislava.
- Beharka, M., 1996: Posúdenie miery znečistenia rieky Hornád v úseku Kolinovce- ústie potoka. Manuskript, archív ObÚŽP Spišská Nová Ves.
- Beharka, M., 2001: Štúdia- stará ekologická záťaž „Halňa“. Manuskript mesta Krompachy.
- Stašik, L., 2003: Monitorovanie kvality vody na skládke priemyselného odpadu „Halňa“, časť mesto Krompachy (správa za rok 2002). Manuskript, archív ObÚŽP Spišská Nová Ves.

- Husár, M., 1993: Geochemicko-ekologická mapa riečnych sedimentov - región Hornádská kotlina a východná časť Slovenského rudohoria.
- Pramuka, S. - Bodiš, D. - Cicmanová, S. - Gluch, G. - Khun, M. - Klukanová, A. - Lexa, J. - Mackových, D. - Marsina, K. - Olekšák, S. - Rapant, S. - Vozár, J. - Záhorová, Ľ., 1999: Geochemický atlas Slovenskej republiky, časť 1: riečne sedimenty, ZS. Manuskript, ŠGÚDŠ, Bratislava, 42 str.
- DANCEE, 2005: Skládka Halňa v Krompachoch, sanácia environmentálnych a zdravotných dopadov. Manuskript mesta Krompachy.
- Stašik, Ľ., 2006: Monitorovanie kvality vody na skládke priemyselného odpadu „Halňa“ , časť mesto Krompachy (správa za I. polrok 2006). Manuskript, archív ObÚŽP Spišská Nová Ves.
- Stašik, Ľ., 2007: Monitorovanie kvality vody na skládke priemyselného odpadu „Halňa“ , časť mesto Krompachy (správa za rok 2007). Manuskript, archív MÚ Krompachy.
- Záhorová, Ľ., Pramuka, S., 2008: Systematická identifikácia environmentálnych záťaží SR, čiastková záverečná správa za okres Spišská Nová Ves in Paluchová, K. a kol., 2008: Systematická identifikácia environmentálnych záťaží SR, záverečná správa.
- Jurkovič Ľ., Hiller E., Slaninka I., Kordík J., Majzlan J., 2006: Geochemické štúdium kontaminovaných riečnych sedimentov a povrchových vôd a experimentálne hodnotenie mobility As (povodie toku Kyjov a Ondava, odkalisko Poša, východné Slovensko), workshop „Zvyšovanie kvality odbornej prípravy v oblasti environmentálneho rizika odpadov ťažobného priemyslu“, Bratislava
- Kordík, J. a Slaninka, I., 2001: Mapa kvality prírodných vôd 1:50 000. Čiastková záverečná správa. In: Puchnerová, M. 2001 Prieskum prírodných zdrojov vo vzťahu k životnému prostrediu - Tibreg (okolie trebišovskej panvy), geofaktory životného prostredia, Archív ŠGÚDŠ Bratislava, 64 s.
- Joint Committee on Powder Diffraction Standards, 1974: Selected Powder Diffraction Data for Minerals, Swarthmore, Pennsylvania, USA, 833 s.

STN 72 10xx Rada STN noriem na laboratórne rozbory zemín

STN 72 1004 Presiometrická skúška

Príloha 1 - RTG štúdium

Pavel Fejdi, Katedra mineralógie a petrológie PFUK,

Vzorka: priemerná z odkaliska Šaľa Amerika - 1

Príprava preparátov

Na rtg štúdium sme použili presitovanú zrnitostnú frakciu 0.5 – 1 mm. Aby sme čo najviac odstránili problémy, vyplývajúce z polyminerálnosti vzoriek, jednotlivé vzorky sme rozseparovali na základe rozdielných magnetických vlastností:

- Feromagnetickú frakciu sme oddelili permanentným magnetom
- Paramagnetickú frakciu sme získali separáciou na elektromagnetickom separátore Cook.

Kvôli vlastnostiam študovaného materiálu je elektromagnetická separácia materiálu obtiažna a preto sa v jednotlivých frakciách nachádzajú menšie množstvá minerálnych fáz, ktoré by tam nemali byť (napríklad kremeň je prítomný vo všetkých frakciách). Ďalej boli vzorky upravené na požadovanú zrnitosť (4 – 40 μm) rozachátovaním v achátovej miske.

Experimentálne podmienky:

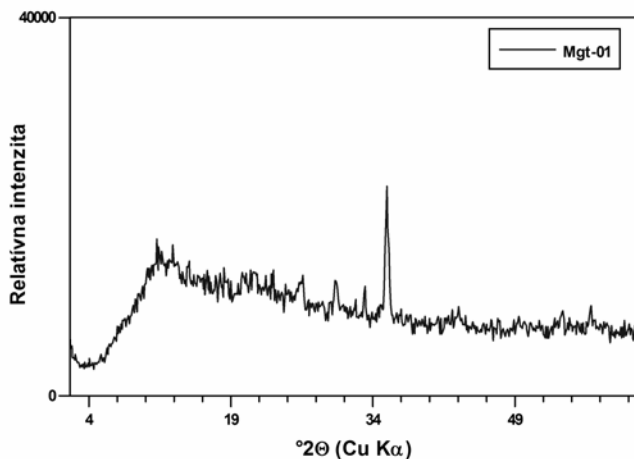
Prístroj:	práškový difraktometer DRON-3
Žiarenie:	filtrované $\text{Cu}_{K\alpha}$
Vlnová dĺžka λ :	1.54178 Å
Filter:	Ni
Napätie:	30kV
Prúd:	15mA
Clony:	1 ; 1 ; 0.5
Rozsah merania ($^{\circ} 2\theta$):	5 – 75 $^{\circ}$

Výsledky rtg experimentálnych prác sú uvedené v priložených obrázkoch a tabuľkách

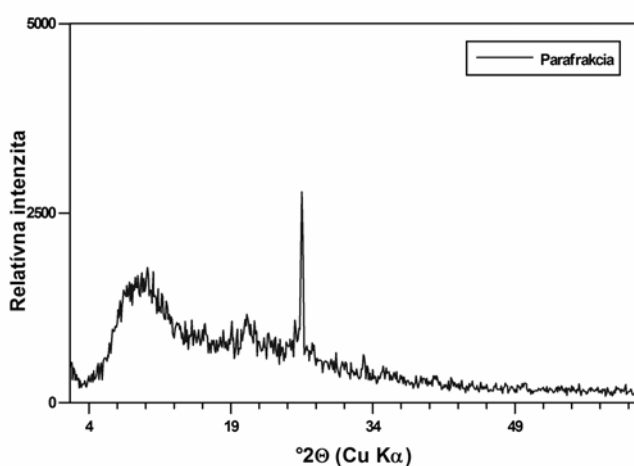
Q – kremeň, Ž – živce, Ca – kalcit, Mt – magnetit, He – hematit, Gt - goethit.

Zásadným problémom je pri vyhodnocovaní týchto práškových difrakčných záznamov je ich viacfázové zloženie a prítomnosť amorfnej (a teda touto experimentálnou metódou bližšie neidentifikovateľnej) fázy.

Ako referenčné údaje sme použili databázu difrakčných obrazov, publikovanú v JCPDS (1974).



d_{hkl}	I
4.8185	21.04 Mt
4.1247	21.73 Ž
3.3605	33.22 Q
3.0248	13.65 Ca
2.9663	33.52 Mt
2.6974	18.19 He+Gt
2.567	100.00 Mt+He
2.4283	23.93 Q+Gt
2.0973	20.99 Mt
1.8225	9.16 Q
1.6142	24.54 Mt



4.2876	31.97 Q
4.0200	43.67 Ž
3.8471	23.16 Ž
3.7671	24.73 Ž
3.6155	21.83 Ž
3.3602	100.00 Q
3.2068	29.19 Ž
2.8373	24.25 Ž
2.5189	27.50 Mt
2.4664	22.80 Q
1.8220	25.57 Q
1.5403	20.99 Q

Minerálne zloženie vzoriek

Z kryštalických fáz sú prítomné a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť hematitu, goethitu a kalcitu. Zastúpenie amorfnej fázy pozorovateľnej v rozsahu $23 - 40^\circ 2\theta$ je podstatné. Preto možno očakávať, že s postupom času nekryštalizujú a zmena ich IG vlastností sa uberať priaznivým smerom.

Študované vzorky sú tvorené najmä stabilnými a kryštalickými minerálnymi fázami, ktoré sú pravdepodobne odpadom pri úprave fosforitovej suroviny. Či sú prítomné aj ílové minerály nevieme určiť, pretože ich difrakčné maximá úplne prehlušilo zvýšené pozadie spôsobené amorfnou fázou.

Príloha 2 Identifikačné listy odkalísk

Identifikačný list odkaliska

n á z o v		Odkalisko HAČAVA		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA (VLASTNÍK)
II.	Babina (ľavostranný prítok Tisoveckej Rimavy)	Hnúšťa, Hačava Rimavská Sobota	rudný sediment	INTOCAST Magnezit, a.s. Hačava
Projekt Rudný projekt, š.p. Košice, závod Brno, RP – Projekting s.r.o. Košice				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14 Odkalisko s čiastočným obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
Časové údaje Odkalisko v prevádzke od r. 1992, po ukončení plavenia v r. 1999 odstavené, t.j. v útlmovej prevádzke, pravidelne sledované bez viditeľných anomálií				
Situácia				

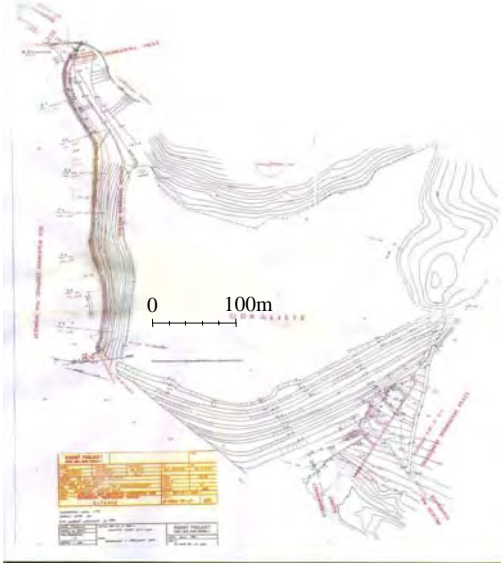
Ústretovosť a spolupráca so správcom podpriemerná

Identifikačný list odkaliska

n á z o v			Odkalisko LINTYCH	
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Štiavnický potok	Banská Štiavnica	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
<p>Projekt Interprojekt, s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice</p>				
<p>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14 Odkalisko s jednorázovým využitím dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.</p>				
<p>Časové údaje Odkalisko v prevádzke od r. 1964, po ukončení plavenia v r. 1975 odstavené, nemonitorované a nesledované TBD.</p>				
<p>Situácia</p> <p>Zameranie súčasnej situácie nie je urobené a archívne materiály nie sú k dispozícii.</p> <p>Súradnice: 48°51,522 N 21°45,070 E</p> <p>Plocha odkaliska: 100 200 m²</p>				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

Identifikačný list odkaliska

n á z o v		Odkalisko SEDEM ŽIEN		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Jasenica	Banská Belá Banská Štiavnica	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
Projekt				
Interprojekt, s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice a Brno, EnviGeo, s.r.o. Banská Bystrica				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14 Odkalisko s kombinovaným (čiastočne recirkulácia a prietok do recipientu) systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, svahovo-údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
Časové údaje				
Odkalisko v prevádzke od r. 1963, v r. 1975 po rekonštrukcii závodu aj odkaliska plavenie od kóty 521,0 m n. m., v roku 1976 havária pri výške náplavy 526,0 m n. m., sanácia prísypom z hlušiny, v r. 1983 sanácia priesakov – odvodnenie podmáčanej hrádzy, v r. 1990 zvýšenie kapacity odkaliska, v r. 1991 zaťažovací prísyp vzdušnej päty hrádzy na kótu 531,5 m n. m., po ukončení plavenia na kótu cca 555,0 m n. m. v r. 1994 odstavené, rekultivované. Časti pláže sú odvodnené priekopami a pôvodným kolektorom. Vyrovnávacia nádrž je odstránená, podhrádzie je upravené, drenáže sú živé, množstvo vytekajúcej vody sa dá merať merným žľabom.				
Situácia				
Zameranie súčasnej situácie nie je urobené a archívne materiály nie sú k dispozícii. Podľa údajov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava z r. 1994 má odkalisko rozlohu cca 16,5 ha. Súradnice: 48°28,331 N 18°55,433 E				
				

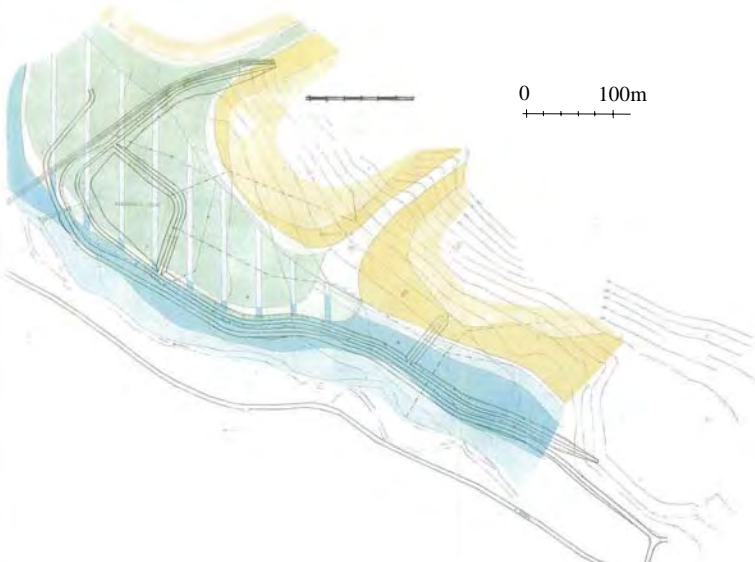
Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

Identifikačný list odkaliska

n á z o v		Odkalisko DÚBRAVA 01, 02		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Križovianka	Dúbrava, Liptovský Mikuláš	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
<p>Projekt Interprojekt s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice, závod Brno, závod Košice</p>				
<p>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14 Odkaliská s prietochným systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, svahové so základnými hrádzami sypanými z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.</p>				
<p>Časové údaje Odkalisko Dúbrava 01 v prevádzke od r. 1966, Dúbrava 02 od r. 1980, po ukončení plavenia v r. 1991 (Dúbrava 02) a 1992 (Dúbrava 01) odstavené, nemonitorované a nesledované TBD, technicko – biologická rekultivácia urobená v r. 1995 - 2000. Vodná stavba III. kategórie zrušená rozhodnutiami ObÚŽP Liptovský Mikuláš, č. ŠVS-281/1993-Mk, 29.04.1993.</p>				
<p>Situácia</p> <p>Zameranie súčasnej situácie nie je urobené a archívne materiály nie sú k dispozícii. Podľa údajov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava z r. 1994 majú odkaliská rozlohu cca (3,2+3,6)ha, t.j. cca 6,8 ha. Súradnice: 49°05,484 N 19°29,209 E</p>				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

Identifikačný list odkaliska

n á z o v		Odkalisko DÚBRAVA 03		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Križovianka	Dúbrava, Liptovský Mikuláš	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
<p>Projekt Interprojekt, s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice, závod Brno, závod Košice</p>				
<p>Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14 Odkalisko s prietochným systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.</p>				
<p>Časové údaje Odkalisko v prevádzke od r. 1966, po ukončení plavenia v r. 1993 odstavené, rekultivácia (technicko-biologická) ukončená v r. 2000 (územie je rekultivované iba čiastočne), vodná stavba III. kategórie zrušená Rozhodnutím ObÚŽP Liptovský Mikuláš č. ŠVS-1597/1995-Mk, 15.05.1995.</p>				
<p>Situácia</p> <p>Zameranie súčasnej situácie nie je urobené, uvádzame situáciu z archívnych materiálov [4]. Podľa údajov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava z r. 1994 má odkalisko aj s dočist'ovacou nádržou rozlohu cca 8,3 ha. Súradnice: 49°05,484 N 19°29,209 E</p> 				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

3. Ročná správa úlohy: Antropogénne sedimenty zakryté, charakteru starých environmentálnych záťaží, za rok 2007

3.1 Úvod

Na Slovensku je veľa odkalísk, na ktorých sa uskladňujú najčastejšie plavením rôzne sedimenty, najmä elektrárenské popolčky, jemnozrnné sedimenty z chemických fabriek, kaly z úpravni rudných baní a iné. Pretože sú to špecifické materiály, iné ako prirodzene sedimentované zeminy, MŽP SR podporuje projekt monitorovania zmien vlastností niektorých antropogénnych sedimentov. Zmeny vlastností sa monitorujú na dvoch elektrárenských odkaliskách elektrárne ENO Nováky, 2 odkaliskách Duslo Šaľa a na 2 odkaliskách rudných flotačných odpadov pri Banskej Štiavnici. V roku 2007 sa monitorovali zmeny mechanických vlastností na odkaliskách Duslo Šaľa RSTO a Amerika 1.

3.2 Členenie monitorovacích systémov

V rámci monitorovacích systémov, je monitorovanie zmien vlastností antropogénnych sedimentov zaradené do 3. Monitorovacieho podsystemu: 3 Antropogénne sedimenty zakryté, charakteru starých environmentálnych záťaží.

3.3 Sledované ukazovatele a metóda hodnotenia jednotlivých veličín

Na uvedených lokalitách sa sledujú tieto základné monitorovacie charakteristiky. Z geofyzikálnych meraní je základný monitorovaný prvok merný elektrický odpor v [Ωm], z presiometrických skúšok p_{lim} medza presiometrického tlaku (odpovedá medznej pevnosti skúšaného prostredia), presiometrický modul E_p [MPa] a efektívna hodnota uhla vnútorného trenia φ_{ef} [$^\circ$]. Okrem toho sa odoberali pri monitorovaní týchto vlastností aj neporušené a porušené vzorky antropogénnych sedimentov pre určenie klasifikácie – zrnitostné analýzy materiálov a pre špeciálne skúšky RTG.

3.4 Realizované monitorovacie merania v roku 2007 a výsledky

V roku 2007 sme na odkaliskách popolčekov RSTO a Amerika 1 odobrali a analyzovali 7 porušených vzoriek popolčka. Odvrtali sme spolu 50 bm vrtov, realizovali 52 presiometrických skúšok, urobili RTG analýzy na 3 rozseparovaných vzorkách, z odkaliska Amerika 1, na viaceré zložky podľa zloženia frakcií, ťažkých, ílových a ľahkých minerálov.

Na oboch odkaliskách sa realizovali aj geofyzikálne merania, na odkalisku Amerika 1 vertikálne elektrické sondovanie (VES) na 5 miestach v sledovanom profile a na lokalite RSTO okrem meraní VES aj elektrická odporová tomografia (ERT) v monitorovacom profile. Merania na lokalite Amerika 1 bolo tento raz možné technicky realizovať oproti predošlým rokom bezproblémovo z dôvodu dostatočne vlhkého povrchu (termín meraní bol 15.3. 2007). Situácia prieskumných diel a profilov je zrejmá z obrázkov 1, 2, 4.

