

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA

MLYNSKÁ DOLINA 1, 817 04 BRATISLAVA 11



Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov

Podsystem 03 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych zát'aží

Závěrečná správa za rok 2008

Zodpovedný riešiteľ: Ing. Jana Frankovská, CSc.

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

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., Ľubomír Jurkovič

Bratislava, 20.6.2009

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	9
2.3.2.1 Pozorované ukazovatele.....	9
2.3.2.2 Metódy monitorovania znečistenia v okolí skládok a odkalísk	9
2.3.2.3 Metódy geotechnického monitorovania odkalísk	10
2.3.2.4 Sledované ukazovatele a metóda hodnotenia jednotlivých veličín monitoringu zmien vlastností antropogénnych sedimentov	11
2.3.3 Spôsob a frekvencia zberu údajov.....	11
2.3.4 Výsledky environmentálneho monitoringu na sledovaných lokalitách	12
2.3.4.1 Lokalita: Kyjovský potok, odkalisko Poša.....	12
2.3.4.2 Lokalita: Zemianske Kostol'any	14
2.3.4.3 Lokalita Šaľa	16
2.3.4.4 Lokalita Modra.....	25
2.3.4.5 Lokalita Šulekovo	28
2.3.4.6 Lokalita Bojná.....	32
2.3.4.7 Lokalita Myjava - Surovín	36
2.3.4.8 Lokalita Krompachy - Halňa.....	40
2.3.5 Monitoring fyzikálnej stability odkalísk	45
2.3.5.1 Geotechnický monitoring odkalísk	45
2.3.5.1.1 ODKALISKO ŽILINA - ROSINA	46
2.3.5.1.2 ODKALISKO SNINA	49
2.3.5.1.3 ODKALISKO ZVOLEN.....	50
2.3.5.1.4 ODKALISKO SEREĎ.....	51
2.3.5.1.5 ODKALISKO RUDŇANY.....	52
2.3.5.1.6 Záver.....	53
2.3.5.2 Merania a výsledky monitoringu zmien vlastností niektorých antropogénnych sedimentov	55
2.3.5.2.1 Výsledky laboratórnych skúšok	57
2.3.5.2.2 Výsledky geofyzikálnych skúšok.....	58
2.3.5.2.3 Porovnanie výsledkov geofyzikálnych meraní v r. 2005 a 2008	58
Chalmová- definitívne odkalisko	58
Nováky – pôvodné	61
2.3.5.2.4 Porovnanie výsledkov presiometrických skúšok	63
2.3.5.2.5 Minerálne zloženie popolčiekov	63
2.3.5.2.6 Záver.....	67
3.3 Vyhodnotenie kvality súhrnných ukazovateľ'ov v rámci Európy - porovnanie	68
3.4 Záver.....	Chyba! Záložka není definována.
Použité podklady:.....	Chyba! Záložka není definována.
Prílohy:.....	71
Príloha 1 Identifikačné listy odkalísk.....	72
Príloha 2 RTG analýzy vzoriek.....	77

2.3 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží

2.3.1 Základná charakteristika monitorovacej siete

Medzi sledované lokality podsystemu 03 Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží Čiastkového monitorovacieho systému geologických faktorov (ČMSGF) boli zaradené lokality s výskytom antropogénnych sedimentov, ktoré predstavujú významné riziko ohrozenia jednotlivých zložiek geologického prostredia. Cieľom je zabezpečiť kontinuálne zaznamenávanie a hodnotenie informácií o stave týchto antropogénnych sedimentov charakteru environmentálnych záťaží. V roku 2008 sa environmentálny monitoring uskutočnil na 8 lokalitách: Myjava, Modra, Šulekovo, Bojná, Krompachy – Halňa, Šaľa, Zemianske Kostolany - Chalmová a Poša.

Prejavy kontaminácie, pochádzajúce zo skládok odpadov, majú oproti iným zdrojom znečistenia špecifický charakter. Bežná kontaminácia zo starých skládok odpadov, na ktorých bol ukladaný hlavne domový odpad, môže obsahovať veľmi vysoké koncentrácie rozpustených organických a anorganických látok. Mineralizácia kontaminovanej vody môže byť až 5000 krát vyššia, ako bežnej podzemnej alebo povrchovej vody (Christensen et al., 1994). Šírenie kontaminantov v okolí skládok je podmienené veľkým množstvom faktorov, ktoré sa menia v priestore a čase, z čoho vyplýva veľká miera neistôt pri ich posudzovaní. Zníženie miery týchto neistôt je možné uskutočniť napríklad získaním veľkého množstva nepriamych informácií.

Výber odberných miest, ich počet a lokalizácia zabezpečujú získanie takých informácií, ktoré:

- a) znečistenie identifikujú a ohraničia a tiež budú schopné zaznamenať prejavy znečistenia v priestore a čase
- b) umožnia na lokalite objektívne zhodnotiť nebezpečenstvo znečistenia a jeho dopad na hydrosféru

Odberné miesta sú lokalizované v informačnom systéme podsystemu 03 ČMSGF.

V rámci geotechnického monitoringu odkalísk sa vypracovali v roku 2008 identifikačné listy pre ďalších päť odkalísk. Rudné odpady uložené na odkalisku Rudňany (okres Spišská Nová Ves), popolčky: Zvolen, Žilina, Snina a Sereď (Galanta). Legislatívne registrované odkaliská v našej republike sú na obr. 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 regulárnej 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.

V tabuľke 1 je inovovaný zoznam legislatívne sledovaných odkalísk v SR (spolu 56). Sú zoradené podľa druhu uloženého odpadu a podľa vodohospodárskej kategorizácie.



Obrázok č.1 Umiestnenie odkalísk na Slovensku

Tabuľka 1 ZOZNAM REGISTROVANÝCH ODKALÍSK NA ÚZEMÍ SR ZARADENÝCH AKO VODNÉ STAVBY

<i>Odkaliská populové</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	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>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 banká 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.	<i>Sedem žien</i> <i>Banská Belá,</i> <i>Žiar n. Hronom</i>	II.	<i>Rudné bane š.p.</i> <i>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>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.	Železorudné 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.	<i>Rudné bane š.p.</i> <i>Banská Bystrica</i>	<i>Banský potok</i>

<i>Odkaliská priemyselné</i>				
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 Sokol'any Sokol'any-Bočiar, Košice	IV.	US Steel s.r.o., Košice	<i>Sokol'anský 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.	<i>obec Plešivec</i>	<i>Slaná</i>

LEGENDA: Údaje o odkaliskách spracované v rokoch 2003 až 2007

2003
2004
2005
2006
2007
2008

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 Dusla Šaľa a na 2 odkaliskách rudných flotačných odpadov pri Banskej Štiavnici. V roku 2008 sa monitorovali zmeny mechanických vlastností na odkaliskách ENO Nováky a to odkalisko Definitívne a odkalisko Pôvodné.

Spolu je pre podsystém 03 monitorovaných v roku 2008 15 lokalít.

2.3.2 Pozorované ukazovatele a metódy ich hodnotenia

2.3.2.1 Pozorované ukazovatele

Požiadavky na monitorovanie znečistenia vody vychádzajú vo všeobecnosti z poznatkov o šírení kontaminantov horninovým prostredím a z potreby predchádzať jeho kontaminácii. Pre riešenie problémov spojených s kontamináciou vody je dôležité poznať zloženie kontaminantov a ich koncentrácie. Z hľadiska vplyvu kontaminantov na chemické a fyzikálne vlastnosti vôd sa dajú vyčleniť dve hlavné skupiny kontaminantov:

- **makrokontaminanty** – vyskytujú sa v podzemnej vode vo vyšších koncentráciách. Pri kontaminácii zo skládok sú typické: Cl^- , SO_4^{2+} , NH_4^+ . Aj keď ide o najmenej nebezpečné kontaminanty, sú dôležité, pretože menia hydrogeochemické a fyzikálne parametre podzemných vôd, napríklad vodivosť.
- **mikrokontaminanty** – vyskytujú sa v stopových množstvách a neovplyvňujú hlavné hydrogeochemické a fyzikálne vlastnosti. Patria sem kontaminanty na báze N, P, Fe, Mn, Zn a stopové prvky: Hg, Pb, Cd, Se, Cu, As, V, Cr, Co, Ni. Tieto prejavujú svoju toxicitu, resp. iné nepriaznivé účinky na životné prostredie už pri nízkych koncentráciách.

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 prechádzajúce 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 monitorovania znečistenia v okolí skládok a odkalísk

Úspešnosť návrhu monitoringu bude závisieť od vytvoreného koncepčného modelu, ktorý vychádza:

1. zo znalostí *hydrogeologických pomerov územia*, ako sú:
 - štruktúrno-geologická stavba územia,
 - hydrogeologický charakter hornín (hydraulické vlastnosti hornín, tektonické pomery, a pod.),
 - režim podzemných vôd (faktory ovplyvňujúce režim podzemných vôd, vzťah povrchových a podzemných vôd, charakteristika tvorby zásob a obehu, smer prúdenia, úroveň a kolísanie hladín),
 - kvalita podzemných vôd záujmového územia.
2. zo schopnosti odhadnúť *očakávané prejavy znečistenia na lokalite*, ako sú:
 - zloženie a charakter kontaminantov,
 - unikanie znečistenia,
 - iné zdroje znečistenia v okolí (poľnohospodárstvo, priemysel a iné),
 - vodné útvary, ktoré by mohli byť znečistením zasiahnuté.

Na základe koncepčného modelu (resp. z poznatkov a predpokladov) sa následne vytvára projekt monitoringu, pričom tento zahŕňa:

- výber prvkov (bodov, plôch, línií) monitorovacej siete,
- stanovenie rozsahu sledovaných charakteristík (parametrov), dokumentujúcich kontamináciu horninového prostredia a vody,
- výber metód monitoringu,
- stanovenie frekvencie zberu údajov,
- technické zabezpečenie monitoringu,
- výber metód spracovania, vyhodnocovania a uchovávanania údajov.

Cieľom navrhnutého monitoringu je objektívne a reprezentatívne hodnotiť stav na lokalite. Zároveň je v období realizácie monitoringu potrebné zachovať jeho kontinuitu v zmysle jednotnosti metodiky monitoringu. Dôležitou a žiadanou súčasťou monitoringu je aj schopnosť znižovať náklady na jeho prevádzku, napríklad optimalizáciou množstva monitorovacích miest alebo rozsahov sledovaných ukazovateľov, či frekvencie zberu údajov.

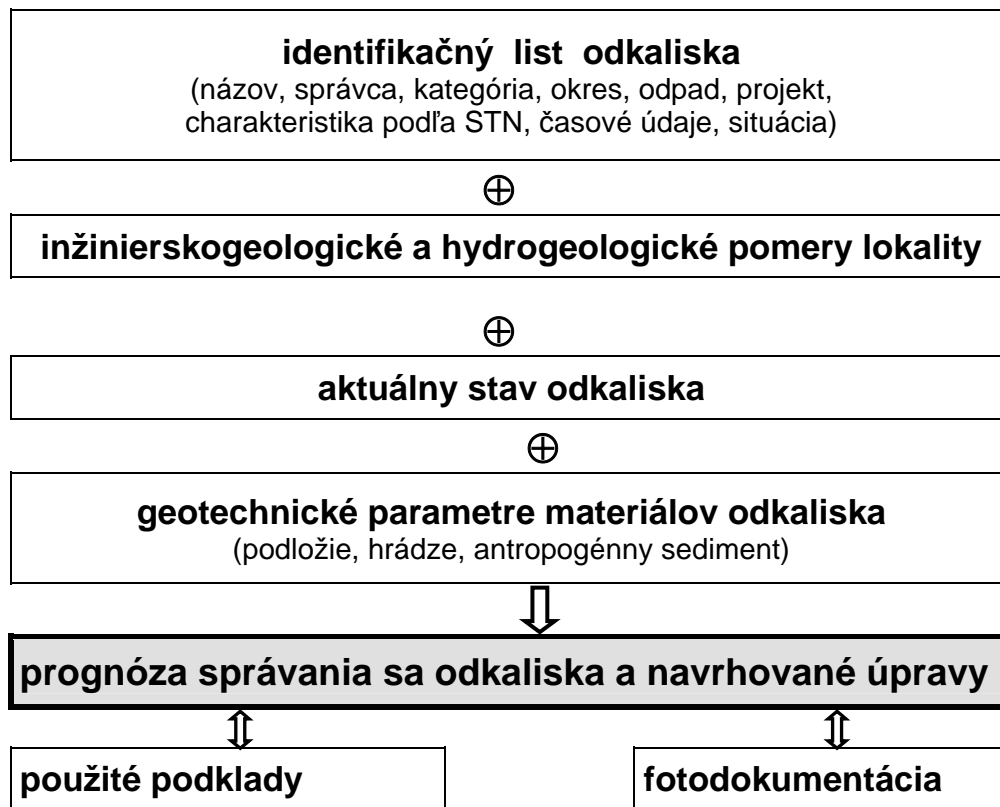
Najdôležitejšou súčasťou monitoringu environmentálnych záťaží vo všeobecnosti sú **laboratórne analýzy vzoriek vôd na stanovenie chemických ukazovateľov**. Metodiky odberu vzoriek sú v príslušných normách, napríklad v STN ISO 5667-18.

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. Koreláciou obsahu špecifického makrokontaminantu s vodivosťou vody v konkrétnom monitorovanom mieste sa tieto ukazovatele dajú vzájomne substituovať. To umožňuje splňať požiadavku univerzálnosti a optimalizovania programu monitoringu čoho dôsledkom je výrazné zníženie finančných nákladov na získavanie potrebných informácií.

2.3.2.3 Metódy geotechnického monitorovania odkalísk

Jednotnú metodiku definujúcu súbor údajov o odkaliskách tzv. identifikačný opis konkrétneho odkaliska ukazuje schéma na obr. 2. Spracovaný súbor dát je možné pre každú environmentálnu stavbu resp. záťaž v určených časových intervaloch inovovať a v dostupnej forme archivovať.



Obr. 2 Identifikačný opis odkaliska

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

Na odkaliskách ENO Nováky a to odkalisko Definitívne a odkalisko Pôvodné sa sledujú tieto základné monitorovacie charakteristiky. Z geofyzikálnych meraní je základný monitorovaný prvok merný elektrický odpor v [Ωm], z presiometrických skúšok plim 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.

2.3.3 Spôsob a frekvencia zberu údajov

Sledované ukazovatele sa hodnotia minimálne 1krát ročne na lokalitách Bojná, Modra, Myjava – Holíčov vrch, Myjava- Surovín, Šulekovo, Krompachy – Halňa, a Šaľa odbermi vody a terénnymi meraniami fyzikálnych parametrov vôd. Na lokalite Poša sa 1 krát ročne hodnotia odbery vody a riečneho sedimentu. Na lokalite Zemianske Kostolany sa 1 krát ročne hodnotia vzorky pôdy. 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.

2.3.4 Výsledky environmentálneho monitoringu na sledovaných lokalitách

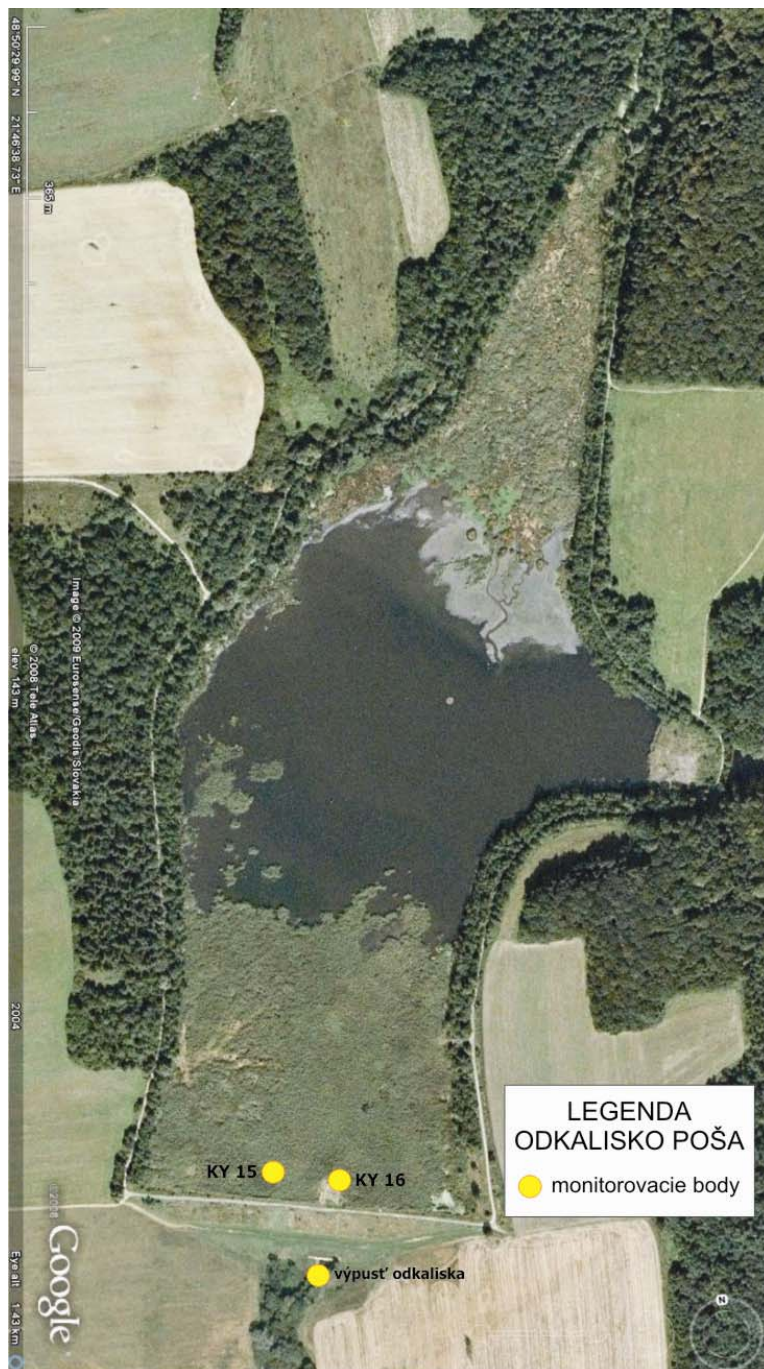
Environmentálny monitoring je súhrn monitorovacích činností na sledovanie a následné hodnotenie stavu životného prostredia alebo jeho zložky v presne definovaných časových a priestorových podmienkach. V roku 2008 sa monitoring uskutočnil na lokalitách: Myjava, Modra, Šulekovo, Bojná, Krompachy – Halňa, Šaľa, Zemianske Kostol'any - Chalmová a Poša. Sledované ukazovatele sú najmä: pH, vodivosť, CHSK_{Cr}, rozpustené látky, chloridy, Cu, Zn, Fe, amónne ióny vo vzorkách vody a pôdy/riečnych sedimentov.