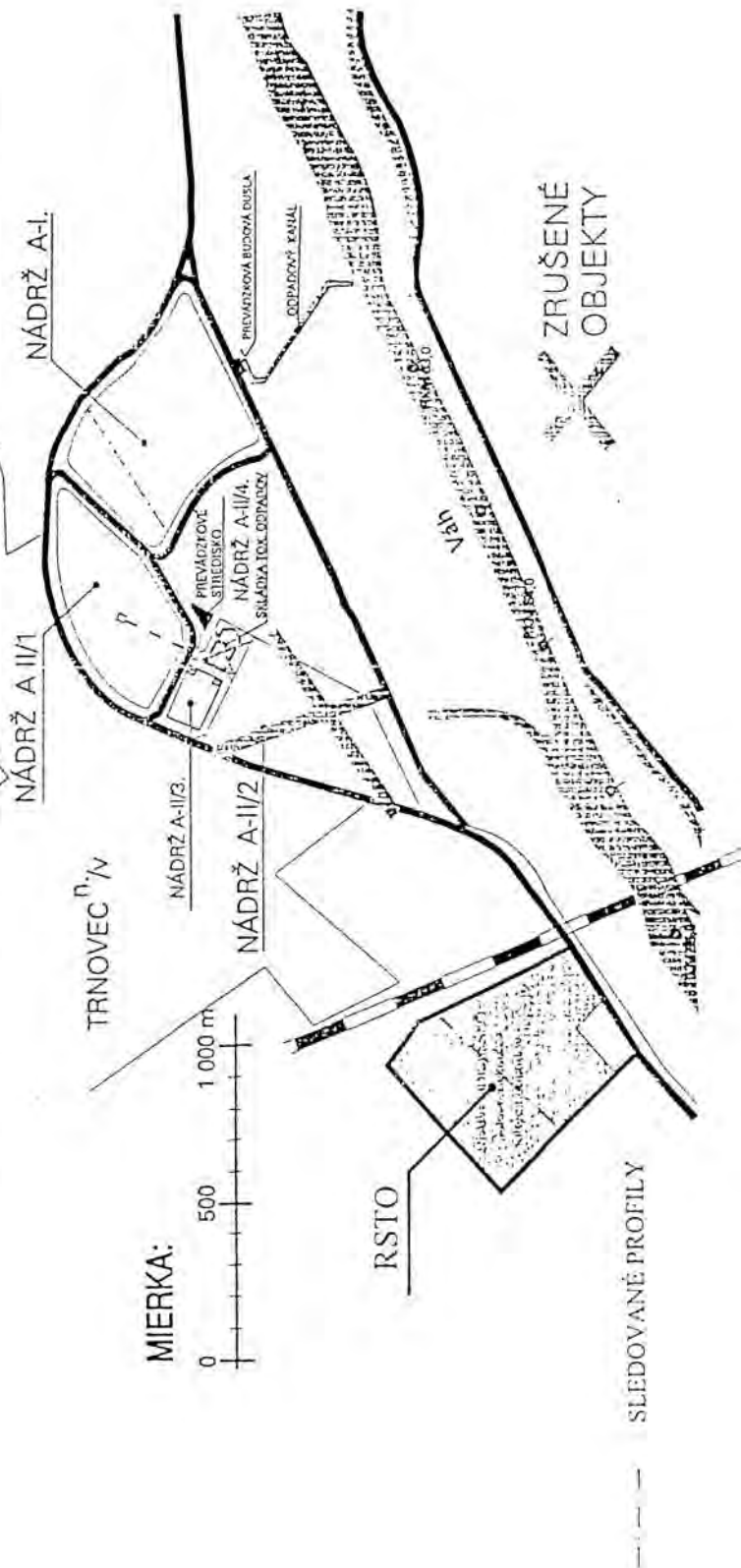
3.4. 1 Výsledky laboratórných skúšok

Na základe laboratórných skúšok, ktoré realizoval ŠGÚ DŠ Bratislava, sú popolčeky z odkaliska Amerika 1 prevažne obdobného zrnitostného zloženia ako piesky S5 SC, miestami aj F4, F6 v niektorých úrovniach aj S3. Objemová hmotnosť je v rozpätí $\rho_n = 900$ až 1100 kg.m^{-3} , vlhkosť prevažne len cca $w = 15$ až 25% , v roku 2007 ešte menšia, Príloha 1. Nad hladinou priesakovej vody vzrastá vlhkosť až do cca 60% .

Popolčeky z lokality RSTO Šaľa sú prevažne F4 CS až S5 SC ale aj F6 CI. Vlhkosť je vyššia, od cca $w = 30$ až 60% . Popolčeky sú materiály, ktoré majú tkv. dvojitú pórovitosť, jednak medzizrnovú jednak zrná sú pórovité, viažu vodu vo svojej hmote a to nie ako vodu kryštalickú ale ako voľnú. Na tomto odkalisku sa však nachádza v priesakovej vode odkaliska aj značné množstvo odpadových chemických látok a ropných uhlíkovodíkov, z Dusla Šaľa a.s, čo sťažuje vykonávanie laboratórných analýz popolčekov alebo ich až znemožňuje.

Okrem toho boli realizované aj laboratórne RTG skúšky pre stanovenie minerálneho zloženia popola z odkaliska Amerika 1, na Katedre mineralógie a petrológie Prif UK pod vedením doc. Fejdiho. RTG analýzy sa, po skúsenostiach z predchádzajúcej etapy riešenia úlohy, vzhľadom na ropné znečistenie odkaliska RSTO, v roku 2007 nerealizovali. Vzorka z odkaliska Amerika 1 sa rozseparovala na feromagnetickú, paramagnetickú a diamagnetickú frakciu. Na požadovanú zrnitosť $4 - 40 \mu\text{m}$ sa frakcie upravili rozachátovaním v achátovej miske. Práškovým difraktometrom DRON – 3 boli zistené z kryštalických fáz a sú prítomné a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť hematitu, goethitu a kalcitu. Zastúpenie amorfnej fázy pozorovateľnej v rozsahu $23 - 40^\circ 2\theta$ je podstatné. Preto možno očakávať, že s postupom času rekryštalizujú a zmena ich IG vlastností sa bude uberať priaznivým smerom (príloha 1).

ODKALISKÁ DUSLA ŠALA AMERIKA



Obrázok 1 Schéma odkalísk a umiestnenie sledovaných profilov

3.4.2 Výsledky presiometrických skúšok

Na základe výsledkov presiometrických skúšok sa na lokalite odkaliska Amerika 1 namerala medza presiometrického tlaku $p_{lim} = 0,22$ MPa až 0,53 MPa, presiometrický modul prevažne len $E_p = 1,0$ MPa až 3,0 MPa, v niektorých úrovniach od 5,0 MPa do 6,3 MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia $\varphi_{ef} = 20,3^\circ$ do $27,4^\circ$. Súborné výsledky presiometrických skúšok na tomto odkalisku aj z predchádzajúcich etáp monitorovacích meraní uvádzame v (tabuľke 1).

Na základe výsledkov presiometrických skúšok sa na lokalite odkaliska RSTO namerali hodnoty medze presiometrického tlaku od $p_{lim} = 0,246$ MPa (vo vrte V – 0, hĺbka 2,2 m) až 0,654 MPa (vo vrte VES – 2 hĺbka 1,0 m), presiometrický modul len $E_p = 0,86$ MPa až 5,4 MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia $\varphi_{ef} = 23,7^\circ$ do $29,6^\circ$. Súborné výsledky presiometrických skúšok na tomto odkalisku aj z predchádzajúcich etáp monitorovacích meraní uvádzame v (tabuľke 2).

V nasledujúcej tabuľke 3 uvádzame výsledky monitorovacích meraní na odkalisku RSTO z výsledkov presiometrických skúšok. V prvom stĺpci sú výsledky z roku 2004 a v druhom stĺpci z roku 2007. V tabuľke sú porovnané hodnoty medze presiometrického tlaku p_{lim} , uhla vnútorného trenia φ , a presiometrického modulu E_p . V tabuľke 3 sú uvedené priemerné hodnoty zistené vo vrtoch V – 0, V – 1, VES – 2, VES – 3 vo všetkých úrovniach, v ktorých sa v danom čase skúšky realizovali a pod tabuľkou sú výsledky priemerných hodnôt len z rovnakých úrovní meraní. Z týchto výsledkov jednoznačne vyplýva, že zatiaľ čo dochádza k zvýšeniu medze presiometrického tlaku aj uhla vnútorného trenia, presiometrický modul naopak klesá. Tento paradox si vysvetľujeme tým, že presunom ropných látok a iných neznámych látok v odkalisku dochádza k menším zmenám v deformačnom správaní sa prostredia. Je to zistené len na tomto odkalisku, na ostatných 5 monitorovaných odkaliskách sa prejavuje zmena mechanických vlastností alebo malým zlepšením hodnôt alebo ich ustálením v čase od zabudovania do odkaliska.

Tabuľka 3

V - 0	P_{lim} MPa	0,408	0,412	φ °	26,1	26,4	E_p MPa	3,15	2,53
V - 1	2	0,423	0,507		26,8	28,0		3,91	3,83
VES - 2	3	0,402	0,472		27,0	27,2		5,56	2,20
VES - 3	4	0,331	0,437		24,9	27,0		4,21	3,11
	vsetko	0,393	0,455		25,9	27,1		3,72	2,90

V - 0	rovhlbky	0,408	0,500	26,3	28,1	3,33	2,73
VES - 2	rovhlbky	0,452	0,426	27,1	26,7	4,29	1,87
V - 1	rovhlbky	0,408	0,500	26,6	27,8	3,65	4,19
VES-3	rovhlbky	0,357	0,417	25,4	26,7	4,82	3,96

AMERIKA - porovnanie

Tabuľka 1

vrt	hĺbka (m)					ρ_{lim} (MPa)					φ_{ef} (°)					E_p (MPa)					
	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	1997	2001	2004	2007 marec	2007 október	
V-1	1,0	1,0	0,7		0,7	0,180	0,347	0,222		0,320	23,95	25,90	21,40		23,50	1,30	2,00	4,00		1,25	
	1,7	1,7	1,8		1,6	0,440	0,404	0,153		0,340	27,26	26,80	19,00		24,10	4,63	3,12	2,40		3,01	
	2,3	2,3	2,3		2,3	0,610	0,560	0,328		0,330	29,15	28,60	23,50		23,90	7,71	5,10	4,40		1,75	
					2,8			0,473		0,340			27,60		24,20			7,00		1,87	
V1-a					0,7					0,310					23,30					1,97	
				1,7	1,6					0,320				23,60	20,30					2,95	1,08
				2,7	2,3					0,320				23,70	25,70					2,11	1,63
	3,3	3,2		3,5	3,0	0,380	0,369			0,270				22,40	24,20				0,87	0,52	
V1-c	1,1	1,2				0,190	0,217				24,26	23,10				1,93	3,80				
	1,9	1,8				0,340	0,363				25,73	26,10				3,85	4,70				
	2,8	2,7				0,330	0,442				25,47	27,20				5,89	10,00				
V-2	0,9		0,7		0,7	0,290		0,172		0,285	24,88		19,90		22,60			9,70		1,19	
	1,7		1,6	1,5	1,4	0,330		0,231	0,340	0,250	25,57		21,50	24,10	21,50	4,02		4,25	2,11	0,87	
	2,3	2,5	2,3	2,3	2,3	0,540	0,490	0,278	0,360	0,430	28,43	27,80	22,50	24,60	25,90	8,12	10,40	3,40	4,39	1,43	
	2,7		2,9		2,9	0,690		0,614		0,430	29,86		29,20		26,00	7,77		11,30		6,33	
V2-a					0,7					0,300					23,00					2,31	
					1,4					0,370					24,70					1,10	
					2,3					0,480					26,70					3,24	
	2,9	3,2			2,9	0,140	0,202			0,330	22,04	24,30			24,00	0,84	3,00			3,15	
V2-b	3,0					0,260					24,00					2,93					
	0,9	1,0	1,0		0,7	0,210	0,355	0,165		0,310	24,88	26,10	19,60		23,30	2,24	8,10	—		1,93	
	1,7	1,7	1,6		1,3	0,210	0,392	0,271		0,370	22,87	26,60	22,50		24,70	3,22	5,70	4,60		1,79	
	2,5	2,5	2,2		2,7	0,390	0,440	0,447		0,520	26,49	27,20	25,40		27,30	4,82	8,80	4,50		4,99	
					2,9					0,470					26,60					4,63	
V3-a					0,7					0,280					22,40					2,44	
					1,3					0,400					25,20					5,08	
	2,8	2,9	2,9			0,340	0,374	0,484			25,65	26,20	25,80			4,33	9,90	8,10			
V-4	1,0	1,0	0,8		0,7	0,250	0,425	0,183		0,530	24,00	27,10	20,20		27,40	2,72	12,80	—		4,30	
	1,7	1,7	1,5		1,3	0,230	0,372	0,270		0,460	23,42	26,30	22,50		26,40	2,87	5,20	3,90		1,42	
	2,3	2,4	2,2			0,360	0,293	0,277			26,03	24,80	22,50			4,61	4,30	3,70			
	2,8	3,2	2,8			0,420	0,287	0,303			26,91	24,60	23,00			4,48	4,80	4,50			
		4,0					0,468					27,50					5,10				
V-5	0,8	0,8	0,7			0,180	0,373	0,252			23,98	26,40	22,10			1,90	8,50	3,90			
	1,5	1,7	1,6			0,300	0,432	0,281			25,02	27,20	22,70			4,60	8,60	3,30			
		2,4	2,2				0,229	0,247				25,20	21,80				4,00	4,40			

RSTO porovnanie

Tabuľka 2

vrt	hĺbka [m]					P_{lim} [MPa]					Φ_{et} [°]					E_p [MPa]				
	1994	1997	2001	2004	2007	1994	1997	2001	2004	2007	1994	1997	2001	2004	2007	1994	1997	2001	2004	2007
V 0		1,0			0,7		0,220			0,321		23,2			25,5		3,44			2,56
			1,4		1,4			0,449		0,308			27,3		25,1			4,80		2,56
	1,7	1,8	2,0		2,2	0,146	0,160	0,455		0,246	22,6	23,1	27,4		23,7	1,00	1,38	7,00		1,86
	2,5	2,5	2,6	2,4	3,0	0,379	0,420	0,531	0,495	0,369	26,3	26,9	28,3	27,9	26,1	5,44	4,26	5,00	3,24	1,62
	3,2	3,2	3,2	2,9	3,7	0,356	0,490	0,437	0,305	0,646	25,9	27,8	27,1	24,9	29,4	2,96	5,88	2,00	1,31	3,97
	3,9	3,9	3,8	3,6	4,5	0,448	0,460	0,143	0,517	0,584	27,2	27,4	21,7	28,0	28,7	5,28	4,25	-	5,45	2,59
	4,6	4,6	4,4	4,2	5,3	0,485	0,280	0,539	0,373		27,7	24,3	28,3	26,0		4,29	1,47	8,13	3,23	
		5,3	5,1	4,8			0,430	0,231	0,175			26,9	24,7	20,9			4,41	1,70	-	
			5,7	5,6				0,252	0,467				23,3	27,3				1,30	3,96	
		6,1	6,3	6,1			0,850	0,738	0,387			31,0	30,1	26,0			10,50	7,04	2,00	
		7,0	6,8	6,7			0,790	0,603	0,548			30,5	28,8	28,2			12,84	4,85	2,85	
			7,5					0,780					30,4					5,70		
V 1	1,0	1,0			0,8	0,234	0,210			0,537	23,6	23,0			28,5	2,58	5,20			2,40
	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	0,309	0,330	0,529	0,421	0,525	25,1	25,5	28,3	26,9	28,3	3,75	5,55	6,63	3,49	3,86
	2,8	2,8	2,7	2,6	2,9	0,187	0,280	0,516	0,302	0,453	23,9	24,5	28,1	24,9	27,3	2,11	2,62	4,90	1,99	5,41
	3,5	3,4	3,3	3,2	3,9	0,444	0,530	0,252	0,483	0,428	27,2	28,3	23,6	27,7	26,9	3,61	7,39	1,00	4,94	3,29
	4,2	4,7	4,0	3,8	5,0	0,351	0,420	0,098	0,464	0,594	25,7	26,8	18,8	27,4	28,8	1,95	4,84	-	4,59	4,19
	5,2	5,3		4,4		0,261	0,260		0,445		23,8	25,6		27,1		1,74	2,13		4,54	
V 3	1,0	1,2				0,100	0,130				20,4	22,0				0,73	1,71			
	1,7					0,116					21,1					0,65				
V 5	1,0					0,229					23,5					1,88				
	1,7	1,4				0,126	0,120				21,7	21,4				0,75	0,25			
	2,5	2,3				0,134	0,110				21,9	20,6				0,89	0,73			
	3,2	3,2				0,171	0,280				23,3	24,4				1,12	3,92			
	4,1					0,130					21,3					0,47				
VES-2		1,0			1,0		0,190			0,654		24,3			29,6		3,92			3,56
		2,0		1,9	2,2		0,240		0,320	0,626		25,5		25,3	29,3		6,33		2,08	3,20
			2,7	2,5	3,0			0,225	0,429	0,429			24,9	27,0	27,0			-	3,94	1,77
		3,2	3,2	3,1	3,7		0,540	0,405	0,522	0,326		28,4	26,6	28,1	25,2		8,64	9,10	5,16	0,86
		4,0	3,9	3,8	4,5		0,430	0,257	0,484	0,324		27,0	25,6	27,6	25,1		4,94	1,55	4,38	1,63
			4,4	4,5				0,782	0,481				30,5	27,5				9,10	5,54	
		5,0	5,0	5,2			0,470	0,658	0,173			27,4	29,4	22,7			6,18	7,10	-	
		6,0	5,7	5,9			0,210	0,258	0,600			24,1	23,5	28,8			1,38	2,10	4,19	
			6,4	6,3				0,582	0,584				28,6	28,6				4,40	3,71	
				7,0					0,206					21,6					-	
				7,5					0,216					21,8					-	
VES-3		1,0			0,7		0,150			0,516		22,9			28,2		1,10			2,49
		1,7	2,1	2,0	2,1		0,140	0,456	0,191	0,485		22,3	27,4	22,2	27,8		1,33	5,10	-	2,64
		2,5	2,6	2,7	2,8		0,280	0,411	0,453	0,457		24,5	26,7	27,3	27,4		3,44	4,00	5,85	5,73
		3,2	3,2	3,3	3,3		0,120	0,317	0,504	0,442		21,0	25,1	27,9	27,1		0,89	1,50	3,79	2,19
		3,8	3,7	4,4	4,0		0,290	0,122	0,280	0,284		24,6	20,7	24,2	24,3		4,03	-	-	2,49
		4,2	4,3	5,0			0,150	0,218	0,278			22,2	24,5	24,0			0,62	1,05	1,50	
		5,0	4,9	5,6			0,120	0,164	0,282			20,4	22,4	24,0			0,16	-	-	

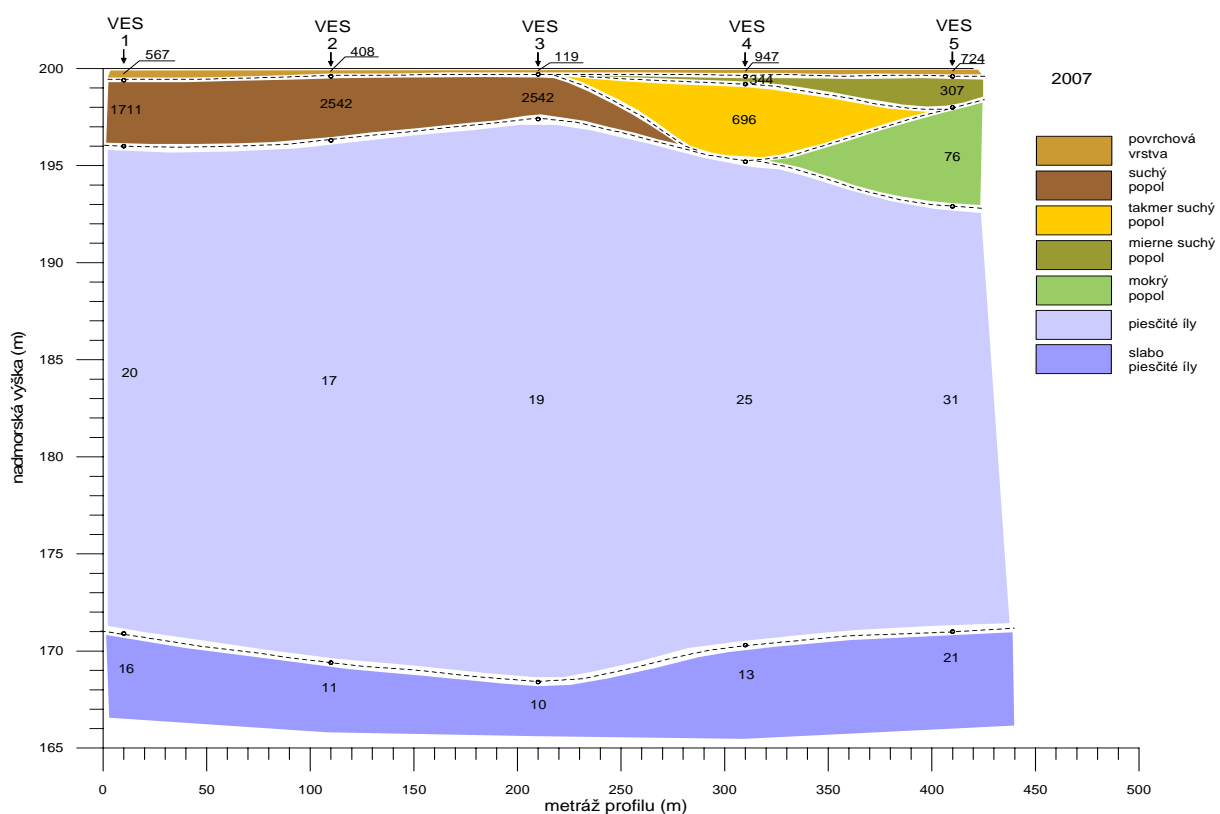
- Nebola nameraná pružno-plastická, len plastická fáza deformácie, nedali sa určiť deformáčnej parametre sledovaných flotačných sedimentov

3.4.3 Výsledky geofyzikálnych meraní

Z výsledkov geofyzikálnych meraní, ktoré realizovala UK Prif. Katedra aplikovanej a environmentálnej geofyziky v Bratislave a z predchádzajúcich meraní z rokov 2001 a 2004 je zrejmé, že základný charakter štruktúry odporového obrazu zostáva zachovaný, t.j. rozloženie materiálov zostáva zachované a zmeny, ktoré sa v tomto obraze objavujú sú spôsobené predovšetkým zmenou obsahu a koncentrácie pôdneho elektrolytu (vlhkosťou popolčeka na odkalisku Amerika 1 alebo jeho znečistením chemickými látkami v odkalisku RSTO).