2.3.4.1 Lokalita: Kyjovský potok, odkalisko Poša

V predmetnej lokalite boli v roku 2008 realizované odbery povrchových vôd a riečnych sedimentov potoka Kyjov, ktoré potvrdili klesajúci trend vymývania hlavného kontaminantu v lokalite - arzénu. Vzorky boli odoberané na dvoch miestach – výpusť z odkaliska (antropogénny sediment + povrchová voda vo výpusti z odkaliska) a z povrchu odkaliska pri hrádzi (antropogénny sediment KY-15, KY-16 + povrchová voda v sonde na odkalisku) – lokalizácia odberných miest je na obrázku 3.

Tabuľka 2 Chemické analýzy antropogénnych sedimentov (lokalita odkalisko Poša, rok 2008)

Meraná veličina /parameter/	jednotka	Výpusť z odkaliska	Sediment odkaliska KY -16	Sediment odkaliska KY -15
Co	mg/kg	54	54	34
Hg	mg/kg	0.13	0.06	0.02
Cr	mg/kg	118	83	108
Zn	mg/kg	333	86	84
As	mg/kg	229	2049	1433
Pb	mg/kg	19	19	19
Na	%	0.37	0.56	0.60
K	%	0.91	1.27	1.32
Ca	%	3.52	7.78	7.07
Mg	%	0.80	1.66	1.82
Fe	%	8.16	6.28	7.04
Mn	%	0.114	0.125	0.131
Al	%	10.3	8.50	10.0



Obr. 3: Lokalizácia realizovaných odberov v rámci ČMSGF na lokalite „Odkalisko Poša“

Tabuľka 3 Chemické analýzy povrchových vôd (lokalita odkalisko Poša, rok 2008)

veličina		Výpusť z odkaliska	Odber v telese odkaliska (sonda)
pH	-	7.23	7.47
Konduktivita/ EC	mS/m	199.20	150
Rozpustené látky	mg/l	1200	1050
ChSK-Cr	mg/l	-	174
BSK5	mg/l	24	-
Dusičnany	mg/l	16.1	<0,50
Sírany	mg/l	314.1	251
Arzén	mg/l	0.360	4.150
Zinok	mg/l	0.035	-
Ortuť	mg/l	<0,0001	<0,0002
Sodík	mg/l	141.13	102
TOC	mg/l	-	23.6

Pre monitoring antropogénnych sedimentov v rámci ČMSGF je vhodné realizovať odber povrchovej vody z odkaliska a z výpusť z odkaliska s početnosťou odberov: 2x ročne s ohľadom na klimatické cykly (topenie snehov, výrazná zrážková činnosť) a odber antropogénnych dnových sedimentov na identických miestach 1x ročne. Rozsah hodnotených parametrov – As, Hg, Zn, As, Pb, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Fe, Mn, Al, TOC, Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻.

Vzhľadom na viacnásobne potvrdené zaťaženie lokality je potrebné danú lokalitu posudzovať ako identifikovanú starú ENVIRONMENTÁLNU ZÁŤAŽ a je potrebné stanoviť požadové koncentrácie dôležitých kontaminantov na lokalite Poša. Jedná sa najmä o potvrdené vysoké obsahy arzénu a potvrdenú prítomnosť PCB v odpadových vodách z odkaliska ako dôsledok historickej činnosti pôvodného zriaďovateľa odkaliska Poša, ktoré však súčasná prevádzka areálu nezhoršuje. Z tohto dôvodu by bolo vhodné do chemických analýz zahrnúť aj stanovenie PCB, fenolov, benzénu (1x ročne).

2.3.4.2 Lokalita: Zemianske Kostolany

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 Kostolany 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, na obrázku 4 je lokalizácia odberových miest z roku 2008.



Obr. 4: Lokalizácia realizovaných odberov na lokalite Zemianske Kostolany

Tabuľka 4 Chemické analýzy antropogénnych sedimentov - lokalita Zemianske Kostolany, rok 2008

veľičina /parameter/	jednotka	ZK -1 s	ZK -p	ZK -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

Na posúdenie kvantitatívnych informácií o distribúcii prvkov medzi funkčne definované geochemické frakcie v antropogénnych sedimentoch bola realizovaná experimentálna metóda sekvenčných extraktíí (BCR-metóda modifikovaná podľa Mackových et al., 2003) na vzorkách ZK-s a ZK-p. Jednotlivé extraktie v rámci sekvenčnej extraktčnej 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) (Cappuyns et al. 2007). Analytickým stanovením boli zistené vysoké obsahy celkového As 1231 mg/kg vo vzorke riečného 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. Napriek skutočnosti, že len 16,91 % z celkového množstva As sa uvoľnilo zo vzorky riečného sedimentu ZKs, 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 & Šttriepka, 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.

Pozorovaná mobilizácia As zo zdrojového materiálu riečného 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 (Bodiš et al. 2005, Rapant a Krčmová, 2007), čo dokazujú zistené vysoké koncentrácie As v extraktoch z frakcie I. 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.

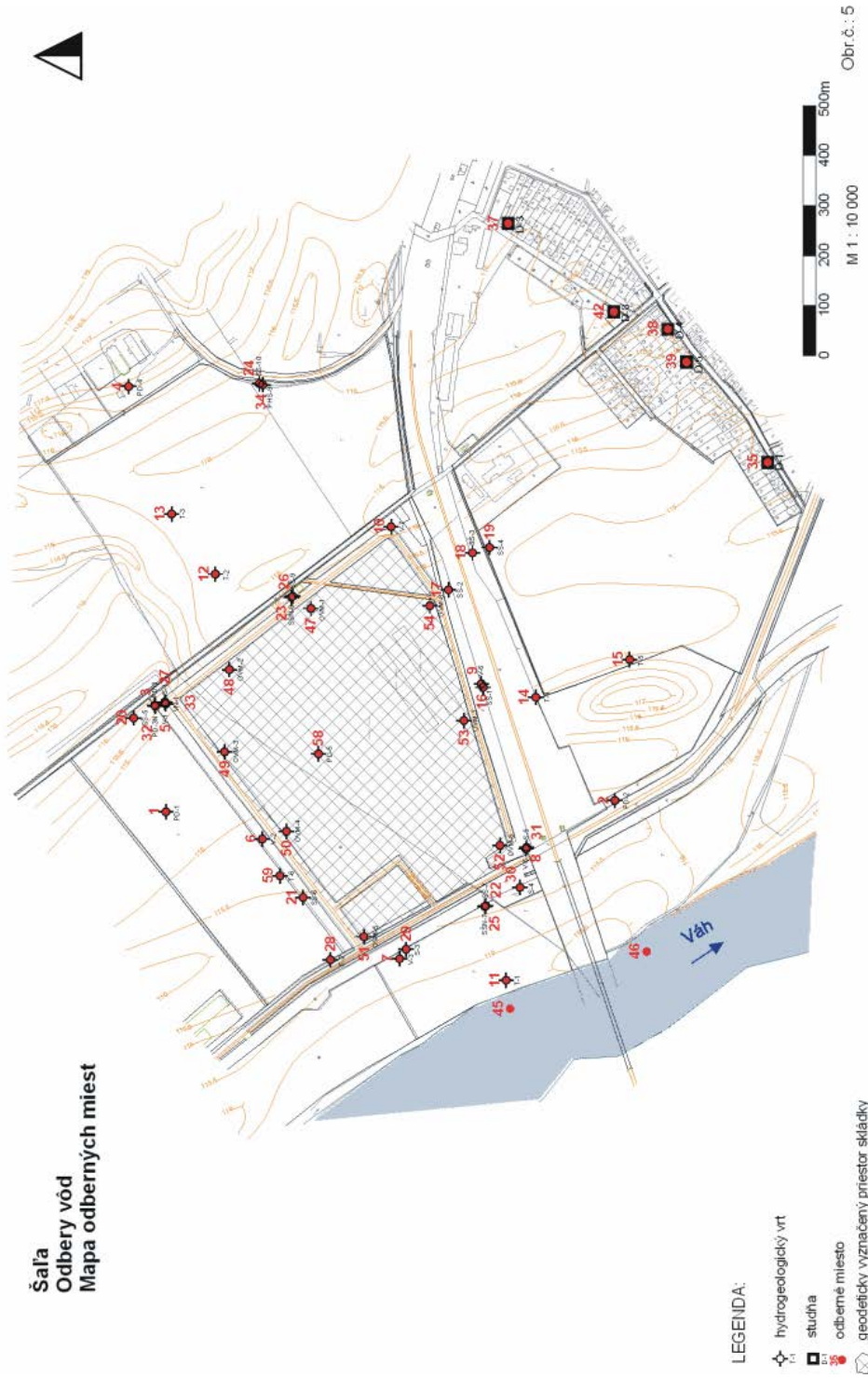
Pre monitoring v rámci ČMSGF je vhodné realizovať na lokalite Zemianske Kostolany odber pôdnej vody z lyzimetrov, t.j. roztokov pochádzajúcich z plytkej podpovrchovej zóny antropogénneho sedimentu, ktoré reprezentujú dynamické uvoľňovanie hlavného kontaminantu As v lokalite Zemianske Kostolany. Pôdne lyzimetre (3x, hĺbka 30 cm, 60 cm, 90 cm) budú zabudované v roku 2009 do pôdneho profilu na nivnej terase pod Pôvodným odkaliskom ENO (havarované odkalisko). Početnosť odberov: 2x 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}).

2.3.4.3 Lokalita Šaľa

Teleso skládky sa začalo budovať v roku 1962 ako odkalisko popolčeka pre potrebu podnikovej teplárne. Od roku 1986 je skládka využívaná na zneškodňovanie odpadov z výrobných činností podniku Duslo Šaľa, a.s. Odhaduje sa že na skládke je takmer 1,5 mil. m³ odpadu. V okolí skládky sa stále vyskytujú podzemné vody so zvýšeným obsahom kontaminácie. Prevládajúcimi komponentmi sú chloridy a amónne ióny, ktoré však nepredstavujú priame ohrozenie geologických zložiek životného prostredia a obyvateľstva. V rokoch 1995 až 1997 sa uskutočnili sanačné práce a vybudovala sa po obvode skládky podzemná tesniaca injekčná stena. Vzhľadom na agresivitu prostredia a novú doteraz dlhodobo neodskúšanú technológiu tesnenia bude potrebné sledovať dlhodobú tesniacu schopnosť tejto podzemnej steny.

Odborné miesta sú znázornené na obrázku 5. Monitorované sú vrty OVM-1 až OVM-8 vo vnútri skládky a PD-2, SŠ-7, SŠ-6, V-2, V-1, PD-3, SŠ-9, V-7, SŠ-2 a V-6 na vonkajšom obvode.

Šaľa
Odbery vód
Mapa odberných miest



Obr. 5: Lokalizácia realizovaných odberov na lokalite Šaľa

V tabuľkách 5,6 a 7 sú výsledky chemických analýz monitorovacích vrtov na lokalite Šaľa, ktoré sa uskutočnili v máji a júni 2008. Sledovanými parametrami boli najmä vodivosť, CHSK_{Cr}, NH₄⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, NEL IČ a BSK₅.

Tab.5 Výsledky vybraných chemických analýz na lokalite Šaľa - vzoriek podzemnej vody z vrtov na RSTO-rok 2008

	OVMI	OVMI3	OVMI4	SŠ9	SŠN9	V1	V2	SŠ6
ukazovateľ								
Zápach	žiadny	olejový	olejový	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny
Zákal	3,04	6,85	12,18	27,41	3,80	6,09	13,32	48,36
Farba	číra	zakal.nahn.	slabý zákal	hrdz.sl.zakal.	číra	číra	slabý zákal	slabo zak
O₂	4,10	olej	4,40	5,52	4,19	5,33	3,68	4,49
pH	7,26	7,28	7,65	7,29	7,48	7,25	7,28	7,23
Vodivosť	4490,00	1575,00	1742,00	1200,00	837,00	1340,00	1709,00	1525,00
RLS (105°C)	2730,00	954,00	740,00	919,00	1035,00	906,00	1059,00	1066,00
CHSK_K	3,40	3,60	6,30	1,10	1,90	1,40	2,70	3,20
CHSK_{Cr}	29,60	33,20	58,80	26,90	24,10	22,50	19,90	27,60
NH₄⁺	25,90	50,00	137,90	0,80	0,80	0,60	58,90	16,90
NO₃⁻	26,10	0,10	36,90	0,30	0,10	32,90	3,30	157,10
Cl⁻	1096,00	166,00	126,50	68,50	16,80	84,00	133,60	74,10
SO₄²⁻	320,00	285,00	200,00	300,00	115,00	110,00	375,00	280,00
NEL IČ	0,55	7,35	2,25	0,35	0,40	0,50	0,45	0,50
BSK₅	8,20	olej	14,90	2,10	2,50	1,90	10,20	2,60

Tab.6 Výsledky vybraných chemických analýz na lokalite Šaľa - vzoriek podzemnej vody z vrtov na RSTO-rok 2008

	OVMI8	SŠ2	V6	PD2	SŠN7	SŠ7
ukazovateľ						
Zápach	olejový	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny
Zákal	127,10	5,70	5,30	4,50	51,10	83,60
Farba	zakalená nahn.	slabý zákal	číra	číra	zakal.hrdz	zakal. Červ.
O₂	5,79	5,11	3,07	3,66	6,02	3,38
pH	7,05	7,05	7,37	7,15	7,23	7,27
Vodivosť	7030,00	1986,00	3060,00	2200,00	8110,00	1267,00
RLS (105°C)	4046,00	1169,00	1821,00	1500,00	5160,00	847,00
CHSK_K	78,30	9,50	6,10	3,10	7,80	4,50
CHSK_{Cr}	679,00	31,70	22,00	8,00	26,00	9,00
NH₄⁺	110,60	53,20	84,30	13,80	71,40	41,70
NO₃⁻	51,80	2,90	0,10	28,40	0,50	0,30
Cl⁻	1734,00	200,70	380,20	249,60	257,40	107,00
SO₄²⁻	525,00	345,00	525,00	525,00	160,00	205,00
NEL IČ	270,00	0,15	0,20	0,30	0,35	0,30
BSK₅	143,50	4,00	10,90	6,70	13,80	3,60

Tab.7 Výsledky vybraných chemických analýz na lokalite Šaľa - vzoriek podzemnej vody z vrto v na RSTO- rok 2008

	SŠ5	SŠ10	PD1	PD3	PD3N	PD4	PHŠ9
ukazovateľ							
Zápach	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny
Zákal	256,60	16,40	30,20	1,90	0,80	51,90	295,90
Farba	hrdz.zakal.	zakal.hnedá	nahn.zakal.	číra	číra	mierne zakal.	silne zakal.
O₂	4,06	4,40	4,40	5,63	4,67	4,74	6,30
pH	7,36	7,21	7,16	7,30	7,31	7,37	7,22
Vodivosť	1061,00	1361,00	1281,00	1065,00	1123,00	2120,00	1482,00
RLS (105°C)	697,00	895,00	941,00	598,00	722,00	1535,00	1066,00
CHSK_K	2,00	1,90	5,60	0,50	1,40	4,80	6,80
CHSK_{Cr}	22,00	12,40	38,00	8,00	10,50	22,00	24,00
NH₄⁺	1,00	0,70	0,70	0,70	0,60	5,40	1,50
NO₃⁻	0,60	32,30	2,30	21,10	0,90	243,50	110,90
Cl⁻	79,70	67,70	86,60	98,60	79,00	103,90	70,80
SO₄²⁻	165,00	205,00	310,00	45,00	205,00	370,00	230,00
NEL IČ	0,10	0,10	0,60	0,75	0,50	4,74	0,75
BSK₅	3,70	2,00	1,70	1,80	2,20	2,90	3,00

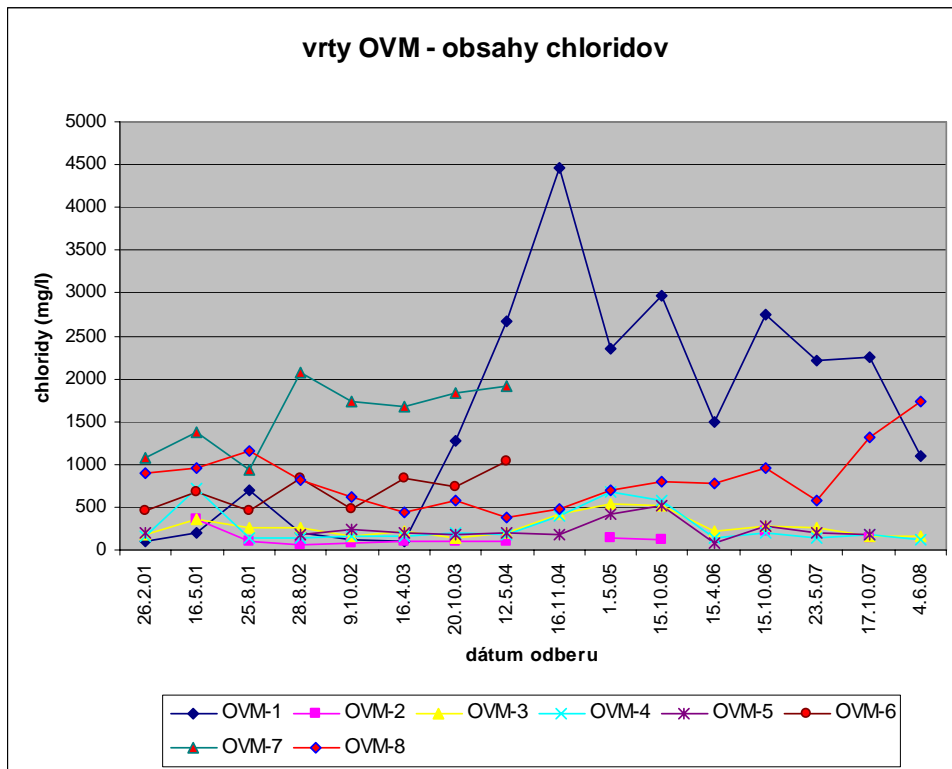
Tab.8 Výsledky vybraných chemických analýz na lokalite Šaľa - vzoriek podzemnej vody z vrto v na RSTO-rok 2008