3.4.3.1 Monitorovacie geoelektrické meranie na lokalite Amerika v roku 2007

V rámci monitorovacieho programu bolo vykonané opakované meranie metódou VES na lokalite Šala – Amerika. Jedná sa o odkalisko popolovín z podniku Duslo Šala. Meranie v roku 2007 bolo realizované na rovnakom profile ako pri predošlých meraniach a aj sondy VES boli zmerané v rovnakých miestach. Výsledkom spracovania nameraných dát sú vrstevné parametre vyšetřovaného prostredia, ktoré boli následne korelované z výsledkami predošlých meraní a potom použité na zostavenie vertikálneho rezu vyšetřovaným prostredím (obr.3).

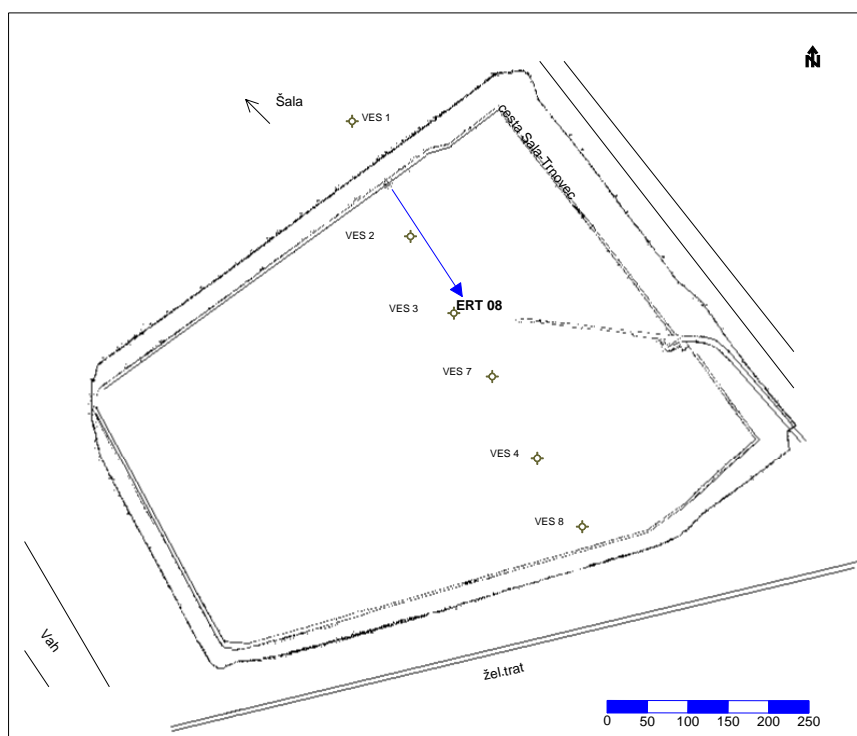


Obr.3. Vertikálny rez zostavený z výsledkov interpretácie dát zmeraných v roku 2007.

Z rezu na obr.3 vyplýva, že horninové prostredie v mieste meraného profilu je budované subhorizontálnymi vrstvami. Pod tenkou vrstvou zeminy je vrstva suchého popola, ktorá je v pravej časti profilu (v oblasti VES4 a VES5) premiešaná hlinitým materiálom a nevylučuje sa ani prítomnosť odlišného od popola, ktorý sa prejavuje výrazným znížením elektrickej rezistivity. Pod touto vrstvou je vrstva mokrého popola, ktorá plynule prechádza do podložných hlinitých pieskov. Hrúbka tohto komplexu kolíše okolo 25 m. Hlbšie pod touto vrstvou sú íly.

3.4.3.2 Monitorovacie geofyzikálne meranie na lokalite RSTO v roku 2007

V rámci projektu monitorovania antropogénnych sedimentov bolo v roku 2007 vykonané opakovacie geofyzikálne meranie na lokalite RSTO v miestach, kde sa toto meranie robilo aj v predošlých rokoch (1997, 2001, 2004). Pri tomto meraní boli aplikované metódy VES a ERT. Poloha meracích profilov na ploche skúmanej lokality je uvedená na obr.4.



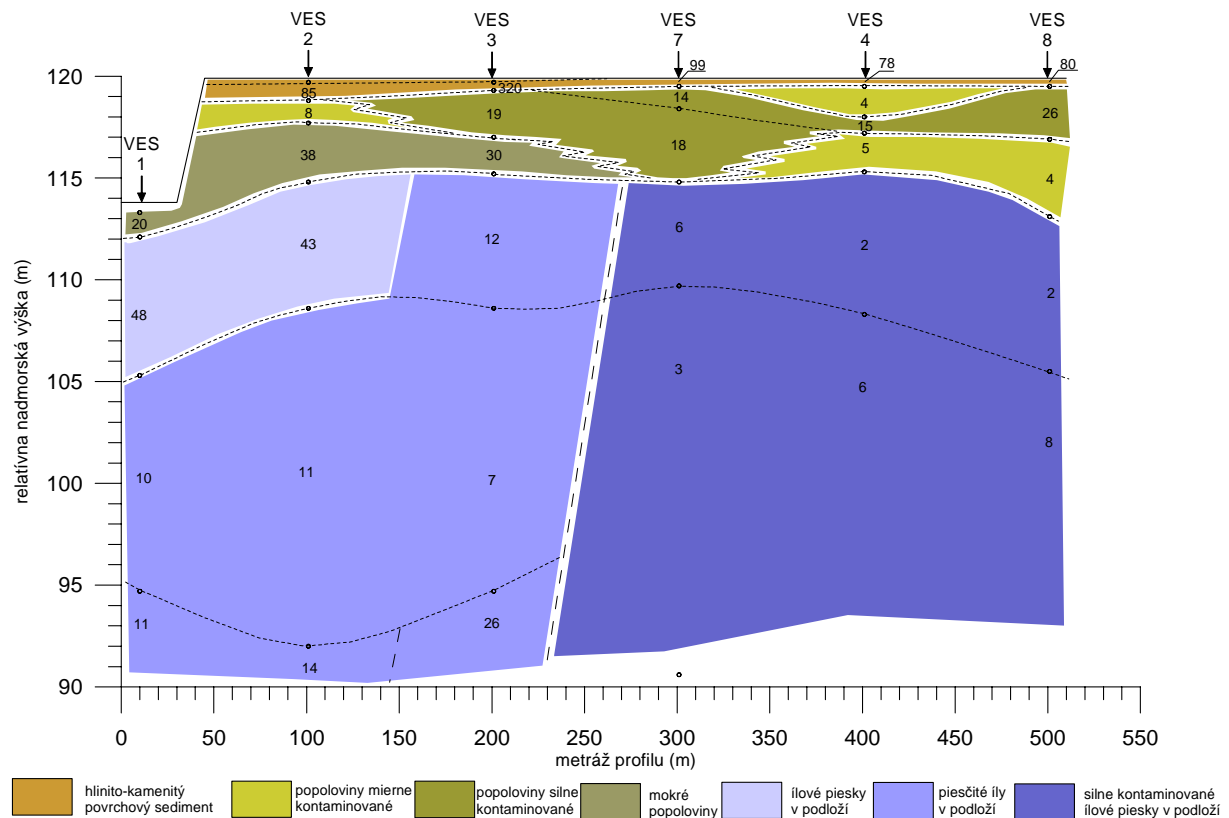
Obr.4. Situácia geofyzikálnej meracej siete a os profilu vrtných prác označených v obr. 2

Merania metódou VES boli realizované v rovnakých bodoch na monitorovacom profile ako pri predošlých opakovaných meraniach. Vzdialenosť meracích bodov bola 100 m a meranie

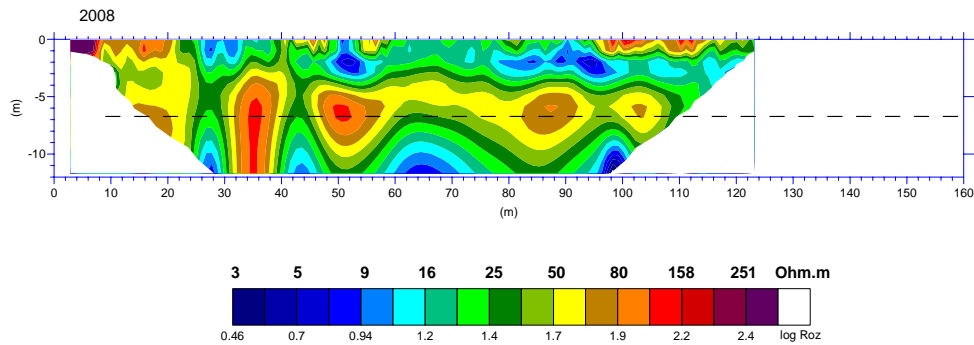
sa robilo pre $AB/2_{max} = 100$ m. Pri meraní bol použitý prístroj ARES od firmy „GF Instruments“.

Merania metódou ERT boli realizované tiež na rovnakom profile ako pri predošlých opakovaníach ako aj pri rovnakých parametroch merania (krok elektród 2 m, aparátúra RESISTAR).

Výsledkom merania metódou VES je vertikálny rez vedený cez meracie body. V reze sú vyčlenené oblasti s príbuznou hodnotou elektrickej rezistivity – obrázek 5. Popoloviny, ktoré sú hlavným materiálom skládky, ležia na piesčito ílovitom podloží. V popolovinách je tiež uložený odpadový materiál s veľmi nízkou hodnotou elektrickej rezistivity, pričom tento materiál je rozložený nerovnomerne a ukazuje sa, že premývaním zrážkovými vodami je transportovaný do hlbších častí rezu – do podložia skládky.



Obr.5. Vertikálny rez zostavený z výsledkov interpretácie dát nameraných metódou VES.



Obr.6. Vertikálny rez zostavený z výsledkov interpretácie dát nameraných metódou ERT.

Na obr. 6 je uvedený vertikálny rez zostavený z výsledkov interpretácie dát nameraných metódou ERT. Tento rez je výsledkom metódy inverzie, pomocou ktorej sa súbor nameraných dát transformuje do podoby skutočných hodnôt rezistivity, očistených o efekty použitého meracieho systému. Z rezu vyplýva, že vyšetované horninové prostredie obsahuje štyri subhorizontálne vrstvy. Pri povrchu je to pomerne suchá vrstva navážky s hrúbkou do 1,5 m. Materiál navážky je premenlivý, striedajú sa tu miesta s hlinito-ílovým materiálom a miesta s piesčitým až kamenitým materiálom. Pod touto vrstvou leží druhá vrstva, ktorá obsahuje prevažne zmes ílového materiálu s popolovinami. Spodný okraj druhej vrstvy kolíše v hĺbke 3,5 m. Treťou vrstvou sú mokré popoloviny ktorých časť je nad hladinou podzemnej vody, časť je pod touto hladinou. Spodný okraj tejto vrstvy kolíše od 7 do 10 m. Pod popolovinami sú podložné piesčité íly. Ich povrch je veľmi členitý.

Výsledkom geofyzikálneho merania je pomerne podrobný vertikálny profil vedený naprieč striedajúcimi sa materiálmi skládky. V uvedených výsledkoch sa jasne ukazuje, že materiál skládky nie je homogénny, ale sa skladá z množstva navzájom sa prelínajúcich popolovín a ďalšieho odpadu z výroby podniku Duslo Šala. Pomerne premenlivým faktorom sú odpadové materiály z výroby, ktoré sa v zrážkovej vode rozpúšťajú a migrujú cez materiál popolovín do podložia skládky a vytvárajú tak dynamický faktor skládky. Je to samočistiaci proces s veľkou dynamikou, ktorá výrazne mení rezistivný obraz v skúmaných rezoch.

3.5 Záver

V roku 2007 sme na odkaliskách popolčiekov RSTO a Amerika 1 v súlade s projektom prác realizovali vrtné práce, doplnené niektorými laboratórnymi rozbormi, vo vrtoch sme realizovali presiometrické slúšky a z povrchu odkalísk aj geofyzikálne merania. Obidve odkaliská, Amerika 1 aj RSTO sú svojim spôsobom zvláštne. Odkalisko Amerika 1 má v pláži

odkaliska naplavené veľmi kypré a ľahké popolčeky. Tie sú v povrchovej časti odkaliska veľmi suché, veľmi sa v nich sťažuje zhotovenie neporušených stien vrtov a vykonávanie presiometrických skúšok. Aj geofyzikálne merania sa v niektorých etapách monitorovania nedali pre veľké merné odpory realizovať. V roku 2007 sa namerala medza presiometrického tlaku $p_{lim} = 0,22$ MPa až $0,53$ MPa, presiometrický modul prevažne len $E_p = 1,0$ MPa až $3,0$ MPa, v niektorých úrovniach od $5,0$ MPa do $6,3$ MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia $\varphi_{ef} = 20,3^\circ$ do $27,4^\circ$. Sú to najnižšie hodnoty mechanických vlastností popolčiek, v ktorých sme realizovali naše monitorovacie merania. Popolčeky sú však naplavené v priestore ohraničenom obvodovými zemnými hrádzami, nie je teda obava, že by ohrozovali okolie prekročením medzného stavu stability. Je predpoklad zlepšovania ich mechanických vlastností v čase, lebo na základe minerálnych rozborov bolo určené, že sa v nich nachádza amorfná fáza, bude v nich dochádzať k rekryštalizácii a k ich spevňovaniu v čase (príloha 1).

Odkalisko RSTO je špecifické tým, že do odkaliska bolo penetrovaných veľké množstvo kvapalných látok, najmä ropných a soľanky ako aj odpadových chemikálií pri výrobe v Dusle Šaľa. Po vybudovaní podzemných tesniacich stien dookola odkaliska, dochádza vplyvom 8 vnútorných čerpacích vrtov ku premiestňovaniu kvapalín v póroch odkaliska a ku zmene vlastností. V roku 2007 sme na základe presiometrických skúšok zistili, že v mieste skúšok dochádza k zvýšeniu medze presiometrického tlaku aj uhla vnútorného trenia, presiometrický modul naopak klesá. Tento paradox si vysvetľujeme tým, že presunom ropných látok a iných neznámych látok v odkalisku dochádza k menším zmenám v deformačnom správaní sa prostredia. Je to zistené len na tomto odkalisku, na ostatných 5 monitorovaných odkaliskách sa prejavuje zmena mechanických vlastností alebo malým zlepšením hodnôt alebo ich ustálením v čase od zabodovania do odkaliska. Z geofyzikálnych meraní sa jasne ukazuje, že materiál skládky nie je homogénny, ale sa skladá z množstva navzájom sa prelínajúcich popolovín a ďalšieho odpadu z výroby podniku Duslo Šaľa. Pomerne premenlivým faktorom sú odpadové materiály z výroby, ktoré sa v zrážkovej vode rozpúšťajú a migrujú cez materiál popolovín do podložia skládky a vytvárajú tak dynamický faktor skládky. Je to samočistiaci proces s veľkou dynamikou, ktorá výrazne mení rezistivný obraz v skúmaných rezoch.

Ani na tomto odkalisku nie je obava, že by došlo k prekročeniu medzných stavov stability alebo použiteľnosti a ohrozeniu ŽP.

Bratislava 2008

Prof. Ing. M. Matys, PhD.
zodpovedný riešiteľ

Na úlohe v roku 2007 spolupracovali: Mgr. M. Laho, PhD., Doc. RNDr. V. Gajdoš, PhD.,

RNDr. K. Rozimant, PhD., Ing. J. Frankovská, PhD.,
Mgr. I. Dananaj, PD., Doc. RNDr. P. Fejdi, PhD.,
I. Peller – technik.

Použité podklady:

1. STN 72 10xx Rada STN noriem na laboratórne rozbory zemín
2. STN 72 1004 Presiometrická skúška

Príloha 1

RTG štúdium

Pavel Fejdi, Katedra mineralógie a petrológie PFUK,

Vzorka: priemerná z odkaliska Šaľa Amerika - 1

Príprava preparátov

Na rtg štúdium sme použili presitovanú zrnitosťnú frakciu 0.5 – 1 mm. Aby sme čo najviac odstránili problémy, vyplývajúce z polyminerálnosti vzoriek, jednotlivé vzorky sme rozseparovali na základe rozdielnych magnetických vlastností:

- Feromagnetickú frakciu sme oddelili permanentným magnetom
- Paramagnetickú frakciu sme získali separáciou na elektromagnetickom separátore Cook.

Kvôli vlastnostiam študovaného materiálu je elektromagnetická separácia materiálu obtiažna a preto sa v jednotlivých frakciách nachádzajú menšie množstvá minerálnych fáz, ktoré by tam nemali byť (napríklad kremeň je prítomný vo všetkých frakciách). Ďalej boli vzorky upravené na požadovanú zrnitosť (4 – 40 μm) rozachátovaním v achátovej miske.

Experimentálne podmienky:

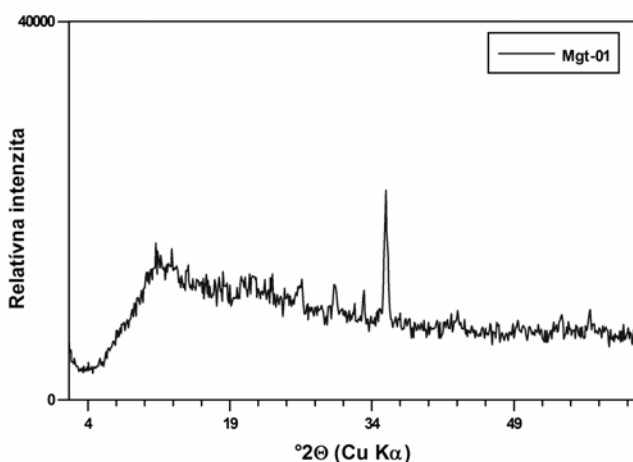
Prístroj:	práškový difraktometer DRON-3
Žiarenie:	filtrované $\text{Cu}_{K\alpha}$
Vlnová dĺžka λ :	1.54178 Å
Filter:	Ni
Napätie:	30kV
Prúd:	15mA
Clony:	1 ; 1 ; 0.5
Rozsah merania ($^{\circ} 2\theta$):	5 – 75 $^{\circ}$

Výsledky rtg experimentálnych prác sú uvedené v priložených obrázkoch a tabuľkách

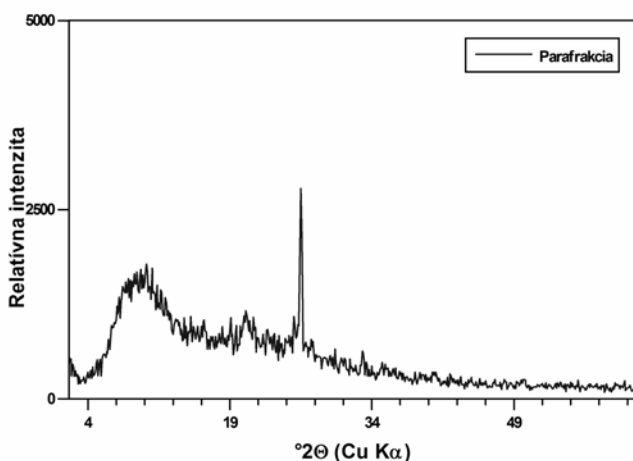
Q – kremeň, Ž – živce, Ca – kalcit, Mt – magnetit, He – hematit, Gt - goethit.

Zásadným problémom je pri vyhodnocovaní týchto práškových difrakčných záznamov je ich viacfázové zloženie a prítomnosť amorfnej (a teda touto experimentálnou metódou bližšie neidentifikovateľnej) fázy.

Ako referenčné údaje sme použili databázu difrakčných obrazov, publikovanú v JCPDS (1974).



d_{hkl}	I
4.8185	21.04 Mt
4.1247	21.73 Ž
3.3605	33.22 Q
3.0248	13.65 Ca
2.9663	33.52 Mt
2.6974	18.19 He+Gt
2.567	100.00 Mt+He
2.4283	23.93 Q+Gt
2.0973	20.99 Mt
1.8225	9.16 Q
1.6142	24.54 Mt



4.2876	31.97 Q
4.0200	43.67 Ž
3.8471	23.16 Ž
3.7671	24.73 Ž
3.6155	21.83 Ž
3.3602	100.00 Q
3.2068	29.19 Ž
2.8373	24.25 Ž
2.5189	27.50 Mt
2.4664	22.80 Q
1.8220	25.57 Q
1.5403	20.99 Q

Minerálne zloženie vzoriek

Z kryštalických fáz sú prítomné a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť hematitu, goethitu a kalcitu. Zastúpenie amorfnej fázy

pozorovateľnej v rozsahu $23 - 40^\circ 2\theta$ je podstatné. Preto možno očakávať, že s postupom času rekryštalizujú a zmena ich IG vlastností sa uberať priaznivým smerom.

Študované vzorky sú tvorené najmä stabilnými a kryštalickými minerálnymi fázami, ktoré sú pravdepodobne odpadom pri úprave fosforitovej suroviny. Či sú prítomné aj ílové minerály nevieme určiť, pretože ich difrakčné maximá úplne prehlušilo zvýšené pozadie spôsobené amorfnou fázou.

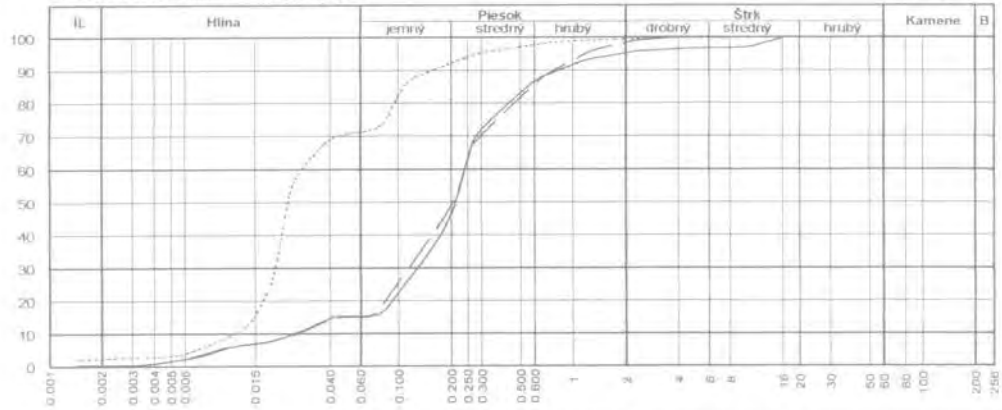
Literatúra

Joint Committee on Powder Diffraction Standards, 1974: Selected Powder Diffraction Data for Minerals
Swarthmore, Pennsylvania, USA, 833 s.

Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Amerika - 1
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY : Amerika - 1

PRÍLOHA Č. 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-2	3	—					S5	SC	Piesok ilovitý
V-2A	2	—					S5	SC	Piesok ilovitý
V-5	1.0	—					F6	Cl	Íl so strednou plasticitou

NAZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

Súhrnná tabuľka

PRÍLOHA Č. 1/a

Sonda	Hĺbka m	Druh	Vlhkosť		Zestáva	
			hmotný súšiny %		Trieda	Symbol
V2	3		17.06		S5	SC
V2A	2		17.02		S5	SC
V5	1.0		27.48		F6	Cl

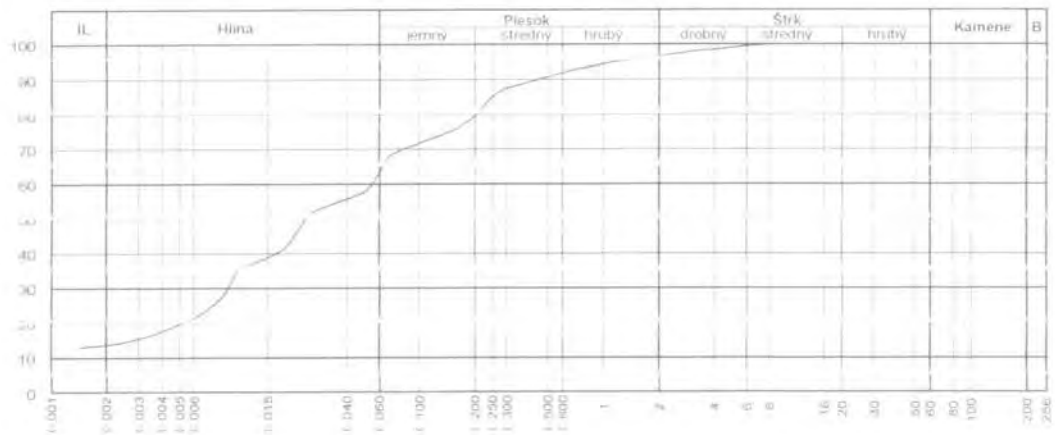
Krivky zrnitosti zemin

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY: Šala RSTe
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY:

PRÍLOHA Č. 2



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
V-0	0,5-1,0	—					S5	SC	Piesok ilovitý
V-0	5,0-6,0	—					F6	CI	íl so strednou plasticitou
V-1	2,0	—					F4	CS	íl piesčitý
VES-2	2,0	—					S5	SC	Piesok ilovitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr	Sym.	Názov (STN - 73 1001)
VES-3	1,5-2,0	—					F4	CS	íl piesčitý

Súhrnná tabuľka

Název sondy	Hĺbka		Druh	Vlhkosť hmoty suchiny %	Zemina	
	Symbol	m			Trieda	Symbol
V-0		0,5-1,0		38,88	S5	SC
V-0		5,0-1,0		60,89	F6	Cl
V-1		2,0	s ropnou prímesou	49,34	F4	CS
VES-2		2,0		24,75	S5	SC
VES-3		1,5-1,0	aj s ropou-1	47,22	F4	CS

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
Stavebná fakulta **Katedra geotechniky**

ZoD - 04 - 184 / 06, dod. 1/07

Komplexný monitoring odkalísk SR
(časť 5)

Ing. Mária Masarovičová, PhD.
Ing. Ivan Slávik, PhD.
Ing. Juliana Kovaľková

Bratislava, október 2007

SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE
Stavebná fakulta **Katedra geotechniky**

ZoD - 04 - 184 / 06, dod. 1/07

Komplexný monitoring odkalísk SR
(časť 5)

Ing. Mária Masarovičová, PhD.
Ing. Ivan Slávik, PhD.
Ing. Juliana Koval'ková

Bratislava, október 2007

O B S A H

- 1. Úvod**

- 2. Identifikačný popis - ODKALISKO HAČAVA**
 - 2.1 Identifikačný list odkaliska**
 - 2.2 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery lokality**
 - 2.3 Súčasný stav odkaliska**
 - 2.4 Geotechnické parametre materiálov odkaliska**
 - 2.5 Prognóza správania sa odkaliska**
 - 2.6 Použité podklady**

- 3. Identifikačný popis - ODKALISKO LINTYCH**
 - 3.1 Identifikačný list odkaliska**
 - 3.2 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery lokality**
 - 3.3 Súčasný stav odkaliska**
 - 3.4 Geotechnické parametre materiálov odkaliska**
 - 3.5 Prognóza správania sa odkaliska**
 - 3.6 Použité podklady**

- 4. Identifikačný popis – ODKALISKO SEDEM ŽIEN**
 - 4.1 Identifikačný list odkaliska Plešivec**
 - 4.2 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery lokality**
 - 4.3 Súčasný stav odkaliska**
 - 4.4 Geotechnické parametre materiálov odkaliska**
 - 4.5 Prognóza správania sa odkaliska**
 - 4.6 Použité podklady**

- 5. Identifikačný popis - ODKALISKO DÚBRAVA 01, 02**
 - 5.1 Identifikačný list odkaliska**
 - 5.2 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery lokality**
 - 5.3 Súčasný stav odkaliska**
 - 5.4 Geotechnické parametre materiálov odkaliska**
 - 5.5 Prognóza správania sa odkaliska**
 - 5.6 Použité podklady**

6. Identifikačný popis - ODKALISKO DÚBRAVA 03

6.1 Identifikačný list odkaliska

6.2 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery lokality

6.3 Súčasný stav odkaliska

6.4 Geotechnické parametre materiálov odkaliska

6.5 Prognóza správania sa odkaliska

6.6 Použité podklady

7. Záver

1. Úvod

V zmysle spoločných konzultácií zástupcov Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave a Slovenskej technickej univerzity, Stavebnej fakulty riešili sme podľa článku II. Zmluvy o dielo č. 04-184/06, dod. 1 v r. 2007 časť C. subsystém 06: Zmeny antropogénnych sedimentov (Komplexný monitoring odkalísk SR). Úlohou je pokračovanie v komplexnom monitoringu odkalísk SR na vybraných lokalitách. Cieľom je postupná inovácia identifikačných listov odkalísk s následnou prehľadnou kontrolou, plánovaným prístupom k sanáciám, likvidáciám, k prevádzke a využívaniu odkalísk. Zmluva bola uzavretá podľa §536 a nasledujúcich §§ Obchodného zákonníka.

Slovensko je rozlohou malá krajina. Horninové prostredie je však geologicky a hydrogeologicky veľmi pestré, rovnako ako obyvateľstvo produkujúce rozmanitou činnosťou odpady. Legislatívne registrované odkaliská v našej republike sú na obr. 1.1. Sú definované (podľa kategorizácie ICOLD) ako vodné stavby I. až IV. kategórie a podliehajú povinnému technicko-bezpečnostnému dohľadu. Je to spolu vyše 50 odkalísk s rôznym druhom deponovaného materiálu, v rôznych štádiách existencie. Niektoré už sú rekultivované, mnohé sú v útlmovej prevádzke, iné sú vo fáze intenzifikácie a niektoré sú v regulérnej prevádzkovej činnosti. Existencia popolových a priemyselných odkalísk a odkalísk úpravni farebných kovov a rúd predstavuje rozsiahlu množinu geotechnických problémov spojených s prípravou, projektovaním, výstavbou, prevádzkou, intenzifikáciou, rekultiváciou a využívaním odkalísk. Väčšina ukladaných geomateriálov sú odpady elektrární a teplární (škvára a popoly) a produkty úpravni rúd (flotačné kaly). Menší podiel predstavuje uhoľná hlušina, ktorá sa často po úprave využíva. Kaly z chemických prevádzok nemajú jednotný charakter a každý kal je treba hodnotiť individuálne. Odkaliská stále predstavujú nákladné, nebezpečné a náročné objekty. Dnes sú veľkými skládkami nevyužiteľného materiálu, v budúcnosti môžu byť surovinovými základňami nemalého významu. Súčasou realitou je skutočnosť, že odstraňovanie a spracovanie odpadov bez nepriaznivého vplyvu na ekosféru zatiaľ nie je známe.

Predkladaná správa je piatou časťou realizovanej spolupráce. V prvom roku sme venovali pozornosť siedmym popolovým odkaliskám. Okrem jedného (Nové odkalisko MT a.s. Martin) sú všetky v prevádzke. Naznačili sme aj problematiku odkaliska v Žiari nad Hronom – Kalové a škvarové polia. V druhej časti sú zhrnuté naše poznatky o dvoch priemyselných odkaliskách (uloženie vápenných kalov) a o troch odkaliskách rudných odpadov (flotačné kaly). V tretej časti sú analyzované 2 popolové odkaliská (Poša a Košice),

stabilizovaný násyp popola v Handlovej a dve rudné odkaliská (Slovinky a Nižná Slaná). V štvrtej správe sme sa zaoberali spolu piatimi odkaliskami: sú to dve odkaliská priemyselného odpadu (Nováky 6 a Plešivec) a tri odkaliská rudných odpadov (flotačných kalov – Pezinok staré a nové, Bankov – staré). Zámerné sú v tejto štvrtej časti spolupráce zaradené odkaliská, ktoré sú z rôznych dôvodov rizikové, a o ktorých sme len obtiažne získavali aspoň minimálne informácie. Okrem jedného (Nováky 6) sú všetky trvale alebo dočasne mimo prevádzky. Vždy však ostávajú dlhodobou záťažou pre krajinu. Aj po skončení prevádzky tieto diela stále znamenajú pre svoje okolie zdroj možnej havárie. Havárie opustených neprevádzkovaných odkalísk nie sú každodenné, ale v materiáloch Medzinárodnej priehradárskej komisie (ICOLD) sú takéto prípady dokladované. Predkladaná piata časť riešenej úlohy popisuje jedno dočasne neprevádzkované odkalisko (Hačava) a štyri rekultivované, resp. čiastočne rekultivované (Lintych, Sedem žien, Dúbrava 01,02 a Dúbrava 03). Na získanie informácií o odkaliskách sme zatiaľ použili dostupné zdroje a konzultácie pracovníkov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava. Uvádzame inovovaný zoznam legislatívne sledovaných odkalísk v SR (spolu 56). Sú zoradené podľa druhu uloženého odpadu a podľa vodohospodárskej kategorizácie.

ZOZNAM REGISTROVANÝCH ODKALÍSK NA ÚZEMÍ SR ZARADENÝCH AKO VODNÉ STAVBY

(podľa podkladov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava, Štátneho geologického úradu
Dionýza Štúra Bratislava a STU Stavebná fakulta, Katedra geotechniky Bratislava)

<i>Odkaliská popolové</i>				
č.	názov (miesto, okres)	kategória	správca	<i>riečka, potok</i>
1.	Dočasné odkalisko ENO Zemianske Kostolany, Prievidza	I.	SE a.s., ENO, závod Zemianske Kostolany	<i>Nitra</i>
2.	Pôvodné odkalisko ENO Zemianske Kostolany, Prievidza	II.	SE a.s., ENO, závod Zemianske Kostolany	<i>Nitra</i>
3.	Definitívne odkalisko ENO Bystričany – Chalmová, Prievidza	II.	SE a.s., ENO, závod Zemianske Kostolany	<i>Nitra</i>
4.	EVO Vojany Vojany – Drahňov, Michalovce	II.	SE a.s., EVO, závod Vojany	<i>Laborec</i>
	EVO Vojany Čičarovce, Michalovce	skládka stabilizátu	SE a.s., EVO, závod Vojany	<i>Laborec</i>

5.	Odkalisko KAPPA a.s. Štúrovo – časť Obid, Nové Zámky	II.	Smurfit KAPPA a.s. Štúrovo	<i>Dunaj</i>
6.	Tepláreň Martin – Staré odkalisko Martin, Martin	II.	Martinská teplárenská a.s. Martin	<i>Kramaró vický potok</i>
7.	Tepláreň Martin – Nové odkalisko Bystrička, Martin	II.	Martinská teplárenská a.s. Martin	<i>potok Za rohami</i>
8.	Odkalisko Poša Poša – Nižný Hrabovec, Vranov n. Topoľou	II.	Energetika s.r.o. Strážske	<i>Kyjov</i>
9.	Odkalisko Snina Snina, Snina	II.	ENERGY Snina a.s.	<i>potok Magurica</i>
10.	Odkalisko Šaľa – Amerika Trnovec n. Váhom, Šaľa	II.	Duslo a.s. Šaľa	<i>Váh</i>
11.	Tepláreň Žilina Bytčica, Žilina	II.	Žilinská teplárenská a.s. Žilina	<i>Bytčický potok</i>
12.	Tepláreň Košice Krásna nad Hornádom, Košice	III.	TEKO a.s. Košice	<i>Torysa</i>
13.	Tepláreň Sereď Dolná Streda, Galanta	III.	Slovenské cukrovary s.r.o. Sereď	<i>Váh</i>
14.	Tepláreň Zvolen Zvolen, Zvolen	III.	Zvolenská teplárenská a.s. Zvolen	<i>Zolná</i>

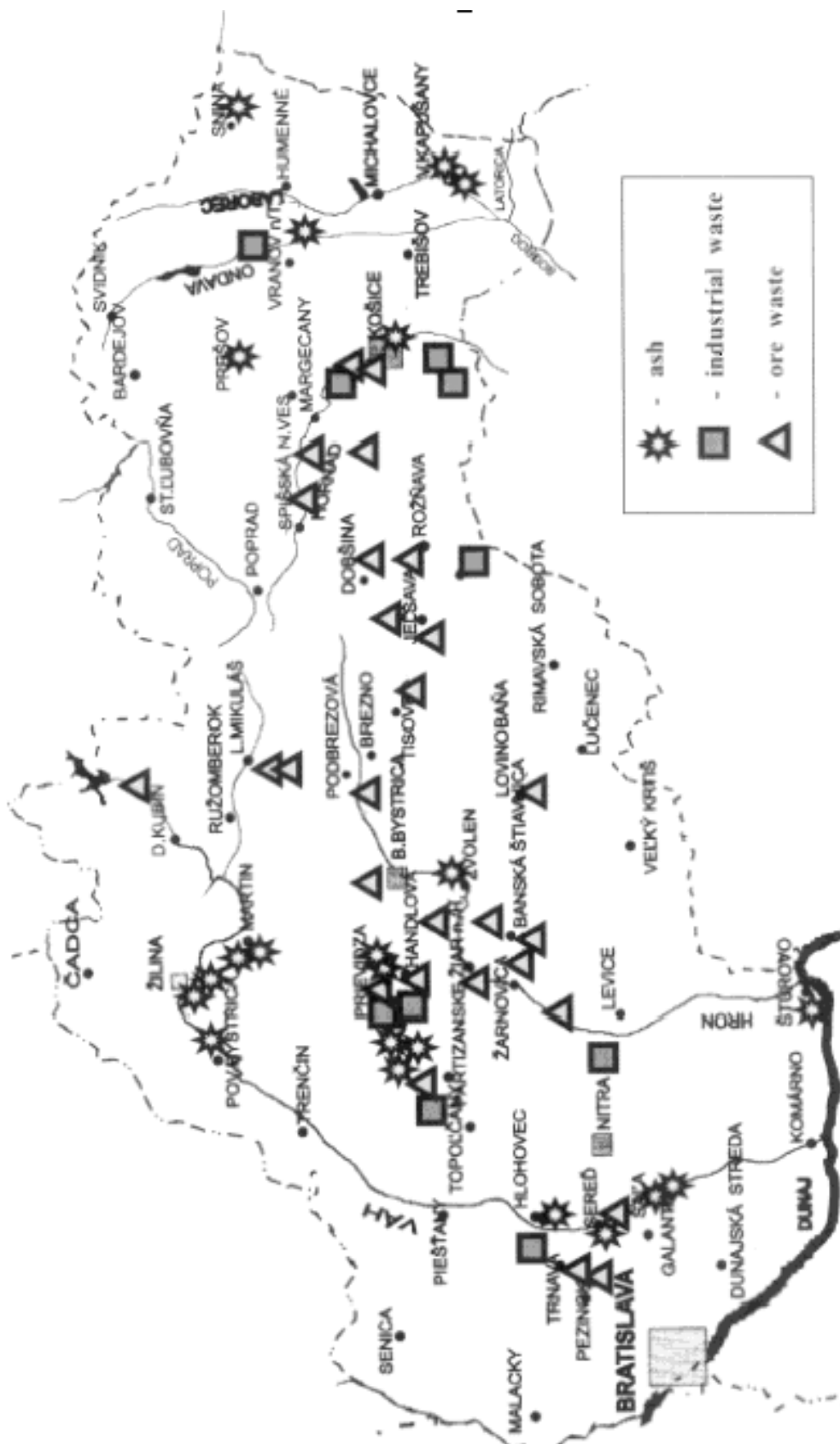
Odkaliská rudné				
č.	názov (miesto, okres)	kategória	správca	rieka, potok
1.	Hačava Hačava, Rimavská Sobota	II.	INTOCAST MAGNEZIT Hačava, a.s.	<i>potok Babina</i>
2.	Hodruša Hámre Hodruša Hámre, Žiar nad Hronom	II.	Slovenská banská s.r.o. Hodruša Hámre	<i>Hodrušský potok</i>
3.	Jelšava Jelšava, Rožňava	II.	SMZ a.s., Jelšava	<i>Jordán</i>
4.	Nižná Slaná Nižná Slaná, Rožňava	II.	Siderit s.r.o., Nižná Slaná	<i>Banský potok</i>
5.	Rudňany Závadka, Spišská Nová Ves	II.	Sabar, s.r.o., Markušovce	<i>Priekopec</i>
6.	Sedem žien Banská Belá, Žiar n. Hronom	II.	Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Jasenica</i>