	SŠ1	SŠ3	SŠ4	V5	V7
ukazovateľ					
Zápach	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny	žiadny
Zákal	24,40	8,80	198,20	15,30	106,50
Farba	zákal	slabý zákal	zakal.hnedá	nahn.zakal.	sil.zákal
O₂	3,80	5,20	3,60	3,10	5,70
pH	7,27	7,08	7,18	6,87	7,21
Vodivosť	3390,00	1723,00	1461,00	2530,00	1707,00
RLS (105°C)	1898,00	1223,00	1136,00	1765,00	1268,00
CHSK_K	11,80	2,20	8,60	15,70	4,90
CHSK_{Cr}	49,50	12,90	28,50	190,70	39,90
NH₄⁺	65,30	0,15	3,60	18,60	0,70
NO₃⁻	0,60	1,90	50,10	3,90	45,40
Cl⁻	508,00	148,60	61,00	337,00	165,00
SO₄²⁻	375,00	285,00	205,00	155,00	310,00
NEL IČ	0,50	0,10	0,25	0,20	0,25
BSK₅	8,36	1,72	5,52	10,04	5,52

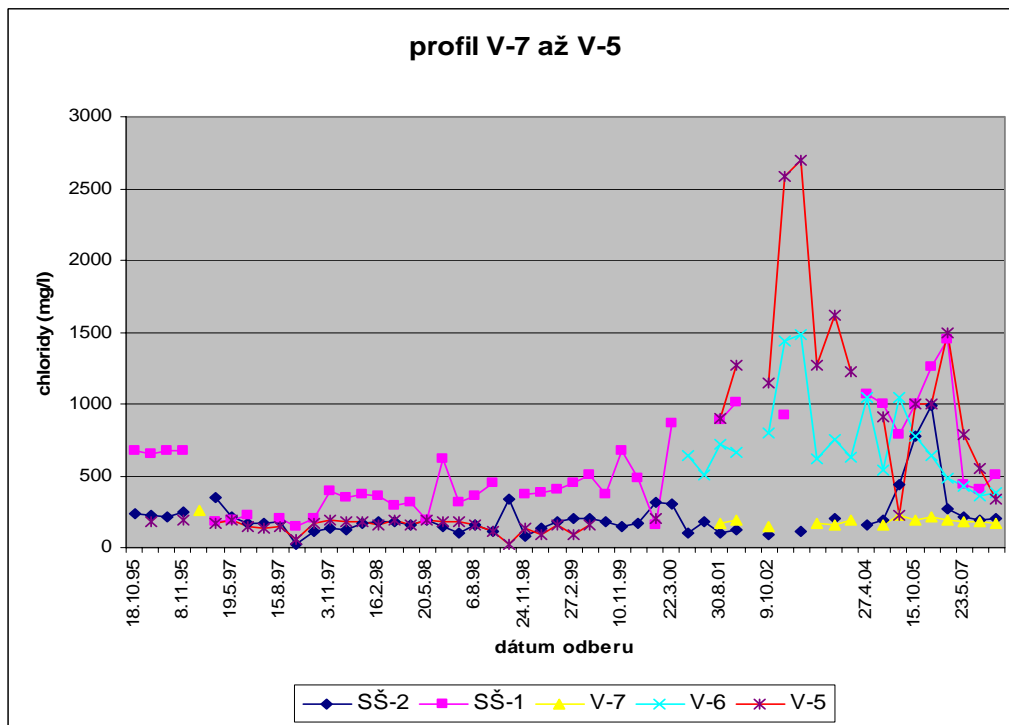
Tab.9 Vybrané hodnoty meraných ukazovateľov pre vrt OVM-8 za obdobie 2001 - 2008

OVM-8				
	pH	vodiv.	Cl ⁻	NH ₄ ⁺
		mS/m	mg/l	mg/l
26.02.01	7,54	451	899	84,8
16.05.01	7,37	379	947	84,5
25.08.01	7,29	385	1159	107,9
28.08.02	7,39	448	827	74,7
09.10.02	7,57	422	625	81,8
16.04.03	7,77	308	431	39,8
20.10.03	7,58	425	578	88,2
12.05.04	7,07	266	387	51,9
16.11.04	7,38	322	474	54,9
01.05.05	7,30	327	696	58,3
15.10.05	7,09	368	800	74,6
15.04.06	7,41	317	782	50,6
15.10.06	7,00		960	74,3
23.05.07	7,06	olej	581	45,0
17.10.07	7,40	652	1320	124,7
04.06.08	7,05	703	1734	110,6

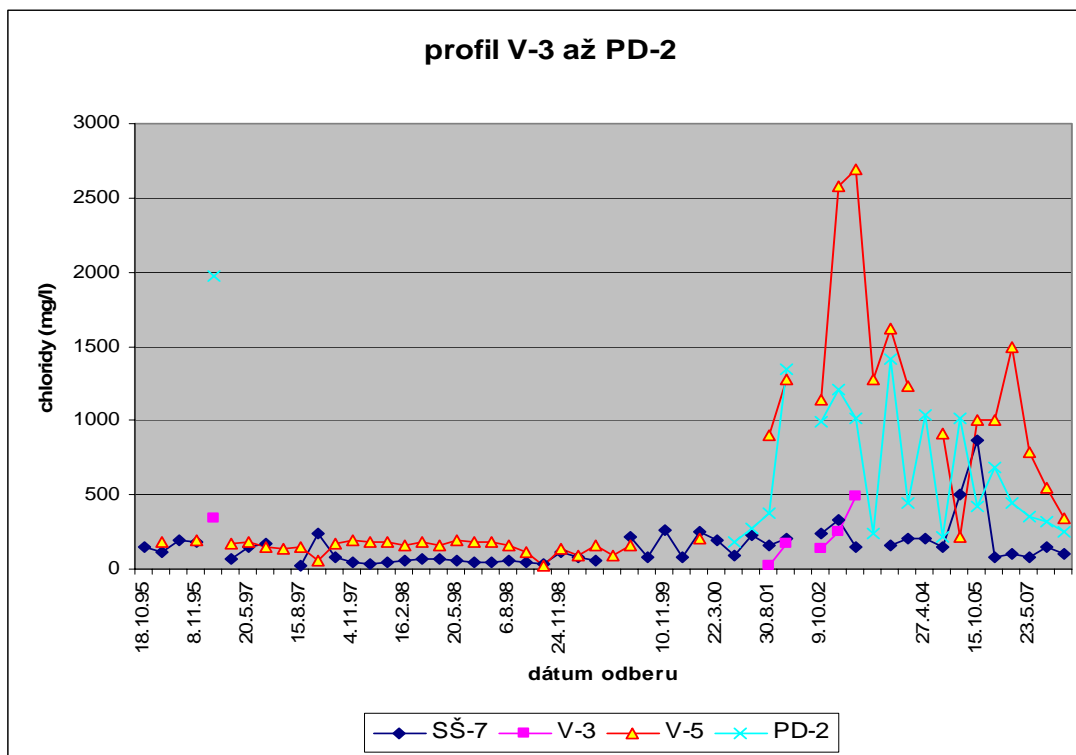
Na obrázkoch 6 až 9 sú graficky znázornené časové priebehy vývoja chloridov (obr. 6,7 a 8) a NH₄ (obr.9) od roku 2001 do roku 2008. Odporovým meraním, sledovaním zonálností a laboratórnymi analýzami bolo zistené, že v časti okolia skládky sa vyskytujú podzemné vody so zvýšenou vodivosťou (napr. tab.9). Vzájomné korelácie vodivosti vôd z vrtov a analýz dokazujú, že ide o vody, silne znečistené kontaminujúcimi látkami, ktoré pochádzajú zo skládky. Hlavným makrokontaminantom sú chloridy. Z výsledkov sa nedá priamo určiť, či ide o znečistenie staršieho dáta, z obdobia pred postavením steny, alebo zo súčasnosti, ktoré by prichádzalo cez netesnosti. Maximálny rozsah znečistenia je mapovaný v J-V časti skládky, v okolí vrtov V-6, V-5 až VD-2. V týchto vrtoch sú laboratórnymi analýzami zistené vysoké obsahy chloridov, síranov a CHSK_{Cr}.