7.	Odkalisko Slovinky Slovinky, Spišská Nová Ves	II.	Holyvet, s.r.o. Košice	<i>Kelligrund</i>
8.	Baňa Cígel' ČOV II. Sebedražie, Prievidza	III.	Hornonitrianske bane, a.s.	<i>Moštenica</i>
9.	Dúbrava 01 Dúbrava, Liptovský Mikuláš	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Križovianka</i>
10.	Dúbrava 02 Dúbrava, Liptovský Mikuláš	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Križovianka</i>
11.	Dúbrava 03 Liptovský Mikuláš, Liptovský Mikuláš	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Križovianka</i>
12.	Kalové a škvarové polia Žiar n. Hronom, Žiar n. H.	III.	Závod SNP a.s. Žiar nad Hronom	<i>Hron</i>
13.	Košice – Bankov (nové) Košice, Košice	III.	Teleservis, s.r.o. Bratislava	<i>Úchylný jarok</i>
14.	Lintych Anton, Žiar n. Hronom	III.	Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Štiavnicky potok</i>
15.	Pezinok (nové) Pezinok, Pezinok	III.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Saulak</i>
16.	Podrečany Podrečany, Lučenec	III.	Mário Mose – fyz. osoba	<i>Krivánsky potok</i>
17.	Smolník Smolník, Spišská Nová Ves	III.	Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Smolnícky potok</i>
18.	Široká Široká, Dolný Kubín	preradené na skládku	Oravské ferrozávody a.s. Dolný Kubín	<i>bezmenný potok</i>
19.	Baňa Cígel' ČOV I. Sebedražie, Prievidza	IV.	Hornonitrianske bane, a.s.	<i>Moštenica</i>
20.	Košice – Bankov Košice, Košice	IV.	Teleservis s.r.o., Bratislava	<i>Pásmový potok</i>
21.	Horná Ves (Kremnica) Horná Ves Žiar n. Hronom	IV.	Kremnická banská spol. s.r.o., Kremnica	<i>Lučanský potok</i>
22.	Hronský Beňadik Hronský Beňadik, Nová Baňa	IV.	ZIN s.r.o. Marianka	<i>Tekovský potok</i>
23.	Lubeník Jelšava, Rožňava	IV.	SLOVMAG a.s., Lubeník	<i>Muráň</i>
24.	Pezinok (staré) Pezinok, Pezinok	IV.	Pôvodne: Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Saulak</i>
25.	Rožňava Rožňava, Rožňava	IV.	Železorzudné bane, š.p. Sp. N. Ves	<i>Slaná</i>
26.	Sereď (Luženec) Sereď, Galanta	preradené na skládku	FERRO-PORT s.r.o., Bratislava	<i>Váh</i>
27.	Špania dolina Špania dolina, Banská Bystrica	IV.	Rudné bane š.p. Banská Bystrica	<i>Banský potok</i>

Odkaliská priemyselné				
č.	názov (miesto, okres)	kategória	správca	rieka, potok
1.	Odkalisko AEMO Čifáre, Levice	II.	SE a.s., AEMO závod, Mochovce	<i>Telinský potok</i>
2.	Bukocel (Bukóza Vranov) Hencovce, Vranov n. Topľou	III.	Bukocel a.s., Hencovce	<i>Ondava</i>
3.	Dubová Dubová, Banská Bystrica	preradené na skládku	Petrochema s.r.o. Dubová	<i>Hron</i>
4.	Novácke odkalisko 7 Nováky, Prievidza	III.	NCHZ a.s. Nováky	<i>Nitra</i>
5.	Stabilizovaný násyp Handlová Handlová, Prievidza	III.	MŽP SR, Bratislava	<i>Handlovka</i>
6.	ČOV VSŽ Sokoľany Sokoľany-Bočiar, Košice	IV.	US Steel s.r.o., Košice	<i>Sokoľanský potok</i>
7.	Fámeš Pastuchov, Hlohovec	preradené na skládku	SE a.s. AEBO, závod, Jaslovské Bohunice	
8.	Gemerská Hôrka Gemerská Hôrka, Rožňava	IV.	pôvodne: Gemerské celulóžky a papierne	<i>Slaná</i>
9.	Konvertorové kaly Veľká Ida, Košice	IV.	US Steel s.r.o., Košice	<i>Ida</i>
10.	Mokrú haldu Veľká Ida, Košice	IV.	US Steel s.r.o., Košice	<i>Ida</i>
11.	Novácke odkalisko 6 Nováky, Prievidza	IV.	NCHZ a.s. Nováky	<i>Nitra</i>
12.	Šaľa RSTO (aj skládka) Šaľa, Galanta	preradené na skládku	Duslo a.s. Šaľa	<i>Váh</i>
13.	Šulekovo (aj skládka) Šulekovo, Trnava	preradené na skládku	Drôtovňa Hlohovec	<i>Váh</i>
14.	Veronika Dežerice, Topoľčany	IV.	Tatra SIPOK a.s. Bánovce n. B.	
15.	Plešivec Plešivec, Rožňava	IV.	obec Plešivec	<i>Slaná</i>

LEGENDA: Údaje o odkaliskách spracované v rokoch 2003 až 2007

2003
2004
2005
2006
2007
Zatiaľ nie sú



Obr. 1.1 Registrované odkaliská na Slovensku

2. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO HAČAVA

2.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko HAČAVA		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA (VLASTNÍK)
II.	Babina (ľavostranný prítok Tisoveckej Rimavy)	Hnúšťa, Hačava Rimavská Sobota	rudný sediment	INTOCAST Magnezit, a.s. Hačava
Projekt Rudný projekt, š.p. Košice, závod Brno, RP – Projekting s.r.o. Košice				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14 Odkalisko s čiastočným obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
Časové údaje Odkalisko v prevádzke od r. 1992, po ukončení plavenia v r. 1999 odstavené, t.j. v útlmovej prevádzke, pravidelne sledované bez viditeľných anomálií				
Situácia				

Ústretovosť a spolupráca so správcom podpriemerná.

2.2 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery lokality

Podľa inžinierskogeologickej rajonizácie územia SR patrí záujmový priestor do regiónu jadrových pohorí, oblasti jadrových stredohorí ([7]). Najstaršie horniny v regióne predstavuje formácia vysokometamorfovaných hornín (najmä mezometamorfity). Najrozšírenejšími litologickými typmi tejto formácie sú biotické pararuly, ortoruly, amfibolity, svorové ruly, svory a fylity. Odkalisko a akumulčná nádrž sú situované v bočnom, eróznom údolí potoka Babina, ktoré je časťou ľavostranného svahu hlavného údolia rieky Rimavy. Svorové komplexy sú v záujmovom území prekryté neogénnymi a kvartérnymi sedimentami. V údolí potoka Babina sú ale prirodzené výchozy svorov pomerne časté. Neogénne proluviálne sedimenty vyplňajú priestor medzi eróznymi ryhami potokov Babina a Cerberus a tvoria ľavostranný svah údolia potoka Babina. Proluviálne sedimenty (dejekčné kužely na úpätí hôr) sú produkty zvetrávania hornín (najmä svorov). Sú to rôzne typy hĺn s kameňmi až blokmi nepravidelnej, charakteristickej vrstevnatosti, rôznej mocnosti. Kvartér je tvorený svahovými (deluviálnymi) sedimentami. Sú to opäť hliny a íly s rôznym obsahom úlomkov, s nepravidelným zvrstvením. Rozlíšenie deluviálnych a proluviálnych sedimentov je spravidla obtiažne. Aluviálnych sedimentov je v okolí potoka Babina málo. V ich zložení prevládajú ílovité hliny a zahlinené štrky. Litologická pestrosť, členitý reliéf a výrazné klimatické rozdiely ovplyvňujú hydrogeologické pomery v regióne. Hodnoty koeficientov priepustnosti sú pomerne nízke, relatívne priepustnejšie sú polohy kamenitých až balvanitých sutí. Hladina podzemnej vody môže byť mierne napätá, v závislosti od sklonu zvodneného horizontu. Malé zvodnenie, nízka výdatnosť a režimové osobitosti obehov podzemnej vody odôvodňujú tvrdenie uvedené v správe [3] a prevzaté z pôvodného inžinierskogeologického prieskumu (Rudný projekt, Brno, 12/1985): „*Údolí potoka Babina poskytuje vhodné inženýrskogeologické podmínky pro vybudování jak odkaliště, tak akumulční nádrže. Obě hráze lze běžně dostupnými metodami zavázat do prakticky nepropustného podloží. Při vybudování homogénních hrází z proluviálních a deluviálních sedimentů, jež mohou být získány převážně v prostoru závodu, budou průsaky velmi malé. Tyto bude možno snadno jímat patními drény a vracet do oběhu průmyslové vody.*“

2.3 Súčasný stav odkaliska

Odkalisko Hačava leží severovýchodne od areálu závodu na výrobu bezželezitých slinkov. Je údolného typu s jednou základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín a banskej hlušiny. Podľa projektu bola pod základnou hrádzou odstránená povrchová vrstva humusovitých zemín a podložie upravené netriedeným štrkovým materiálom (hrúbka vrstvy 400,0 mm). Štrková vrstva mala byť zaústená do pätného drénu základnej hrádze. Pätný drén pri vzdušnej päte hrádze je z triedenej hlušiny (zrná 50,0 až 150,0 mm), s dvomi filtračnými vrstvami (1. vrstva – triedený štrk s veľkosťou zrn 32,0 – 63,0 mm a 2. vrstva – piesok zrnitosti v rozpätí 0,0 – 2,0 mm). Drén je ukončený v revíznej šachte z betónových skruží. Pri stavbe telesa základnej hrádze sa využila hlušina miestnej skládky „Mútnik“, zhutnená na 70% relatívnej hutnosti. Vzdušný svah je zahumusovaný (hrúbka zeminy asi 20,0 cm) a zazelenený. Na korune hrádze je komunikácia.

Potok Babina pretekajúci pôvodne údolím bol v akumuláčnom priestore odkaliska preložený na ľavostranný svah údolia nad kótu maximálnej projektovanej úrovne kalov. Nové koryto potoka súčasne chráni priestor odkaliska proti pritekajúcej povrchovej vode. Pravostranný okraj nádrže odkaliska je chránený proti povrchovej vode čiastočne prístupovou cestou (jej priekopou) a čiastočne záchytným rigolom. Tieto ochranné konštrukcie sú vyústené do upravenej preložky potoka. Dno i svahy priekopy sú spevnené dlažbou v betónovom podklade. Cez odkalisko tak pretekajú len priame dažďové zrážky. Pod základnou hrádzou je v smere údolia vybudovaná akumuláčná nádrž, do ktorej ústi kolektorové potrubie odkaliska. Odberné potrubie DN 400 mm s bočnými vtokmi DN 300 mm (kolektor) je uložené na dne údolia, prechádza popod základnú hrádzu a cez uzatvárateľnú armatúru je ukončené v akumuláčnej nádrži vôd. Po celej dĺžke má železobetónový plášť s ochranným asfaltovým náterom (podľa projektu by malo byť vnútri opatrené bitumenovým povrchom). Akumuláčná nádrž je vytvorená sypanou údolnou hrádzou, má nepriepustné dno zo železobetónových panelov a betónový výpustný objekt. Nahromadenú vodu je možné vypustiť do recipientu (potok Babina) alebo vrátiť do technologického procesu. Situácia prevzatá z projektovej dokumentácie je na obr. 2.1.

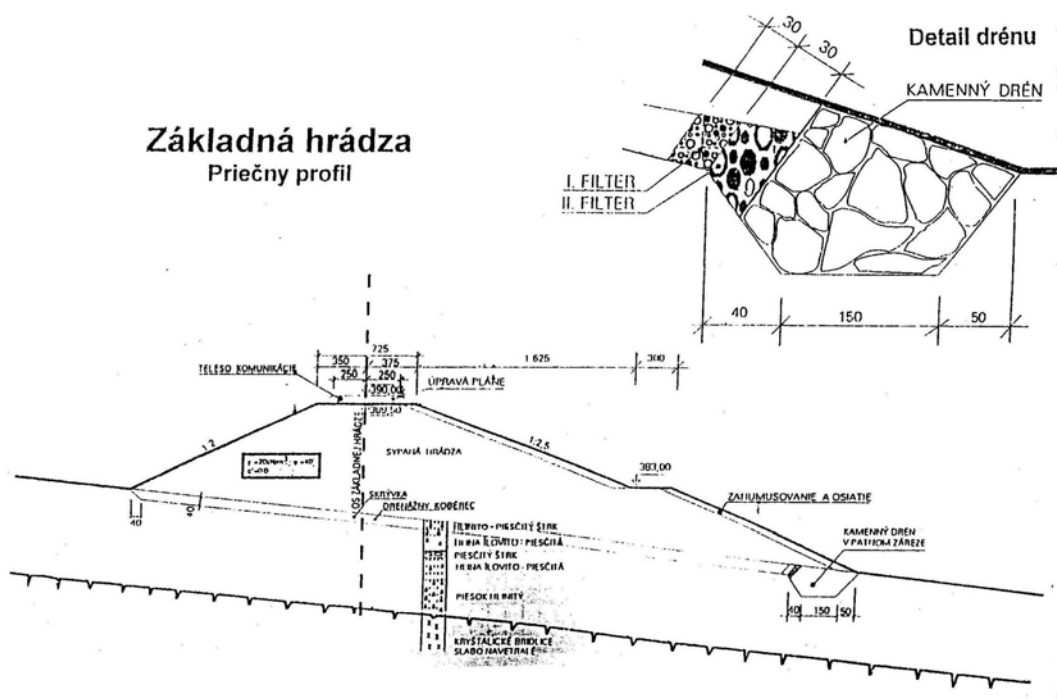
Základné poznatky o odkalisku môžeme prehľadne zhrnúť:

- kóta údolia 368,60 m n. m., kóta koruny základnej hrádze 390,00 m n. m., výška hrádze 21,4 m;
- šírka koruny základnej hrádze 5,0 m, dĺžka hrádze 81,0 m;
- sklon návodného svahu 1:2,5 a vzdušného svahu 1:2,5;

- lavička na kóte 383,0 m n. m., šírky 3,0 m na vzdušnom svahu základnej hrádze;
- základná hrádza z hlušiny miestnej skládky „Mútnik“ (zrná do 150,0 mm);
- predpokladaná produkcia kalov 30 000 m³/rok;
- projektovaný objem odkaliska takmer 450 000 m³;
- dĺžka odberného potrubia 400,0 m;
- predpokladaná životnosť odkaliska po maximálne nadvýšení 427,0 m n. m. asi 15 rokov;
- vzorový priečny rez základnej hrádze je na obr. 2.2 (prevzaté z projektovej dokumentácie a materiálov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava).



Obr. 2.1 Situácia odkaliska Hačava



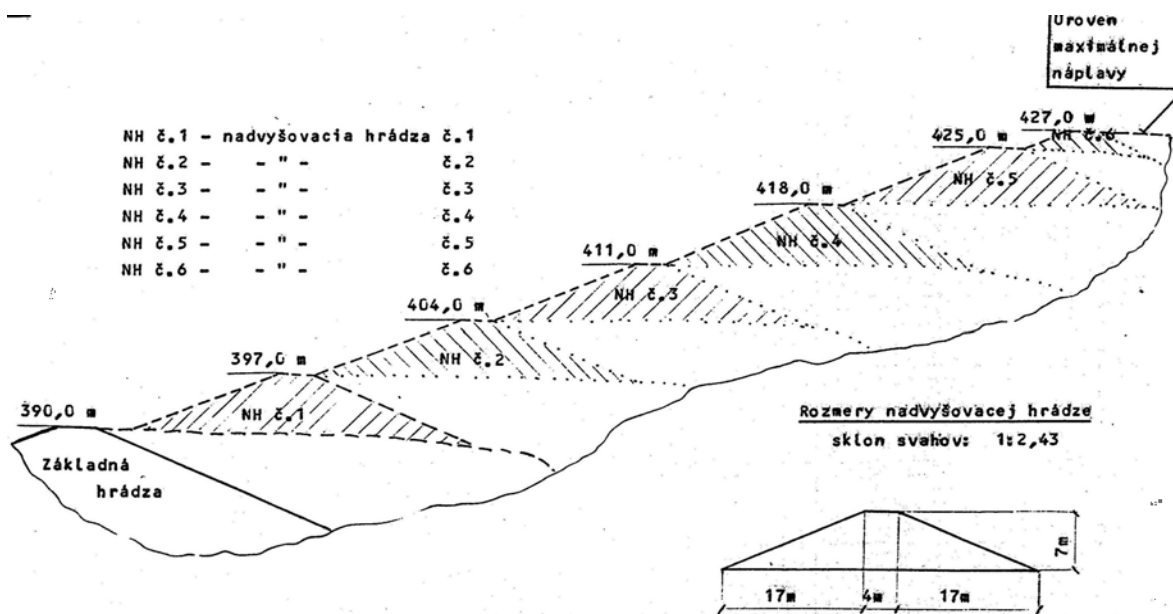
Obr. 2.2 Vzorový priečny rez základnej hrádze odkaliska Hačava

Uložený geomateriál (tzv. hnedý a biely kal) je odpad vznikajúci pri výrobe bezželezitých slinkov. Podrobnejšie údaje o vzniku a charaktere kalov sú v práci [8]. Oba kaly boli plynule zmiešavané a spoločne dopravované na odkalisko pomocou kalového čerpadla PUTZMEISTER. Obsahovali asi 50% vody, mali mäkkoplastický charakter. Okrem toho sa ukladal kal zo sedimentačných nádrží čistiarne vôd z priemyselnej kanalizácie.

Podľa opisu v prevádzkovom poriadku [8] má kalovod na odkalisko nasledovné parametre:

- celková dĺžka (po základnú hrádzu) 551,65 m;
- celkové prevýšenie 80,0 m;
- počet dopravných trás (rezerva 100%), t.j. 2;
- priemer / hrúbka steny 108/8 mm;
- maximálny prevádzkový tlak 6 MPa;
- dopravované množstvo 4,11 m³/hod.;
- počet pevných pätiiek 12 ks;
- počet klzných pätiiek 94 ks.

Na koniec kalovodu je napojené rozvodné potrubie privádzajúce kal do okrajového priestoru odkaliska, kde sa na haldách presušil a buldozérom rozprestrel. Tento postup sa aplikoval až po dosiahnutie úrovne koruny základnej hrádzy (po kótu 390,00 m n. m.). Ďalší postup budovania nadvyšovacích hrádzí (z hlušiny) je na obr. 2.3 (podľa [8]).



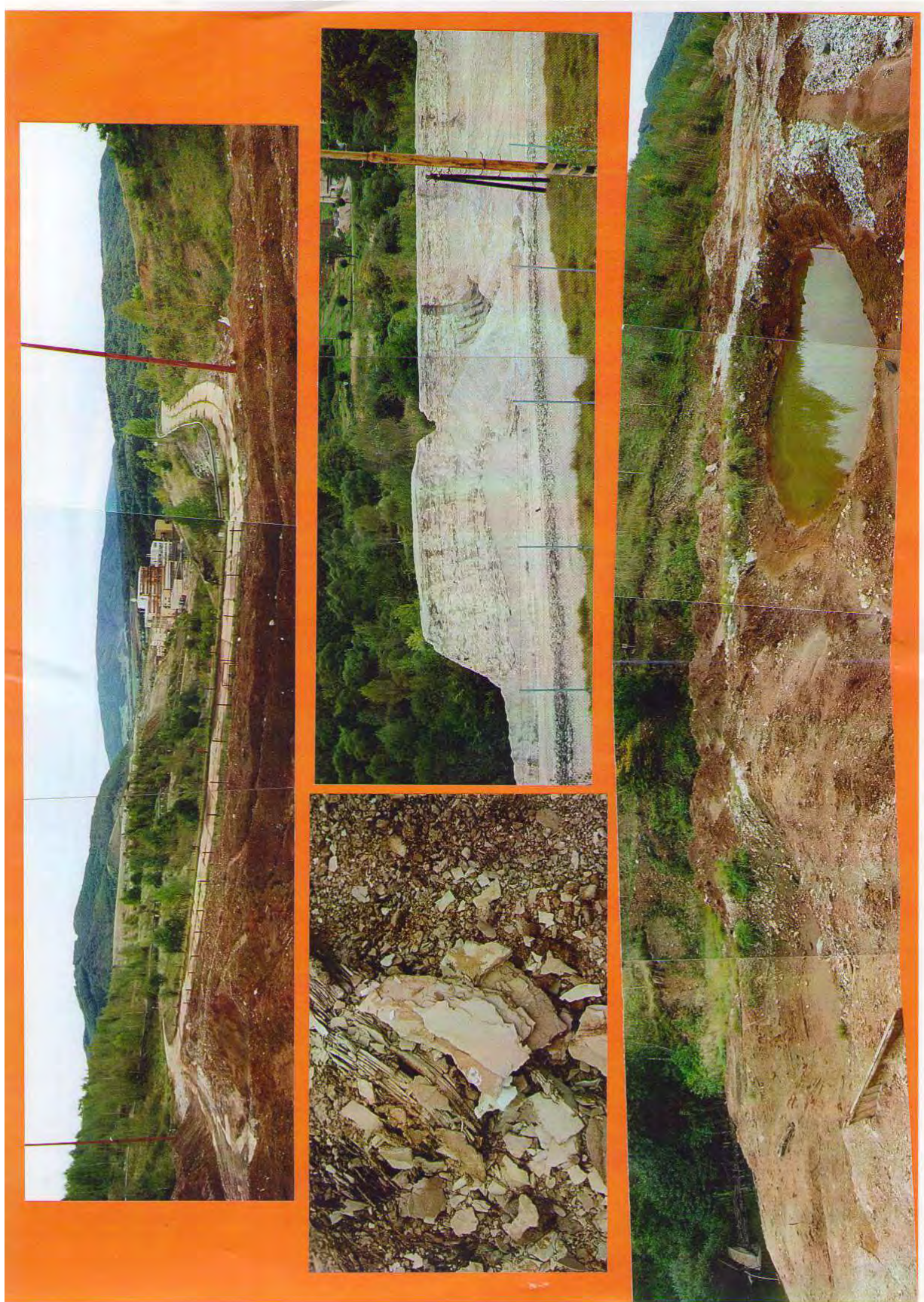
Obr. 2.3 Postup budovania nadvyšovacích hrádzí

Odkalisko bolo v prevádzke od r. 1992 do r. 1999. Do roku 2005 predstavuje množstvo uloženého sedimentu približne 46 000 t a plocha odkaliska je asi 37 000 m². V súčasnosti je v útlmovom režime, pravidelne sledované a nedochádza k prekročovaniu medzných hodnôt monitorovaných parametrov. Monitorovací systém odkaliska pozostával z 5 pozorovacích vrtov na sledovanie úrovne hladiny a kvality podzemnej vody v telese hrádzového systému a v podloží (vrtv E, G na návodnej strane koruny základnej hrádze; J, K na päte základnej hrádze a N pri odbočke preložky potoka Babina). Vrt J je od 30.05.1996 nefunkčný (zničený). Deformácie hrádzového telesa sú merané v šiestich bodoch (3 vzťažné, t.j. tzv. pevné a 3 pozorovacie, t.j. tzv. kontrolné). Situáciu na odkalisku ukazujú fotografie č. 2.4 až 2.8 (STU, SvF Bratislava, september 2002).

2.4 Geotechnické parametre materiálov odkaliska

Geotechnické parametre geomateriálov odkaliska sú v dostupných správach opísané veľmi úsporne. Práca [3] uvádza dve etapy prieskumných prác urobených v r. 1982 (Podrobný inžinierskogeologický prieskum, IGHP š.p. Žilina, závod Košice) a v r. 1985 (Doplňujúci inžinierskogeologický prieskum, Rudný projekt, Brno). Text posudku [3] neuvádza počet, ani hĺbku vrtov. Z laboratórnych skúšok boli pravdepodobne urobené len krivky zrnitosti, nie sú však dokladované, ani nie je uvedený ich počet a opis. Podľa opisu vrtov a geologických profilov (nie sú súčasťou správy) sú zeminy v priestore základnej hrádze a budúceho odkaliska zatriedené podľa noriem (ČSN 73 1001 a ČSN 73 6824) ako:

- hliny piesčité, prachovité, ílovité s rôznym obsahom úlomkov;
- piesky hlinité s úlomkami;
- štrky piesčité, hlinité;
- kamenité až balvanité sute s hlinitou výplňou;
- elúvium svorov (zvetrané a rozpadnuté svory) charakteru hlín s úlomkami, miestami až štrky hlinité;
- skalné horniny (rozpukané a navetralé svory). Mocnosť pokryvných zemín je premenlivá. Lavostranný svah odkaliska má horninový podklad prekrytý zeminami o hrúbke 2,5 až 10,7 m (priemerne okolo 7,0 m). Na pravostrannom svahu je dokumentovaná menšia hrúbka pokryvných vrstiev zemín, asi 4,5 až 6,0 m (údajov z vrtov bolo asi menej). Erózne dno údolia má pokryvné vrstvy hrubé len asi 1,4 až 2,5 m. Jediná číselne udávaná hodnota v tejto práci je interval koeficientu priepustnosti prolúviálnych a deluviálnych sedimentov $k_f \langle 1,0 \cdot 10^{-8}; 6,0 \cdot 10^{-9} \rangle$ [ms⁻¹], určený podľa kriviek zrnitosti. V projektovej dokumentácii [1]



Obr. 2.4 Celkový pohľad, geomateriál – odpad, zátopa a odberný objekt



Obr. 2.5 Pohľad na základnú hrádzu a akumuláčnú nádrž



Obr. 2.6 Základná hrádza a akumulčná nádrž



Obr. 2.7, Zátopa a odberný objekt , obvodový rigol odkaliska



Obr. 2.8 Kalový sediment

je zmienka o výsledkoch dopĺňujúceho inžinierskogeologického prieskumu opäť veľmi stručná (2 jadrové vrty v profile základnej hrádze a 2 v akumulačnom priestore bez udania hĺbky, profilov, vyhodnotenia vrtov, výsledkov laboratórnych skúšok). Inžinierskogeologické pomery sú hodnotené ako vhodné pre výstavbu odkaliska, s konštatovaním o takmer nepriepustnom podloží, ktoré umožnilo pri realizácii stavby vypustiť izolačné prvky.

Autor dokumentácie správne upozorňuje na nedostatočnú znalosť vlastností ukladaných kalov a nemožnosť analogického porovnávania jeho vlastností v ČR a SR. V zmysle výsledkov (IGHP š.p., z. Košice, č. ú. 138520027452013303) je kaly možné zrnitostne zatriediť ako prachy a íly a hodnotiť ako hliny a íly s nízkou až vysokou plasticitou. Charakter a zloženie kalu uvádza správa [8], podľa jej údajov sme spracovali tab. 2.1.

Tab. 2.1

Odkalisko HAČAVA			
Charakteristika a zloženie kalov (podľa [8])			
celkové množstvo		21 000 t/rok	
celkový objem		14 500 m ³ /rok	
objemová hmotnosť		14,5 kg.m ⁻³	
teplota		60,0 °C	
biely kal		hnedý kal	
zloženie	[%]	zloženie	[%]
H ₂ O	49,6	H ₂ O	48,7
MgO	21,7	MgO	16,2
CaCO ₃	16,4	Mn(OH) ₄	1,3
CaSO ₄ . 2H ₂ O	5,4	CaSO ₄ . 2H ₂ O	9,9
Fe ₂ O ₃	2,6	Fe ₂ O ₃	4,1
Fe(OH) ₃	1,5	Fe(OH) ₃	13,5
CaO	0,9	CaO	1,1
		Al(OH) ₃	1,1
		SiO ₂	2,2
ostatné	1,9	ostatné	1,9
množstvo			
2 440 t/rok		18 560 t/rok	

2.5 Prognóza správania sa odkaliska

Dostupné podklady a materiály o odkalisku neobsahujú žiadne geotechnické výpočty statickej ani filtračnej stability. Bez základných poznatkov o vlastnostiach geomateriálov odkaliska (podložie, hrádzový systém, uložené kaly), bez predstavy o pohybe vody v sedimentovanom kale a v podloží odkaliska a bez aplikácie výsledkov monitoringu sú všetky analýzy a prognózy o správaní sa zložiska kalov len na úrovni odborného odhadu. Podľa našich aj zahraničných výskumov a skúseností sú sedimentované priemyselné kaly geomateriály s veľmi individuálnymi parametrami. Mávajú spravidla vysokú pórovitosť, často metastabilnú štruktúru a anizotropiu filtračných a pevnostných vlastností. Správanie sa inžinierskych konštrukcií (v našom prípade odkaliska) z týchto geomateriálov je pri zaťažení časovo závislý proces. Materiálové charakteristiky nie sú konštanty, vplyv vody je premenlivý, okrajové podmienky sa menia. Klzné plochy nevznikajú okamžite, šmyková pevnosť geomateriálu sa nevyčerpá súčasne pozdĺž celej klznej plochy, ale postupne. Poruchy vznikajú často pomaly a nenápadne na viacerých miestach. V prípade kritickej kombinácie vplyvov ohrozujúcich stabilitu sa vznikajúce deformácie šíria progresívne a rovnováha sa často obnoví za cenu katastrofických následkov pre konštrukciu a jej okolie.

Doterajší profesionálny prístup správcu, dozoru Vodohospodárskej výstavby - TBD a realizovaný (aspoň v minimálnom rozsahu) monitoring udržiava odkalisko a jeho bezprostredné okolie v technicky bezpečnom stave. V prípade možného nadvyšovania, iného využívania, resp. rekultivácie alebo uvedenia do trvalej existencie odkaliska je potrebné vykonať geotechnický audit, t.j.:

- komplexne vyhodnotiť všetky dostupné geotechnické informácie, aj archívne materiály;
- realizovať minimálne súbory laboratórnych skúšok všetkých geomateriálov odkaliska na odobraných najmä neporušených vzorkách;
- urobiť stabilitnú a filtračnú analýzu s hodnovernými vstupnými údajmi (zameraný aktuálny geometrický tvar odkaliska, inovované, resp. určené parametre geomateriálov, aplikácia výsledkov monitoringu).

Okrem toho je potrebné priebežne plniť návrhy opatrení a dodržiavať závery hodnotiacich správ Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava vyplývajúcich z legislatívnej povinnosti.

2.6 Použité podklady

- [1] Bočkoráš, A. et al.: Výroba bezželezitých slinkov – SMZ Košice – Hačava, objekt 014 – Skládka kalov, Rudný projekt, inž.-proj. org., Košice, 09/1985, 16 s., 19 A4 výkr.
- [2] Furindová, K. et al.: Odkalisko Hačava, Čiastková správa o výsledkoch technicko-bezpečnostného dohľadu za obdobie 09/2004 až 08/2006, Vodohospodárska výstavba š.p. Bratislava, 08/2006, 14 s. 11 A4 príl.
- [3] Hudec, L.: Geotechnický posudek objektu 014 – skládka kalů, RNDr. L. Hudec – Brno, arch. č. 1984, 06/1993, 6 s.
- [4] Kollár, I.: Monitorovací vrt MVH – 1, Agrostav, inž.-proj. org., a.s., Banská Bystrica, str. Žiar nad Hronom, 08/1993, 5 s.
- [5] Kovaľko, A., Hokynek, P., Ďurianová, D., Furindová, K.: Register kategorizovaných vodných stavieb v SR, časť I., Vodné stavby – odkaliská, Vodohospodárska výstavba š.p. Bratislava, 10/2006, 12 s., 215 A4 príl.
- [6] Kovaľko, A.: Základné údaje o odkalisku, archívne práce, Vodohospodárska výstavba š.p. Bratislava, 2 s.
- [7] Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR, ALFA Bratislava, SNTL Praha, š-349/1985, 1986, 295 s.
- [8] Povinský, Š.: Prevádzkový poriadok pre skládku kalov z výroby bezželezitých slinkov Hačava, SMZ, š.p. Hačava, 01/1993, 15 s.

3. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO LINTYCH

3.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko LINTYCH		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Štiavnický potok	Banská Štiavnica	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
Projekt Interprojekt, s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14 Odkalisko s jednorázovým využitím dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
Časové údaje Odkalisko v prevádzke od r. 1964, po ukončení plavenia v r. 1975 odstavené, nemonitorované a nesledované TBD.				
Situácia Zameranie súčasnej situácie nie je urobené a archívne materiály nie sú k dispozícii. Súradnice: 48°51,522 N 21°45,070 E Plocha odkaliska: 100 200 m ²				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

3.2 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery lokality

Podľa údajov v literatúre [2], t.j. inžinierskogeologickej rajonizácie územia Slovenska je odkalisko v regióne neogénnych vulkanitov, oblasti sopečných hornatín. Neovulkanity sú vzhľadom na jednotnosť geologickotektonických podmienok vzniku a vývoja osobitou litologickou formáciou (v zmysle UNESCO – IAEG, 1976, [2]). Z hľadiska inžinierskej geológie je formácia rozdelená na základné litologické komplexy ([2], obr. 3.1):

ryolity a ryodacity; tufy a tufity; andezity – pyroxenické, amfibolické, amfibolicko-biotické, hruboporfyrické a bazaltoidné; čadiče. Reliéf oblasti je členitý, údolia sú zlomového typu. Úpätia hornatín sú lemované hlinito – kamenitými sutinami veľkých hrúbok. Svahy pokrýva piesčito – hlinité až ílovito – hlinité delúvium hrúbky 0,5 až 3,0 m (lokálne aj viac). Klíma je teplá a mierne suchá až mierne teplá a vlhká, ročné zrážky sú v intervale $\langle 650,0; 1000,0 \rangle$ [mm]. Hydrogeologické pomery sú viazané na faciálno – litologickú pestrosť horninových komplexov. Infiltrácia zrážok má dobré podmienky (zalesnenie a kolektorské vlastnosti zvetralín a pokryvných útvarov). Obeh vody je plytký, obmedzený vrstevnatosťou, priepustnosť v hĺbke 20 až 30 m je minimálna. Podložie odkaliska tvoria amfibolicko-biotické andezity studenskej formácie. Mocnosť elúvia je asi 1,5 m, deluviálne hliny majú hrúbku 0,5 až 1,0 m. Podrobnejšie informácie sme zatiaľ nezískali.



a – prevažne lávové komplexy andezitov, ryolitov a čadičov – čierne plochy; b – prevažne tufové a tufitické komplexy – šrafované

Obr. 3.1 Rozšírenie litologickej formácie neovulkanitov

3.3 Súčasný stav odkaliska

Údolné odkalisko s trvale uloženým sedimentom z úpravne rúd je od r. 1975 neprevádzkované. Je zaradené medzi rekultivované environmentálne záťaže, nie je monitorované. Na pláži už vyrástol les a je tu vymedzená manipulačná plocha na ťažbu dreva. Na hrádzovom systéme sú stopy lokálnej nelegálnej ťažby sedimentu piesčitého charakteru. Fotodokumentácia súčasného stavu je na obr. 3.2. až 3.5. Technickú dokumentáciu sme zatiaľ nemali k dispozícii a nemáme presné informácie, či sa vôbec zachovala.



Obr. 3.2 Pohľad z odkaliska



Obr. 3.3 Pohľad na hrádzu odkaliska



Obr. 3.4 Svah nadvyšovacích hrádzí



Obr. 3.5 Nepovolená ťažba

3.4 Geotechnické parametre materiálov odkaliska

O geotechnických parametroch podložia, hrádzového systému a uloženého sedimentu nemáme žiadne informácie.

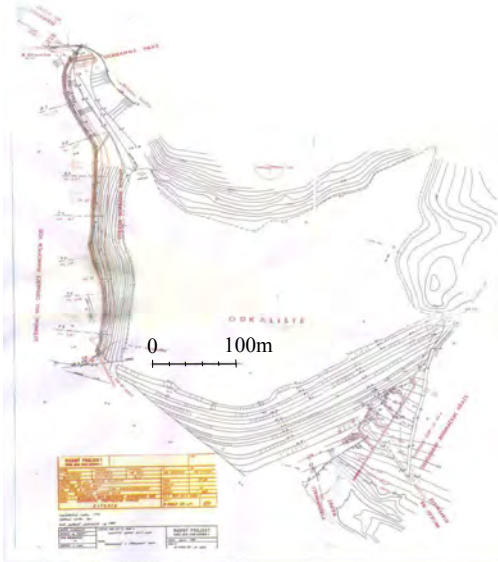
3.5 Prognóza správania sa odkaliska

Odkalisko Lintych je od r. 1975 v stave tzv. dlhodobej existencie. Je to termín Technického výboru pre odkaliská pri Medzinárodnej priehradárskej komisii ICOLD. Podľa právneho výkladu je vodná stavba uvedená do neškodného stavu vtedy, keď je dielo odstránené, alebo keď sú na nej vykonané také zmeny, že stráca charakter vodnej stavby a svojou existenciou nevyvoláva nebezpečie, t.j. neohrozuje územie vo svojom okolí. V praxi u odkalísk stav po ukončení jeho využívania nemožno považovať za neškodný, pretože odkalisko je trvalou environmentálnou záťažou územia. Príčinou havárií je aj absencia monitoringu, nedostatočná údržba a vyčerpanie životnosti konštrukcií. Považujeme preto za nevyhnutné vypracovať aj v prípade odkaliska Lintych aspoň základný geotechnický audit, ktorý poskytne podklady v rozhodovacom procese využitia a existencie tejto environmentálnej záťaže.

3.6 Použité podklady

- [1] Kovaľko, A., Hokynek, P., Ďurianová, D., Furindová, K.: Register kategorizovaných vodných stavieb v SR, časť I., Vodné stavby – odkaliská, Vodohospodárska výstavba š.p. Bratislava, 10/2006, 12 s., 215 A4 príl.
- [2] Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR, ALFA Bratislava, SNTL Praha, š-349/1985, 1986, 295 s.

4. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO SEDEM ŽIEN
4.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko SEDEM ŽIEN		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Jasenica	Banská Belá Banská Štiavnica	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
Projekt				
Interprojekt, s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice a Brno, EnviGeo, s.r.o. Banská Bystrica				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14				
Odkalisko s kombinovaným (čiastočne recirkulácia a prietok do recipientu) systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, svahovo-údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
Časové údaje				
Odkalisko v prevádzke od r. 1963, v r. 1975 po rekonštrukcii závodu aj odkaliska plavenie od kóty 521,0 m n. m., v roku 1976 havária pri výške náplavy 526,0 m n. m., sanácia prísypom z hlušiny, v r. 1983 sanácia priesakov – odvodnenie podmáčanej hrádze, v r. 1990 zvýšenie kapacity odkaliska, v r. 1991 zaťažovací prísyp vzdušnej päty hrádze na kótu 531,5 m n. m., po ukončení plavenia na kótu cca 555,0 m n. m. v r. 1994 odstavené, rekultivované. Časti pláže sú odvodnené priekopami a pôvodným kolektorom. Vyrovnávacía nádrž je odstránená, podhrádzie je upravené, drenáže sú živé, množstvo vytekajúcej vody sa dá merať merným žľabom.				
Situácia				
Zameranie súčasnej situácie nie je urobené a archívne materiály nie sú k dispozícii. Podľa údajov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava z r. 1994 má odkalisko rozlohu cca 16,5 ha.				
Súradnice: 48°28,331 N 18°55,433 E				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

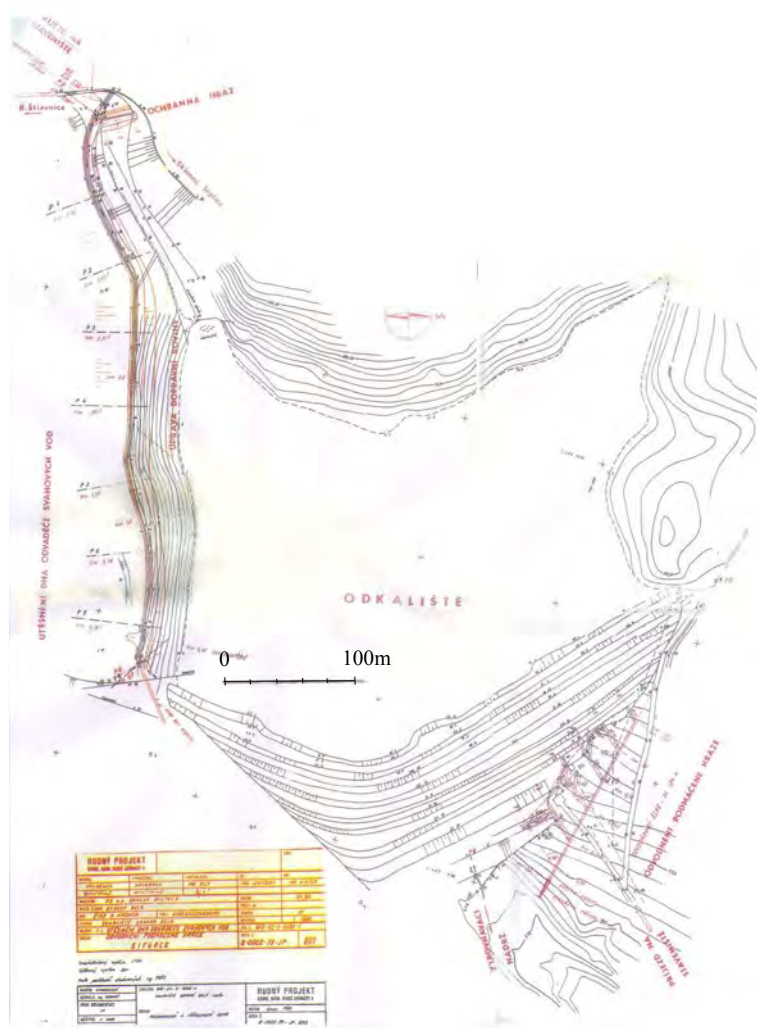
4.2 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery

Podľa údajov v literatúre [5], t.j. inžinierskogeologickej rajonizácie územia Slovenska je odkalisko v regióne neogénnych vulkanitov, oblasti sopečných hornatín. Neovulkanity sú vzhľadom na jednotnosť geologickotektonických podmienok vzniku a vývoja osobitou litologickou formáciou (v zmysle UNESCO – IAEG, 1976, [5]). Z hľadiska inžinierskej geológie je formácia rozdelená na základné litologické komplexy ([5]): ryolity a ryodacity; tufy a tufity; andezity – pyroxenické, amfibolické, amfibolicko-biotické, hruboporfyrické a bazaltoidné; čadiče. Reliéf oblasti je členitý, údolia sú zlomového typu. Úpätia hornatín sú lemované hlinito – kamenitými sutinami veľkých hrúbok. Svahy pokrýva piesčito – hlinité až ílovito – hlinité delúvium hrúbky 0,5 až 3,0 m (lokálne aj viac). Klíma je teplá a mierne suchá až mierne teplá a vlhká, ročné zrážky sú v intervale $\langle 650,0; 1000,0 \rangle$ [mm]. Hydrogeologické pomery sú viazané na faciálno – litologickú pestrosť horninových komplexov. Infiltrácia zrážok má dobré podmienky (zalesnenie a kolektorské vlastnosti zvetralín a pokryvných útvarov). Obeh vody je plytký, obmedzený vrstevnatosťou, priepustnosť v hĺbke 20 až 30 m je minimálna. Podložie odkaliska tvoria amfibolicko-biotické andezity studenskej formácie. Mocnosť elúvia je asi 1,5 m, deluviálne hliny majú hrúbku 0,5 až 1,0 m. Podrobnejšie informácie sme zatiaľ nezískali.