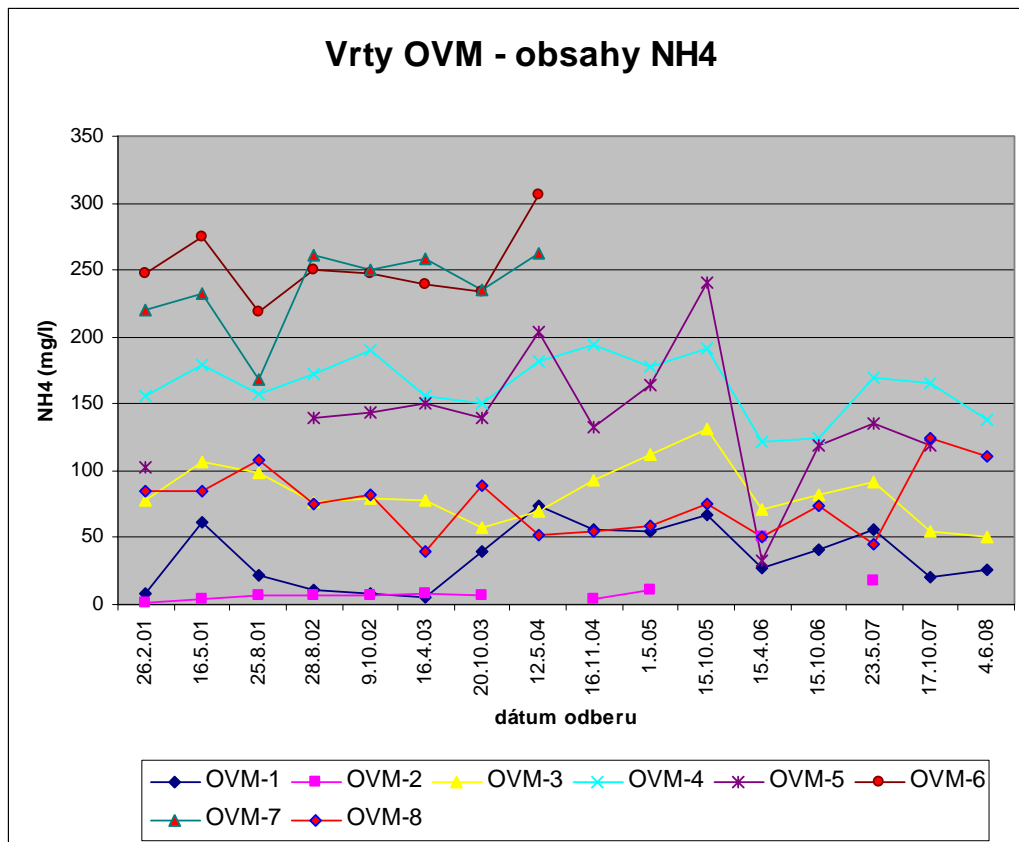
Obr. 6: Obsah chlórov nameraný pre vrty OVM-1 až OVM-8 na lokalite Šaľa od roku 2001 do roku 2008



Obr. 7: Porovnanie obsahov chloridov pre vybrané vrty na lokalite Šaľa od roku 2001 do roku 2008

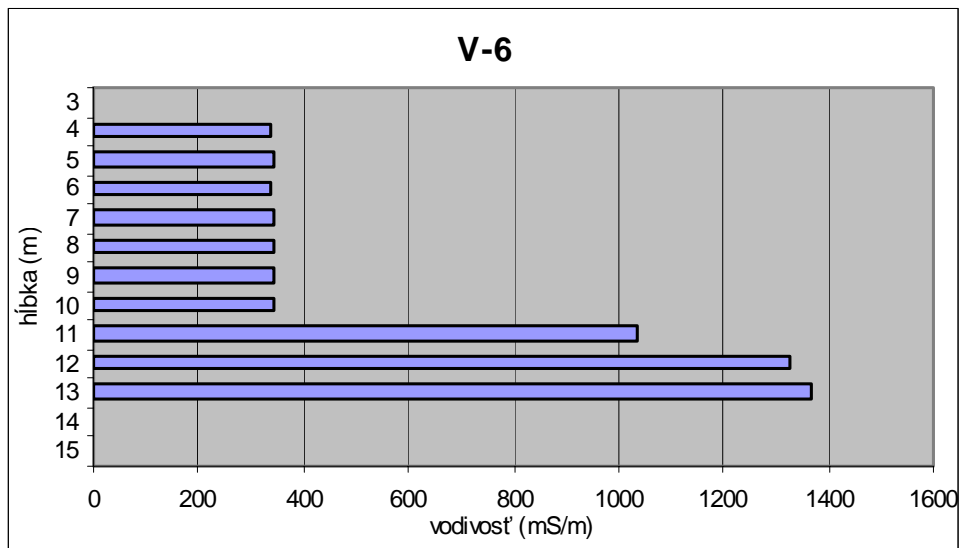


Obr. 8: Porovnanie obsahov chloridov pre vybrané vrty na lokalite Šaľa od roku 2001 do roku 2008

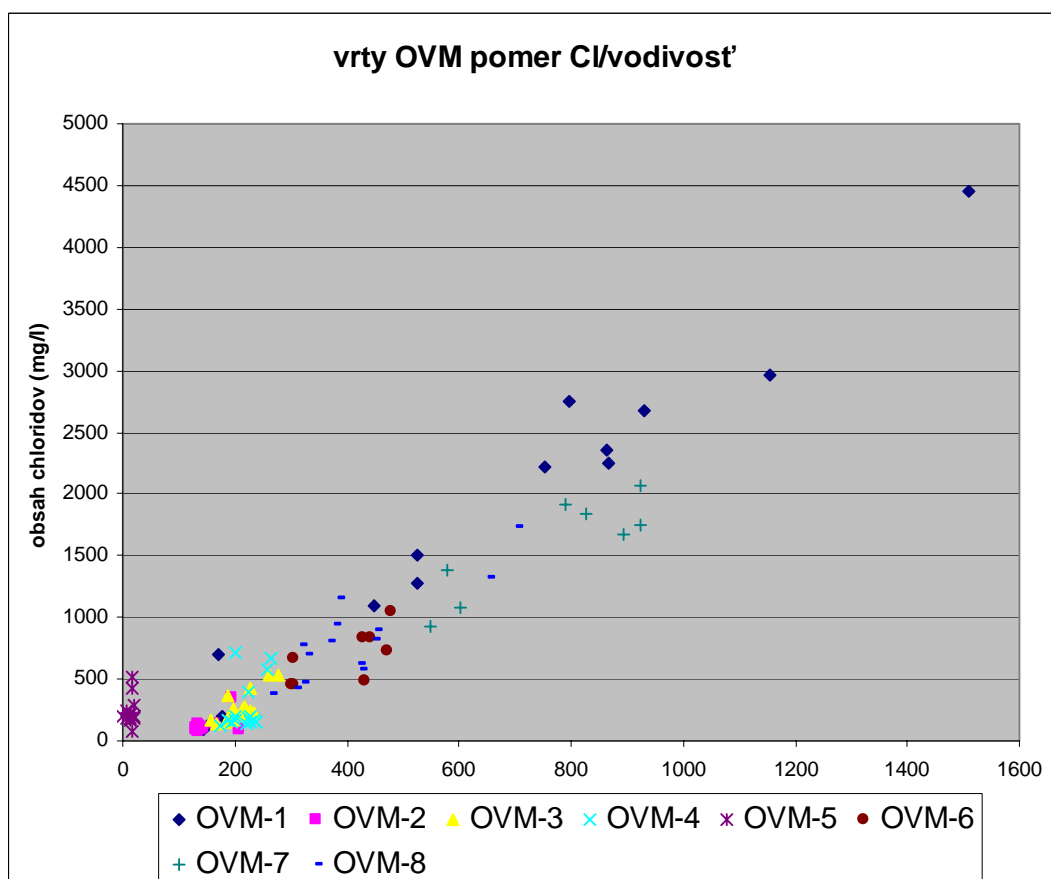


Obr. 9: Obsahy NH₄ namerané pre vrty OVM-1 až OVM-8 na lokalite Šaľa od roku 2001 do roku 2008

Prítomnosť znečisťujúcich látok je jednoznačne potvrdená terénnym meraním vodivosti vo vrtoch. Vo vrtoch V-6, V-5 a VD-2 je opakovanými meraniami potvrdená výrazná zonálnosť vodivosti. Kontaminované prostredie s vyššou vodivosťou začína obyčajne v hĺbke asi 10 m (obr.10). Na základe zistenej korelácie medzi vodivosťou a chloridmi (obr.11) predpokladáme, že v týchto miestach došlo k „usadeniu“ ťažšej kontaminovanej podzemnej vody so zvýšeným obsahom tejto zložky. Bližšie informácie sa dajú získať špeciálnymi odbermi a následnými analýzami podzemných vôd.



Obr. 10: Namerané hodnoty elektrickej mernej vodivosti vo vrte V-6



Obr. 11: Vzťah medzi elektrickou mernou vodivosťou a obsahom chlórov namerané pre vrty OVM-1 až OVM-8 na lokalite Šaľa

2.3.4.4 Lokalita Modra

V čase ukončenia činnosti skládky v nej bolo zhromaždených asi 270.000 m³ odpadov. Výmera skládky bola pri uzavretí 50 149 m², vrstva uloženého odpadu je odhadovaná na 10 m. Nová časť skládky je už niekoľko rokov pokrytá minerálnym tesnením. Situácia lokality ja na obr.12.

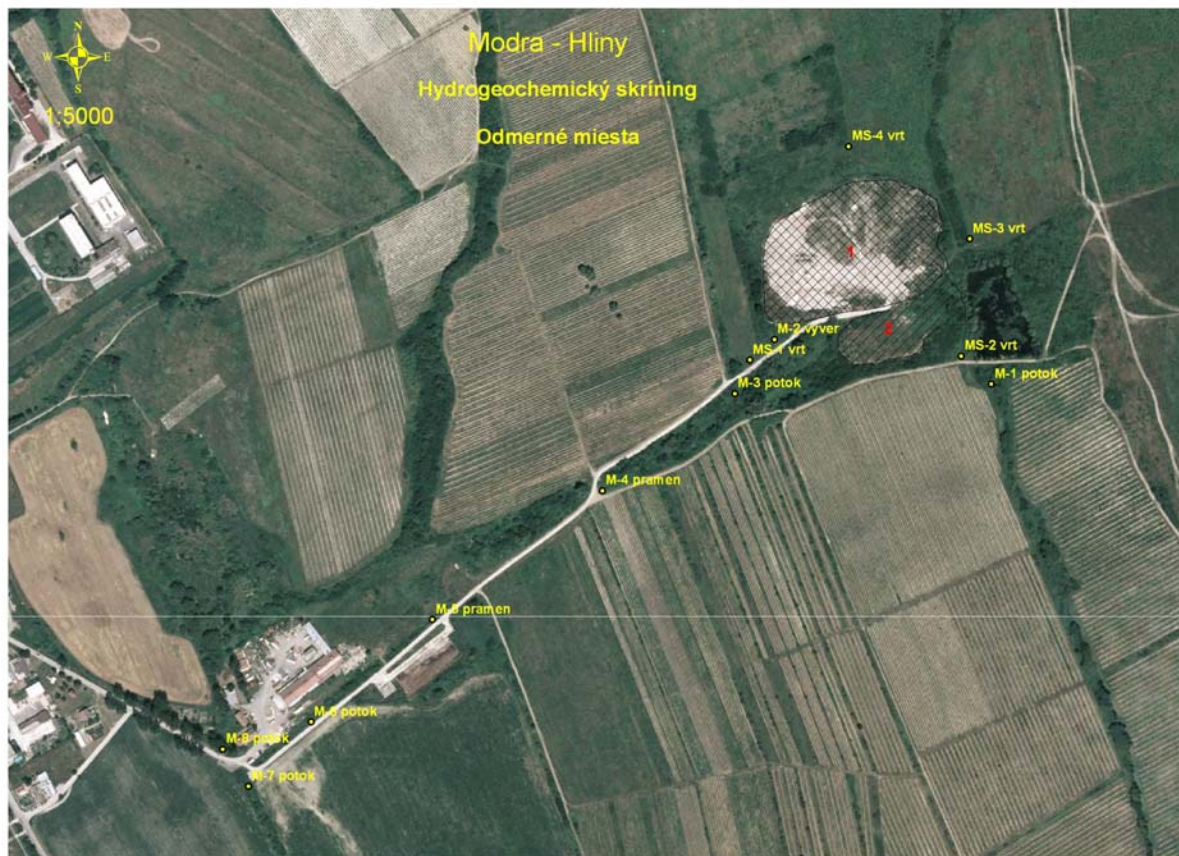
Podrobný prieskum geologických činiteľov životného prostredia okolia skládky TKO bol urobený v júli 1996 firmou Ekogeos s.r.o. (Holzer,R.,1996). Boli objasnené geologické a hydrogeologické pomery záujmového územia, vybudový monitorovací systém a realizované chemické rozbory vzoriek podzemných vôd. V zmysle požiadaviek § 22 NV SR č.606/1992 Zb.z. boli v okolí skládky odvítané tri vrty: MS-1 (10 m), MS-2 (12 m) a MS-3 (12 m). Boli zabudované tak, aby sa dali používať ako monitorovacie. Počas vrtných prác bolo odobraných 12 vzoriek zemín na stanovenie koeficientov filtrácie (metóda Carman – Kozený). V širšom okolí prevládajú na povrchu pleistocénne eolické spraše. Pod nimi sú neogénne tortónske sedimenty s prevahou ílovitej litofácie – žltohnedé tuhé plastické íly s tenkými bituminóznymi polohami a s vápnitými konkréciami. Vo vrtoch v bezprostrednej blízkosti skládky boli navrtané neogénne íly rôznej farby, tuhej až pevnej konzistencie a prevažne so strednou, vysokou, ojedinele s veľmi vysokou až V malom rozsahu boli tiež overené hlinité jemnozrnné piesky. V roku 2001 bol urobený doplňujúci hydrogeologický a geofyzikálny prieskum (Tupý,P.,2001), ktorým sa spresnil výskyt podzemných vôd, režim prúdenia a vzájomný vplyv podzemných a povrchových vôd. V rámci prieskumu sa uskutočnili odbery vzoriek vody z vrtov, rigolu a jazierka nad skládkou. Bol tiež realizovaný prieskumný vrt MS-4 na severnom okraji skládky. Podstatným cieľom bolo objasnenie pomerov prúdenia podzemných vôd tak, aby sa dal spresniť návrh uzavretia a rekultivácie skládky. Nedošlo však k úplnému zamedzeniu výtoku priesakovej kvapaliny v čele skládky. Tejto vytekajúcej vode je naďalej potrebné venovať zvýšenú pozornosť (obr.13). Odborné miesta sú na obrázku č.14. V tabuľke 10 sú chemické analýzy odborných miest M-1 až M-8 za rok 2008. Cieľom monitoringu je sledovanie vplyvu rekultivačných prác na množstvo a zloženie priesakovej kvapaliny a v budúcom roku chceme aj vyjadriť mieru ovplyvnenia neznečistenej vody skládkou. Monitoring chceme optimalizovať a merať fyzikálne parametre vody na odborných miestach častejšie, s overením chemickej analýzy vody na jednom mieste. Pribeh vodivosti v MS-1 dokazuje prítomnosť znečistenia (obr.15).



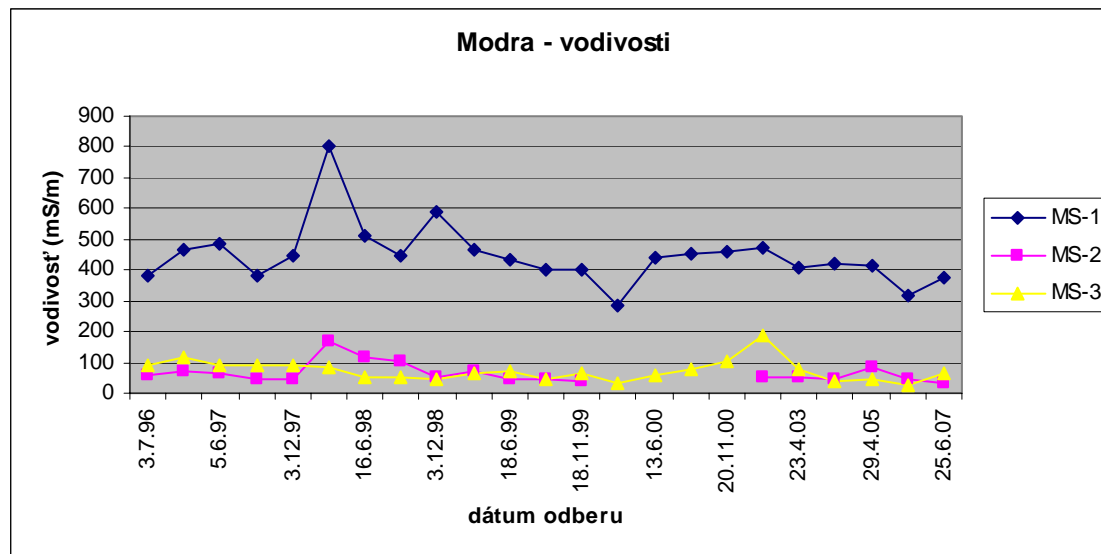
Obr. 12: Lokalita Modra



Obr. 13 Výtok z čela skládky, meranie prietoku



Obr. 14: Odborné miesta na lokalite Modra



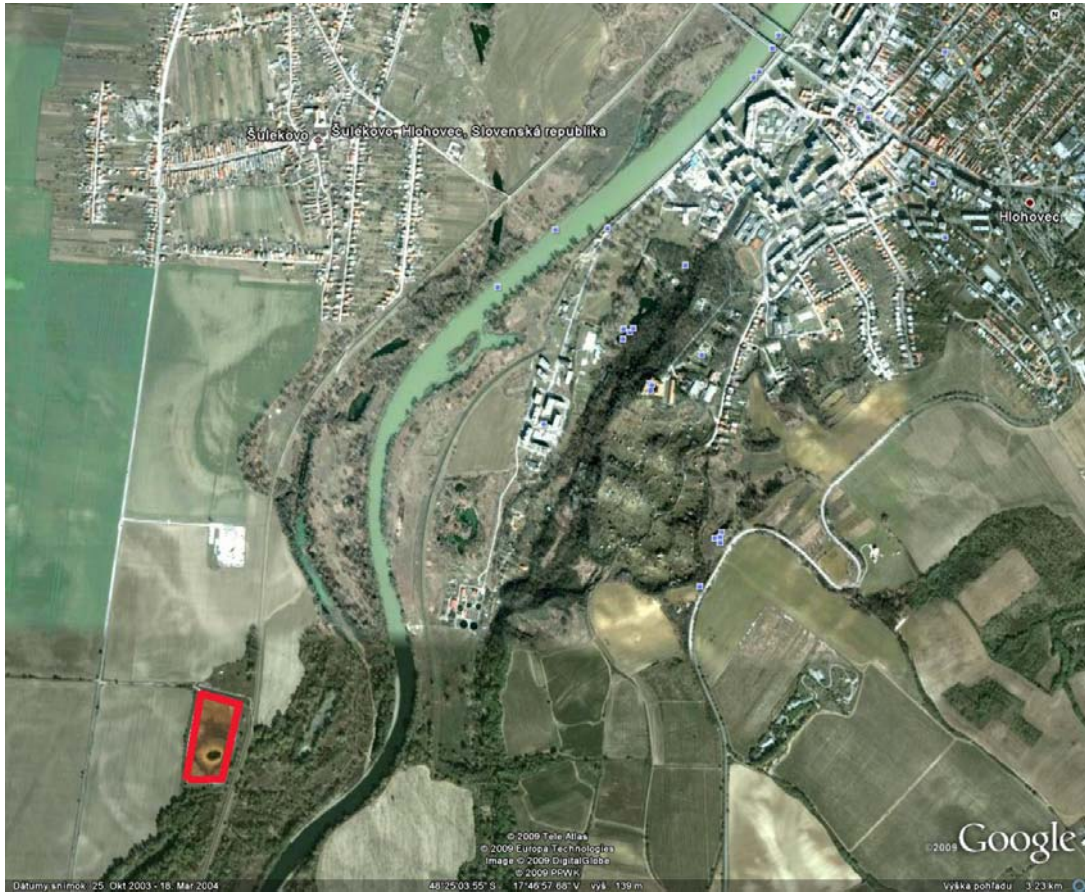
Obr. 15: Priebeh vodivosti v monitorovacích vrtoch MS-1, MS-2, MS-3, lokalita Modra