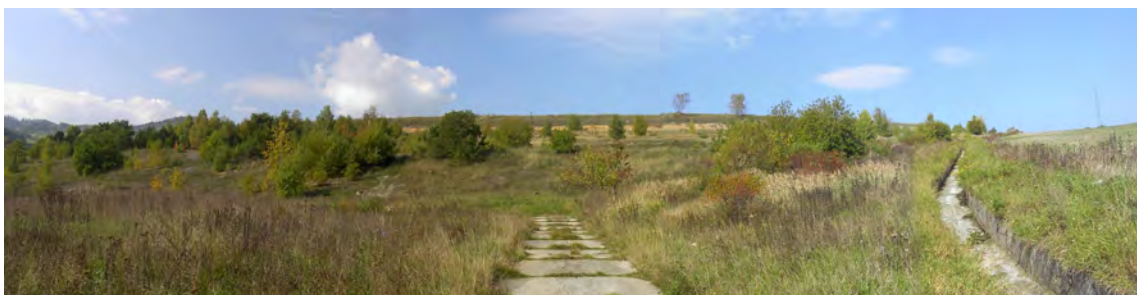
4.3 Súčasný stav odkaliska

Odkalisko flotačnej úpravne rúd Rudných baní š.p. Banská Bystrica, závodu Banská Štiavnica je situované na katastrálnom území Banská Belá (asi 18,5 ha) a Banská Štiavnica (asi 3,5 ha). Bolo projektované etapovite na výšku 44,0 m (511,0 až 555,0 m n. m.) s celkovým objemom 2,5 mil. m³. Je údolno – svahového typu s obvodovou základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín. Nadvyšovací hrádze sú z naplavovaného geomateriálu upraveného hydrocyklónmi. Odkalisko slúžilo aj na čistenie odpadnej vody (sedimentácia a oxidácia) a zahŕňalo aj vyrovnávaciu nádrž a záchytné priekopy. Kal sa privádzal gravitačným kalovodom rozvodmi po hrádzi a cez hydrocyklóny vypúšťal do akumuláčného priestoru odkaliska. Odpad – rudnina obsahovala karbonáty, kremík, andezity, sedimentárne horniny, baryt a zvyšky úžitkových minerálov sfaleritu, galenitu, chalkopyritu, pyritu, hematitu a iných. Pri plavení dochádzalo k striedaniu technológie plavenia (hydrocyklóny a naplavovanie zo žľabov na hrádzi). Vyskytovali sa negatívne javy (priesaky, prekračovanie úrovni medzných hladín vody v telese odkaliska, zanedbávanie údržby, atď.) a sanačné práce

boli zdĺhavé. V r. 1990 bol vypracovaný projekt na nadvýšenie odkaliska po kótu 562,0 m n. m. a výhľadová štúdia na nadvýšenie až na kótu 590,0 m n. m. Expertízne posúdenie (VÚIS Bratislava, pracovisko Brno, 1991) iniciovalo rekultivačné práce zahŕňajúce realizáciu zaťažovacieho prísypu vzdušnej päty hrádzového systému, drenážne opatrenia, ochranu pozorovacích vrtov, predĺženie kolektora ústiaceho do akumuláčnej nádrže a predĺženie záchytných rigolov. Všetky práce sa urobili v rámci likvidácie hlavných banských diel pri zastavení ťažby a prevádzky úpravne rúd. Realizoval sa aj projekt rekultivácie a uvedenia odkaliska do stavu dlhodobej existencie. V súčasnosti rozhodnutím OÚŽP bolo vodné dielo v zmysle platnej legislatívy zrušené ([8], [9]). Správca podľa rozhodnutia vykonáva udržiavacie práce a merania (kvalitu vody, meranie úrovne hladín v pozorovacích sondách, množstvá v drenážach, atď). Situácia odkaliska z projektovej dokumentácie je na obr. 4.1. Súčasný stav odkaliska ukazujú obr. 4.2 až 4.4.



Obr. 4.1 Situácia odkaliska



Obr. 4.2 Pohľad na hrádzu



Obr. 4.3 Vyústenie kolektora



Obr. 4.4 Zaústenie potoka do potrubnej časti

4.4 Geotechnické parametre materiálov odkaliska

O geotechnických parametroch materiálov podložja, hrádzového systému a flotačnom sedimente nemáme zatiaľ žiadne informácie.

4.5 Prognóza správania sa odkaliska

Po zastavení ťažby polymetalických rúd a ich úpravy bola prevádzka na odkalisku ukončená (08/1994). Plavením dosiahlo odkalisko kótu 555,0 m n. m., t.j. úroveň ostatnej nadvyšovacej hrádze. Rekultiváciu a uvedenie odkaliska do stavu dlhodobej existencie zabezpečil správca Rudné bane š.p. Banská Bystrica (Projekčná a inžinierska kancelária, Ing. F. Doubavník a ENVIGEO, s.r.o. Banská Bystrica, 08/1996). Prvou fázou prác bola likvidácia ťažby, zabezpečenie a stabilizácia odkaliska a protiprašné opatrenia. Druhá fáza činností zahŕňala búracie práce, technickú a biologickú rekultiváciu, monitorovací systém a odvedenie vôd.

Odkalisko spĺňa regulérne technické a legislatívne nároky na zaradenie do skupiny trvalých environmentálnych záťaží neohrožujúcich životné prostredie. V tomto prípade navrhujeme len základný geotechnický audit, ktorý zhodnotí archívne údaje, overí na minimálnom súbore vzoriek geomateriálov ich geotechnické parametre a analyzuje výsledky monitoringu. Závery auditu by mali obsahovať aj postup pre ďalšie možné využitie odkaliska a časový harmonogram jeho sledovania.

4.6 Použité podklady

- [1] Čunderlík, M., Harazin, M.: Rekultivácia odkaliska „Sedem žien“, projekt stavby, zmena č. 1, EnviGeo s.r.o., Banská Bystrica, 4 s., 26 A4 výkr.
- [2] Koupán, J., Bílý, M. et al.: Odkaliště „Sedum žen“, Projekt měření, Rudný projekt Brno, z.č. 842-82-9-0037-1, arch. č. B-003728-JP600, 03/1986, 28 A4 výkr.
- [3] Kovaľko, A., Hokynek, P., Ďurianová, D., Furindová, K.: Register kategorizovaných vodných stavieb v SR, časť I., Vodné stavby – odkaliská, Vodohospodárska výstavba š.p. Bratislava, 10/2006, 12 s., 215 A4 príl.
- [4] Líšková, M., Lintnerová, O., Pauditš, P.: Acidifikácia prostredia na odkalisku Sedem žien pri Banskej Štiavnici, Mineralia Slovaca, 31/1999, s. 131 – 142.

- [5] Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR, ALFA Bratislava, SNTL Praha, š-349/1985, 1986, 295 s.
- [6] Munkáči, J. et al.: Vyjadrenie k projektu stavby „Rekultivácia odkaliska – Sedem žien“ a k súvisiacemu vypúšťaniu vôd do recipientu, Povodie Hrona, š.p. Banská Bystrica, list zn. 125-291/97, 18.06.1997, 4 s.
- [7] Palečeková, P.: Odkalisko so sedimentami rudných odpadov, odkalisko Banská Štiavnica – Sedem žien, sem. práca, STU – SvF Bratislava, 12/2007, 10 s. 32 A4 príl. + výkr.
- [8] Pikna, V. et al.: Stanovisko VV TBD – odkalisko Banská Štiavnica – Sedem žien, Vodohospodárska výstavba š.p. Bratislava, 08.12.1994, 2 s.
- [9] Šafařík, Z. et al.: Rozhodnutie OÚ – odbor ŽP: Zrušenie vodoprávných povolení a vodohospodárskeho diela v zmysle platnej legislatívy, OÚ Banská Štiavnica, 24.06.1997, 4 s.
- [10] Tršo, J., Tomajka I.: Odkalisko Sedem žien, hladina zátopy ku dňu 19.05.1994, Rudné bane š.p., Banská Bystrica, M=1:1000, BŠ-D2-165, 9 A4 výkr.

5. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO DÚBRAVA 01, 02
5.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko DÚBRAVA 01, 02		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Križovianka	Dúbrava, Liptovský Mikuláš	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
Projekt				
Interprojekt s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice, závod Brno, závod Košice				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14				
Odkaliská s prietochným systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, svahové so základnými hrádzami sypanými z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
Časové údaje				
Odkalisko Dúbrava 01 v prevádzke od r. 1966, Dúbrava 02 od r. 1980, po ukončení plavenia v r. 1991 (Dúbrava 02) a 1992 (Dúbrava 01) odstavené, nemonitorované a nesledované TBD, technicko – biologická rekultivácia urobená v r. 1995 - 2000. Vodná stavba III. kategórie zrušená rozhodnutiami ObÚŽP Liptovský Mikuláš, č. ŠVS-281/1993-Mk, 29.04.1993.				
Situácia				
Zameranie súčasnej situácie nie je urobené a archívne materiály nie sú k dispozícii. Podľa údajov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava z r. 1994 majú odkaliská rozlohu cca (3,2+3,6)ha, t.j. cca 6,8 ha.				
Súradnice: 49°05,484 N 19°29,209 E				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

5.2 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery lokality

Záujmové územie je v regióne jadrových pohorí, oblasť vysokých jadrových pohorí a susedí s regiónom neogénnych tektonických vkleslín, oblasťou vnútrohorských kotlín ([9]). Z hodnotenia hydrogeologických pomerov vyplýva, že horniny kryštalinika sú slabo zvodnené, s nízkou puklinovou priepustnosťou. Plytký obeh podzemných vôd sa viaže na zóny zvetrávania. Dopĺňa sa infiltráciou zrážok. Významnejšie sú zvodnené kremence a dolomity pod odkaliskom v smere toku riečky Križovianky. V jej údolí sú významné pramene zachytené pre vodárenské účely (Močidlo, Škripeň, Brdáre vyvierajúce na okraji údolnej nivy), ([4]). Práca [4] uvádza možnosť únikov odpadných vôd z odkaliska do povrchových a podzemných vôd v jeho okolí.

V podloží odkaliska sú kvartérne sedimenty (kamenitohlinité suty až hliny, miestami piesky a morénový materiál). Predkvartérne podložie tvorí kryštalinikum s mezozoickým obalom (horniny sú tektonicky podrvené, vápence a bridlice majú charakter poloskalných hornín až zemín, t.j. íly a íly s úlomkami). Seizmické zaťaženie územia predstavuje max. 6° stupnice M.C.S.

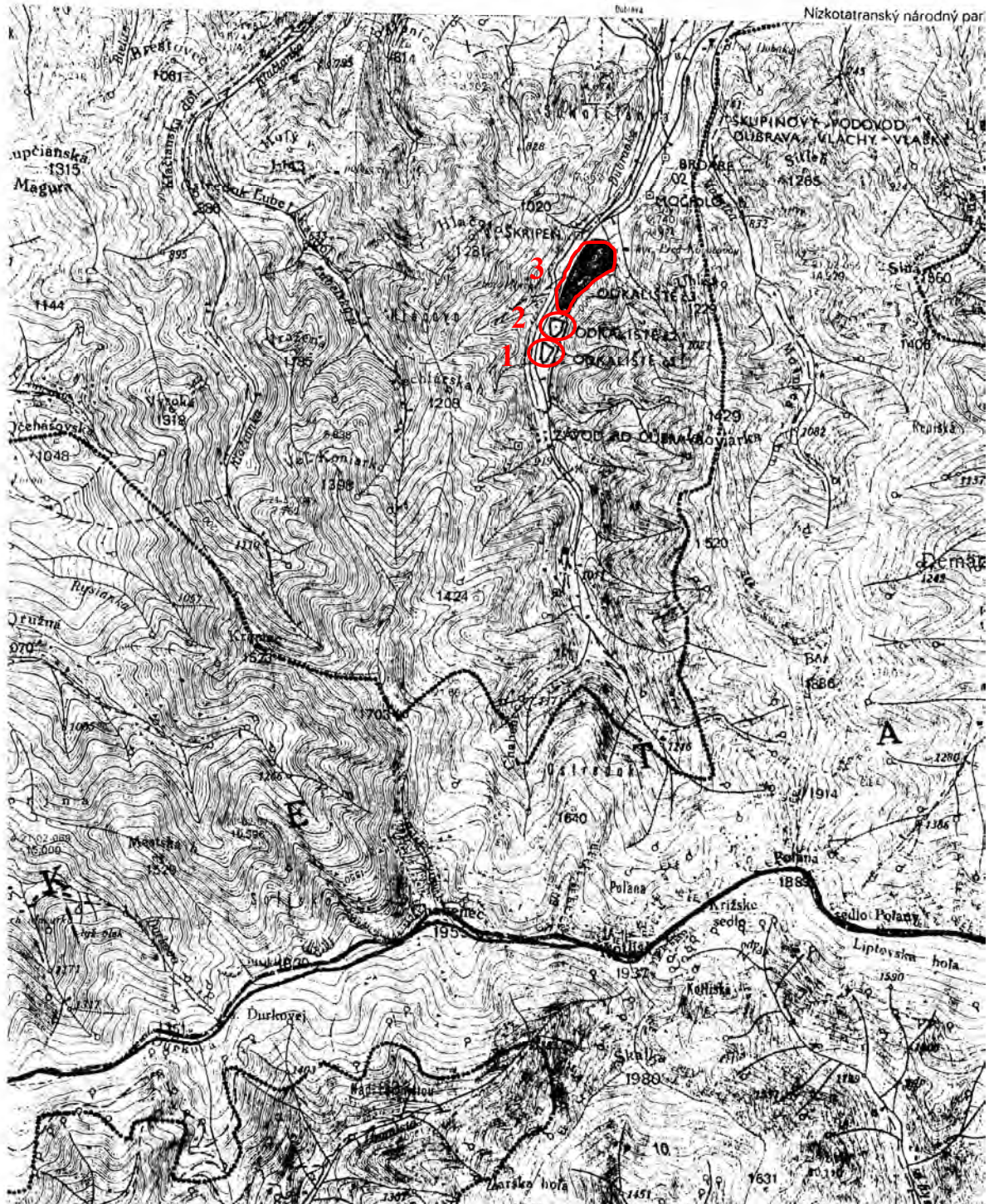
5.3 Súčasný stav odkaliska

Odkaliská Dúbrava 01 a Dúbrava 02 boli dva samostatné objekty na ukladanie flotačných odpadov z výroby antimonového koncentráту, v minulosti aj na uloženie banskej hlušiny. Prevádzkovali sa od r. 1965 (Dúbrava 01) a od r. 1980 (Dúbrava 02) až do roku 1991 – 1992. Objem uloženého odpadu je viac ako 1 mil. m³ (350 000 m³ - Dúbrava 01 a 700 000 m³ - Dúbrava 02) a výška hrádzového systému je 20,0 až 26,0 m nad pôvodným terénom. Plocha odkalísk je cez 100 000 m² (cca 50 000 m² - Dúbrava 01 a cca 60 000 m² - Dúbrava 02). Dnes sú tieto dve svahové odkaliská (tzv. staré odkalisko) s hrádzovým systémom pozdĺž toku rieky Križovianka rekultivované, zatrávnené a zarastené náletovými drevinami. Technicko-biologická rekultivácia bola ukončená v r. 2000. Na vyvýšenom teréne, oddeľujúcom obe odkaliská je prevádzková budova, v súčasnosti prispôbená na rekreačné účely. Prehľadná mapa je na obr. 5.1 (prevzaté z archívnych materiálov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava). Súčasný stav dokumentuje obr. 5.2 a 5.3.

DEMÄNOVSKÁ DOLINA

RÚŽOMBEROK

LIPT. MIKULÁŠ



Obr. 5.1 Situovanie odkalísk Dúbrava 01, 02 a 03



Obr. 5.2 Odkalisko Dúbrava 01



Obr. 5.3 Odkalisko Dúbrava 02

5.4 Geotechnické parametre materiálov odkaliska

O geotechnických parametroch materiálov podložia, hrádzových telies ani o flotačnom odpade nemáme žiadne relevantné informácie.

5.5 Prognóza správania sa odkaliska

Kategorizácia odkaliska Dúbrava 01, 02 ako vodnej stavby (III. kategória) bola Rozhodnutiami Obvodného úradu životného prostredia Liptovský Mikuláš č. ŠVS-281/1993-Mk dňa 29.04.1993 zrušená. Aby bolo možné prognózovanie správania sa, resp. využívania priestoru odkaliska aj v budúcnosti, je nevyhnutný geotechnický audit aspoň minimálneho rozsahu. Výstupom bude preukázanie bezpečnosti odkaliska, prípadne využívanie odpadu, evidovanie starej environmentálnej záťaže, alebo možnosť rekreačného využitia územia.

5.6 Použité podklady

- [1] Citterberg, J.: Skúsenosti z naplavovania odkalísk v n.p. Rudné bane, Banská Bystrica, In: Zb. medzinár. konf. Hornická Příbram ve vědě a technice, sekcia Odkaliště, ČSVTS, Příbram, 1983, s. 218 – 222.
- [2] Iglárová, L., Pauditš, P.: Informačné systémy monitoringu v rezorte životného prostredia. Geológia a životné prostredie, ŠGÚDŠ, PFUK Bratislava, SAIG, 2001, s. 141 – 145.
- [3] Kovaľko, A., Hokynek, P., Ďurianová, D., Furindová, K.: Register kategorizovaných vodných stavieb v SR, časť I., vodné stavby – odkaliská, Vodohospodárska výstavba, š.p. Bratislava, 10/2006, 13 s., 198 A4 príl.
- [4] Letko, V. et al.: Prieskum znečistenia geologického prostredia z odkaliska Dúbrava, č. ú. 90-0002-32-590-1233-1 (H 226/90), UK Bratislava, Prírod. fak., 1992, 128 s., 14 A4 výkr., 25 A4 príl.
- [5] Lintnerová, O.: Vplyv ťažby nerastných surovín na životné prostredie, UK Bratislava, 2002, ISBN 80-223-1630-X, 160 s.
- [6] Loutocký, M.: Vlastnosti sedimentů z rudných provozů v odkalištích, In: Zb. medzinár. symp. Hornická Příbram ve vědě a technice, ČSVTS, Příbram, 1980, s. 13 – 25.
- [7] Masarovičová, M., Slávik, I., Kovaľko, A.: Desludging Sites in Slovak Exkursion Region, In: Proc. XIII. th EC on SMGE, Geotechnical Problems with Man – Made and Man –

Influenced Grounds, Praha, ČGtS, ISBN 80-8676-03-8, 25. – 28.8.2003, vol. 4, s. 166 – 172.

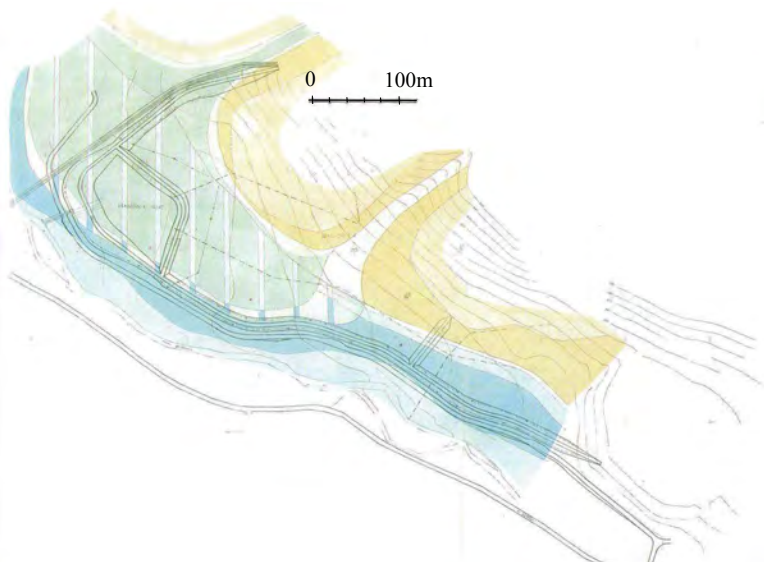
[8] Matula, M.: Geológia v územnom plánovaní a výstavbe. Príroda a.s., MŽP SR Bratislava, ISBN 80-07-00771-7, 1995, 224 s.

[9] Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR, ALFA Bratislava – SNTL Praha, š-349/1985 – 30, 1986, 295 s.

[10] Pikna, V., Kovaľko, A.: Register technickogeologických parametrov odkalísk zaradených do zoznamu vodohospodárskych diel, Vodohospodárska výstavba, š.p. Bratislava, MŽP SR Bratislava, 1994, 72 s.

6. Identifikačný popis odkaliska – ODKALISKO DÚBRAVA 03

6.1 IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko DÚBRAVA 03		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Križovianka	Dúbrava, Liptovský Mikuláš	rudný sediment	Rudné bane š.p. Banská Bystrica
Projekt				
Interprojekt, s.p. Praha, Rudný projekt š.p. Košice, závod Brno, závod Košice				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14				
Odkalisko s prietochným systémom dopravnej vody, čiastočne pretekané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny a miestnych zemín, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
Časové údaje				
Odkalisko v prevádzke od r. 1966, po ukončení plavenia v r. 1993 odstavené, rekultivácia (technicko-biologická) ukončená v r. 2000 (územie je rekultivované iba čiastočne), vodná stavba III. kategórie zrušená Rozhodnutím ObÚŽP Liptovský Mikuláš č. ŠVS-1597/1995-Mk, 15.05.1995.				
Situácia				
Zameranie súčasnej situácie nie je urobené, uvádzame situáciu z archívnych materiálov [4].				
Podľa údajov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava z r. 1994 má odkalisko aj s dočist'ovacou nádržou rozlohu cca 8,3 ha.				
Súradnice: 49°05,484 N 19°29,209 E				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je podpriemerná.

6.2 Ižinierskogeologické a hydrogeologické pomery lokality

Záujmové územie je v regióne jadrových pohorí, oblasť vysokých jadrových pohorí a susedí s regiónom neogénnych tektonických vkleslín, oblasťou vnútrohorských kotlín ([9]). Z hodnotenia hydrogeologických pomerov vyplýva, že horniny kryštalinika sú slabo zvodnené, s nízkou puklinovou priepustnosťou. Plytký obeh podzemných vôd sa viaže na zóny zvetrávania. Dopĺňa sa infiltráciou zrážok. Významnejšie sú zvodnené kremence a dolomity pod odkaliskom v smere toku riečky Križovianky. V jej údolí sú významné pramene zachytené pre vodárenské účely (Močidlo, Škripeň, Brdáre vyvierajúce na okraji údolnej nivy), ([4]). Práca [4] uvádza možnosť únikov odpadných vôd z odkaliska do povrchových a podzemných vôd v jeho okolí.

V podloží odkaliska sú kvartérne sedimenty (kamenitohlinité sute až hliny, miestami piesky a morénový materiál). Predkvartérne podložie tvorí kryštalinikum s mezozoickým obalom (horniny sú tektonicky podrvené, vápence a bridlice majú charakter poloskalných hornín až zemín, t.j. íly a íly s úlomkami). Seizmické zaťaženie územia predstavuje max. 6° stupnice M.C.S.

6.3 Súčasný stav odkaliska

Odkalisko Dúbrava 03 na úbočí pravého svahu údolia (v smere toku, pod odkaliskami 01 a 02) má základnú hrádzu výšky cca 3,0 m (šírka koruny je 4,0 m, sklon vnútorného svahu 1:2,5 a vonkajšieho 1:2) sypanú z netriedeného miestneho materiálu. Celková dĺžka základnej obvodovej hrádze je cca 1,0 km a umožňuje uloženie asi 1,0 mil. m³ flotačného odpadu. Pod odkaliskom je akumulčná nádrž (zdržiavanie vody na 2 – 5 dní, na dokonalú sedimentáciu jemných podielov flotačných odpadov). Kolektorové potrubie je oceľové priemeru 400 mm, po celej dĺžke obetónované, uložené vo výkope, len v spodnej časti na násype. Drenážny systém je urobený na vzdušnej a na návodnej strane päty základnej hrádze, aj v priestore odkaliska (betónové rúry Ø 200 mm obalené geotextíliou a prísypom, so spojovacími a kontrolnými šachtami). Dno údolia je na kóte cca 831,0 m n. m., potok Križovianka obteká odkalisko, projektovaná výška hrádzového systému je 34,0 m (súčasný stav výšky hrádze cca 12,0 m) a maximálny objem odkaliska je 4,5 mil. m³ (uložený objem cca 300 000 m³). Odkalisko zaberá plochu asi 150 000 m² (počas prevádzky bolo delené na kazety – oddelené časti). Výrazný útlm ťažby nastal v r. 1992 a v r. 1993 sa ukončila prevádzka odkaliska. Rekultivácia odkaliska nie je komplexná. Na pláži je zachovaná priehlebeň bývalého jazera,

naplavovacie potrubie, šachty a drenáže nie sú technicky korektne likvidované a realizuje sa nedovolená ťažba sedimentu. Projekt navrhoval opatrenia na začlenenie tohto cudzieho telesa do krajiny podľa konfigurácie terénu, osadenie skupín vybraných stromov a krovín a oddelenie oblasti pásom lesa. Podľa stabilných podmienok je nevyhnutné udržiavať hladinu vody v intervale medzných hodnôt a nedovoliť vytekanie toxických látok. Prehľadná mapa je na obr. 5.1 (kap.5, prevzatá z archívnych projektov [15]). Na obr. 6.1 je dokumentovaný súčasný stav odkaliska. Situácia odkaliska z archívnych podkladov [4] je na obr. 6.2.

Výskumné práce vykonané v r. 1990 – 1992 ([4], spolupráca pracovníkov Univerzity Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta, Katedra inžinierskej geológie a Moskovskej štátnej univerzity, Geologickej fakulty, Laboratórium ochrany geologického prostredia) upresnili inžinierskogeologické pomery územia, stanovili rozsah možného znečistenia podzemných a povrchových vôd v okolí odkaliska, vyhľadávali vhodné zeminy na sobčné bariéry, alebo ochranné podložie pre nové odkalisko a navrhli opatrenia proti šíreniu znečistenia do okolitého prostredia. Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery umožňujú priesaky odpadových vôd v pórovitom prostredí glaciofluviálnych a proluviálnych sedimentov. Odpadové vody obsahujú zvýšené koncentrácie niektorých ťažkých kovov (Sb, As, Cd, Mn, Fe). Rozbory usadených flotačných kalov a zmeny v okolí odkaliska dokladujú prítomnosť ťažkých kovov vo vysokých koncentráciách. Odkalisko je zaradené do monitorovacieho systému geofaktorov životného prostredia SR. Nové poznatky o šírení znečistenia, príp. ich využiteľnosť pre iné lokality sme zatiaľ nemali k dispozícii.



Obr. 6.1 Odkalisko Dúbrava 03

6.4 Geotechnické parametre materiálov odkaliska

O geotechnických parametroch materiálov podložia, hrádzových telies ani o flotačnom odpade nemáme žiadne relevantné informácie.

6.5 Prognóza správania sa odkaliska

Kategorizácia odkaliska Dúbrava 03 ako vodnej stavby (III. kategória) bola Rozhodnutiami Obvodného úradu životného prostredia Liptovský Mikuláš č. ŠVS-1597/1995-Mk dňa 15.05.1995 zrušená. Aby bolo možné prognózovanie správania sa, resp. využívania priestoru odkaliska aj v budúcnosti, je nevyhnutný geotechnický audit s podrobným štúdiom a zhodnotením archívnych materiálov doplnený minimálnym rozsahom laboratórnych skúšok geomateriálov odkaliska, analýzou prúdenia vody v telese a okolí odkaliska a stavom jej znečistenia, resp. možnosťou kontaminácie prostredia. Výstupom bude preukázanie bezpečnosti odkaliska, prípadne využívanie odpadu, evidovanie starej environmentálnej záťaže, alebo možnosť rekreačného využitia územia.

6.6 Použité odklady

- [1] Citterberg, J.: Skúsenosti z naplavovania odkalísk v n.p. Rudné bane, Banská Bystrica, In: Zb. medzinár. konf. Hornická Příbram ve vědě a technice, sekcia Odkaliště, ČSVTS, Příbram, 1983, s. 218 – 222.
- [2] Iglárová, L., Pauditš, P.: Informačné systémy monitoringu v rezorte životného prostredia. Geológia a životné prostredie, ŠGÚDŠ, PFUK Bratislava, SAIG, 2001, s. 141 – 145.
- [3] Kovaľko, A., Hokynek, P., Ďurianová, D., Furindová, K.: Register kategorizovaných vodných stavieb v SR, časť I., vodné stavby – odkaliská, Vodohospodárska výstavba, š.p. Bratislava, 10/2006, 13 s., 198 A4 príl.
- [4] Letko, V. et al.: Prieskum znečistenia geologického prostredia z odkaliska Dúbrava, č. ú. 90-0002-32-590-1233-1 (H 226/90), UK Bratislava, Prírod. fak., 1992, 128 s., 14 A4 výkr., 25 A4 príl.
- [5] Lintnerová, O.: Vplyv ťažby nerastných surovín na životné prostredie, UK Bratislava, 2002, ISBN 80-223-1630-X, 160 s.

- [6] Loutocký, M.: Vlastnosti sedimentů z rudných provozů v odkalištích, In: Zb. mezinár. symp. Hornická Příbram ve vědě a technice, ČSVTS, Příbram, 1980, s. 13 – 25.
- [7] Masarovičová, M., Slávik, I., Kovaľko, A.: Desludging Sites in Slovak Exkursion Region, In: Proc. XIII. th EC on SMGE, Geotechnical Problems with Man – Made and Man – Influenced Grounds, Praha, ČGtS, ISBN 80-8676-03-8, 25. – 28.8.2003, vol. 4, s. 166 – 172.
- [8] Matula, M.: Geológia v územnom plánovaní a výstavbe. Príroda a.s., MŽP SR Bratislava, ISBN 80-07-00771-7, 1995, 224 s.
- [9] Matula, M., Pašek, J.: Regionálna inžinierska geológia ČSSR, ALFA Bratislava – SNTL Praha, š-349/1985 – 30, 1986, 295 s.
- [10] Pikna, V., Kovaľko, A.: Register technickogeologických parametrov odkalísk zaradených do zoznamu vodohospodárskych diel, Vodohospodárska výstavba, š.p. Bratislava, MŽP SR Bratislava, 1994, 72 s.
- [11] Segiň, J.: Staré záťaže zo skládok odpadov. Geológia a životné prostredie, ŠGÚDŠ, PFUK Bratislava, 2001, s. 59 – 63.
- [12] Šucha, V. et al.: Komplexný model environmentálnych účinkov ťažby rudných nerastných surovín v typových oblastiach Slovenska, MŽP SR, Bratislava, 1996, 118 s.
- [13] Vinter, J. et al.: Odkališťa č. 3, RB Dúbrava, proj. dok. č. z. 854-29-2-8044-1, arch. č. B-854-03-S002-ÚP. 600/04, 74 s. 58 A4 výkr.
- [14] Vinter, V. et al.: Odkališťa č. 3, RB Dúbrava, ÚP, č. z. 854-09-2-8044-1, Rudný projekt – PIO, Brno, S001 Akumulační nádrž, arch. č. B-854.03.S001-ÚP.600, 06/1984, 16 s. 39 A4 výkr.; S002 Základní hráz odkališťa, arch. č. B-854.03-S002-ÚP.600, 06/1984, 7 s., 24 A4 výkr. (nekompletné); S003 Příjezdná komunikace, arch. č. B-854.03-S003-ÚP.650, 05/1984, 9 s., 35 A4 výkr.; S003.1 Lesní odvozová cesta, arch. č. B-854-03.S003.1-ÚP.600, 06/1984, 6 s., 14 A4 výkr.; S004 Rekonstrukce mostu, arch. č. B-854.03-S004-ÚP.600, 05/1984, 7 s.; S005 Záchytné příkopy, arch. č. B-854.03-S005-ÚP.600, 06/1984, 9 s., 28 A4 výkr.; S006 Kolektorové potrubí, arch. č. B-854.03-S006-ÚP.600, 06/1984, 15 s., 18 A4 výkr.; S007 Kalovod, arch. č. B-854.03-S007-ÚP.600, 06/1984, 11 s., 28 A4 výkr.; S008 Rekonstrukce kalovodu, arch. č. B-854.03-S008-ÚP.600, 7 s., 33 A4 výkr.; S009.2 Výměna transformátoru, arch. č. B-854.03-S009.2-ÚP.200, 06/1984, 5 s.; S010 Osvětlení odkališťa, arch. č. B-854.03-S010-ÚP.200, 06/1984, 6 s., 16 A4 výkr.; S011 Objekty měření a pozorování, arch. č. B-854.03-S011-ÚP.600, 06/1984, 10 s., 20 A4 výkr.; S012 Buňka pro obsluhu, arch. č. B-854.03-S012-ÚP.600, 05/1984, 7 s., 2 A4 výkr.; S013 Sejmutí ornice, arch. č. B-854.03-S013-

ÚP.600, 06/1984, 9 s., 22 A4 výkr.; S014 Kácení stromů, arch. č. B-854.03-S014-
ÚP.600, 06/1984, 7 s., 15 A4 výkr.

- [15] Vinter, V. et al.: Odkaliště č. 3, RB Důbrava, ÚP, č. z. 854-09-2-8044-1, Rudný projekt – PIO, Brno, B2 – Souhrnná technická zpráva, 37 s.; B3 – Výkresy, 68 A4 výkr., B4 – Požární zpráva, 5 s.; B5 – Stabilita odkaliště, 7 s., 12 A4 výkr.; E – Rozpočtová část, 12 A4 příl.; F – Plán organizace výstavby, 49 s., 36 A4 výkr., arch. č. B-854-03.B2, B3, B4, B5, E, F – ÚP – 600, 800, 900, 06/1984.

7. Záver

Správa, ktorú predkladáme rozhodne neodráža výšku nákladov na ňu vynaložených, tie boli len symbolické. Je výsledkom dlhoročnej spolupráce správcov (vlastníkov) odkalísk, najmä ENO závod Zemianske Kostol'any, SE a.s. Bratislava, projektantov, najmä H. E. E Consult s.r.o. Trenčín, dodávateľských organizácií, pracovníkov Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava (TBD), pracovníkov ŠGÚDŠ a Slovenskej technickej univerzity Stavebnej fakulty (Katedra geotechniky). Poukazujeme na túto skutočnosť preto, že v prípade pokračovania úlohy je treba zabezpečiť zdroje na financovanie prác.

Vstupné údaje potrebné na reálne prognózy správania sa odkalísk sú súborom informácií o geotechnických charakteristikách uložených antropogénnych sedimentov, o priesakových podmienkach v telese odkaliska, o geotechnických vlastnostiach podložia a hrádzí odkaliska, o morfológii terénu lokality, o hydrogeologických pomeroch v podloží, o seizmicite oblasti a o klimatických pomeroch. Dôsledné vyhodnocovanie monitoringu a aplikácia jeho výsledkov je neopomenuteľnou súčasťou problematiky odkalísk. Musíme konštatovať, že súbory vstupných informácií sú často minimálne, neúplne, nedostatočne vyhodnotené a dokumentované, niekedy geotechnické informácie absentujú vôbec.

Odkaliská sú živé stavby, realizované za kontinuálnej prevádzky z antropogénnych geomateriálov. Vlastnosti materiálov ukladaných do odkalísk sú iné, ako vlastnosti zemín a hornín. Otázky stability hrádzových systémov, funkcie drenáží, priesaku vody, filtračnej stability, stekutenia a seizmických účinkov predstavujú zdroje inžinierskeho rizika. Treba deklarovať, že úspešné riešenie zaručí len spolupráca osvieteného investora (správcu, resp. producenta odpadu), erudovaného projektanta, skúseného dodávateľa, kritického dohľadu a nezávislého expertného poradcu (funkcie nie je vhodné kumulovať). Výsledky v tejto oblasti sú vždy len príspevkom k riešeniu interdisciplinárnej problematiky odkalísk, náročnej teoreticky aj experimentálne (laboratórne a terénne skúšky), zahŕňajúcej význam vedecký, inovačný, metodický a technologický, pretože „*it is better to be probably right, than to be exactly wrong*“ (Susanne Lacasse, 2002).

Po spracovaní tretej časti úlohy sme navrhli zaoberať sa tzv. geotechnickým auditom odkalísk (vo všeobecnosti environmentálnych stavieb a záťaží). Geotechnický audit definujeme ako profesionálnu analýzu informácií o konkrétnej stavbe alebo záťaži, vytvorenie jej identifikačného listu a postupu doplnenia vstupov pre reálnu prognózu jej správania sa. Geotechnický audit predstavuje podklad pre ďalšiu interdisciplinárnu spoluprácu a posúdenie environmentálnej záťaže (napr. na spoluprácu a podporu riešenia problematiky z prostriedkov

EÚ, zavedenie systému environmentálneho manažérstva, ekonomické úspory v budúcnosti, prínosy pre obchodnú činnosť, vedenie správcofských organizácií, resp. firiem vlastníkov, vzťahy s verejnosťou, atď.) a je efektívnym prínosom pre súčasnú aj dlhodobú existenciu environmentálnych stavieb. Spočíva v postupnom riešení úloh:

- Zhodnotenie a analýza existujúcich materiálov, podkladov a výsledkov prieskumov, projektov, meraní, hodnotení, expertíz a pod. (aj dostupných archívnych správ).
- Využitie vrtných prác plánovaných na stavbe, resp. záťaži a v jej bezprostrednom okolí na odber vzoriek geomateriálov.
- Realizácia laboratórnych skúšok geomateriálov na overenie a inováciu ich geotechnických vlastností (pri dodržaní predpísaných metodík a normových postupov) a vytvorenie databázy údajov.
- Vykonanie dostupných terénnych skúšok a meraní, interpretácia a porovnanie výsledkov (vstupy do výpočtov).
- Zostavenie geotechnického modelu stavby, alebo záťaže na prognózovanie jej správania sa v rôznych reálnych okrajových podmienkach a geotechnické výpočty.
- Revízia a inovácia monitoringu.

Bratislava, október 2007

Ing. Mária Masarovičová, PhD.
zodpovedný riešiteľ