Tabuľka 10 – Chemické analýzy vôd, odobraných v roku 2008

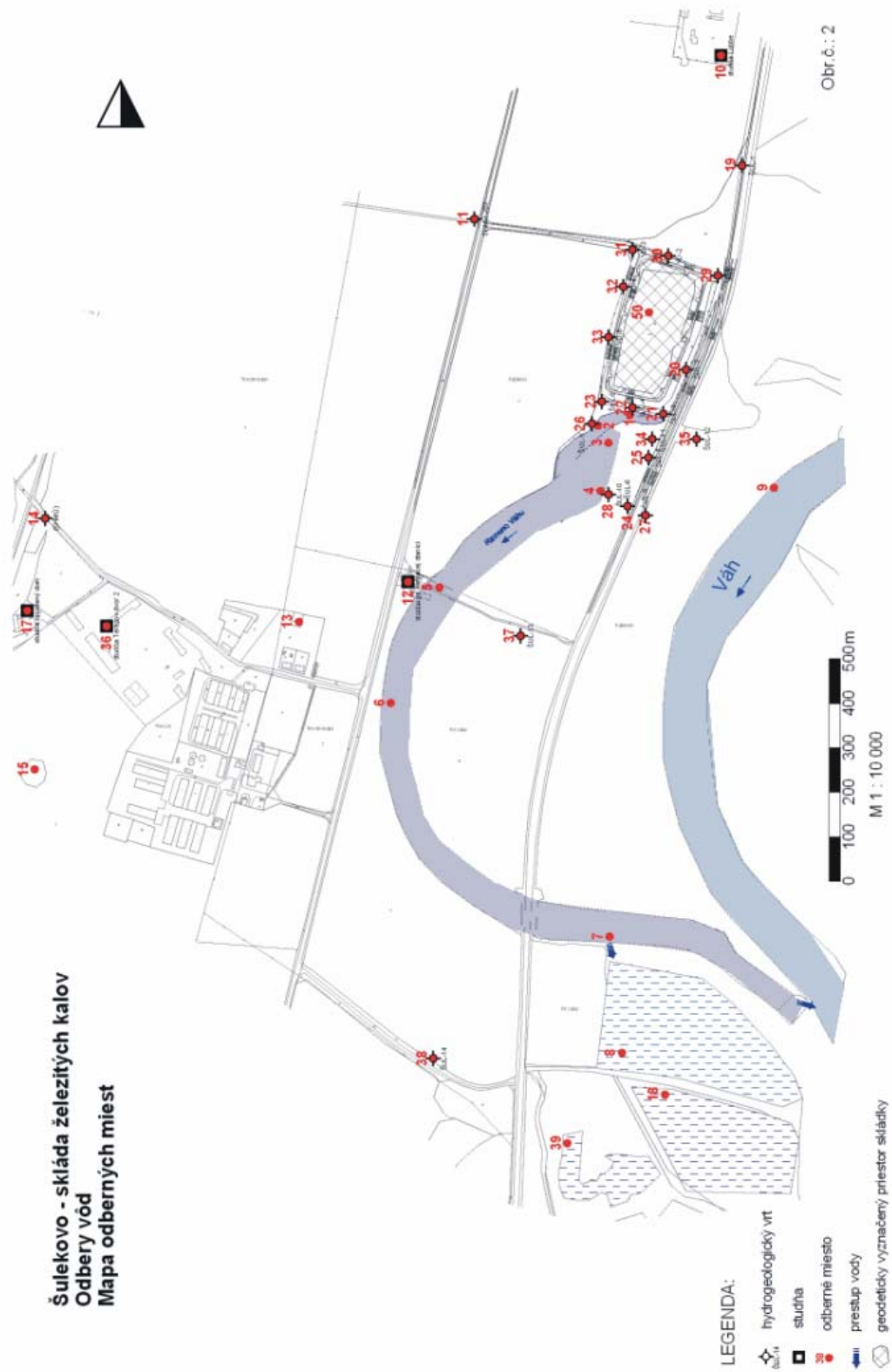
OM		M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7	
	Jednotky	Modra 1	Modra 2	výver	Modra 3	Modra 4	Modra 5	Modra 6	Modra 7
pH		6,82	7,26	7,9	7,89	7,48	7,18	7,94	7,85
vodivosť	mS/m	24,7	400	384	387	220	160	196	87,3
CHSK _{Cr}	mg/l	33	127	141	121	60	36	73	< 20
Cl ⁻	mg/l	5,64	297	427	388	263	140	176	24,6
NH ₄ ⁺	mg/l	< 0,2	38,1	13,4	9,62	< 0,2	< 0,2	3,69	< 0,2
F ⁻	mg/l	0,244	0,315	0,215	0,276	0,285	0,319	0,319	0,275
Fl	mg/l			< 0,05					
CN ⁻	mg/l			< 0,005					
NO ₃ ⁻	mg/l	3,22	39,4	62,7	83,0	37,8	0,83	12,2	14,5
NO ₂ ⁻	mg/l	0,042	0,319	5	0,582	0,026	< 0,01	0,236	0,036
SO ₄ ²⁻	mg/l	19,3	335	225	396	227	164	229	209
AOX	µg/l	38	51	67	37	58	37	34	17
TOC	mg/l	12	40,3	39,9	36,3	20,2	11,5	34,8	5,4
As	mg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
B	mg/l	0,0605	2,54	2,34	2,49	0,594	0,622	0,312	0,0671
Cd	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Co	mg/l	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Cr	mg/l	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020	< 0,020
Cu	mg/l	0,0631	< 0,020	< 0,020	0,0345	0,0222	< 0,020	0,0567	< 0,020
Ni	mg/l	< 0,020	0,0470	0,0402	0,0460	0,0259	< 0,020	0,0225	< 0,020
Pb	mg/l	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050
Zn	mg/l	0,0730	0,0758	0,0247	< 0,020	< 0,020	0,0784	0,0783	< 0,020
Hg				< 0,001					

2.3.4.5 Lokalita Šulekovo

Situácia lokality je na obr. 16 a znázornenie odberných miest na obr. 17. V roku 2008 boli vo všetkých vzorkách vôd laboratórne stanovené: pH, vodivosť, CHSK_{Cr}, Cl⁻, NH₄⁺, Zn a Cu (posledné dva sú prvky, mapujúce možné úniky zo skládky). Vývojové tendencie vodivosti, CHSK_{Cr} a chloridov vo vrtoch VD-1 a VD-3 signalizujú, že podzemná voda vo vrtoch, ktoré sú situované na severnej strane skládky (VD-1, VD-3) 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.



Obr. 16: Lokalita Šulekovo



Obr. 17: Odberné miesta na lokalite Šulekovo

Tabuľka 11 Chemické analýzy vybraných parametrov vo vybraných vrtoch, Šulekovo

Vrt	parameter		19.7.00	5.6.08	6.11.08
VD-1	pH			4,45	4,2
	vodivosť	mS/m		1540	1800
	CHSK _{Cr}	mg/l		812	986
	Cl ⁻	mg/l		5820	6860
	NH ₄ ⁺	mg/l		5,28	13,5
	AOX	mg/l		199	64
	Cu	mg/l	< 10	<20	<20
Zn	mg/l	<10	112	87,6	
VD-3	pH			7,25	7,37
	vodivosť	mS/m		126	126
	CHSK _{Cr}	mg/l		20	<20
	Cl ⁻	mg/l		84,2	86,3
	NH ₄ ⁺	mg/l		0,22	4,17
	AOX	mg/l			
	Cu	mg/l		20	<20
Zn	mg/l	< 10	20	<20	

Vrt	parameter		19.7.00	5.6.08	6.11.08
ŠUL-1	pH			6,93	7,1
	vodivosť	mS/m		153	145
	CHSK _{Cr}	mg/l		20	<20
	Cl ⁻	mg/l		105	83,6
	NH ₄ ⁺	mg/l		0,2	1,21
	AOX	mg/l			
	Cu	mg/l	< 10	20	<20
Zn	mg/l	< 10	20	<20	
ŠUL-7	pH			4,95	4,55
	vodivosť	mS/m		797	646
	CHSK _{Cr}	mg/l		316	172
	Cl ⁻	mg/l		2850	2190
	NH ₄ ⁺	mg/l		1,52	3,31
	AOX	mg/l			
	Cu	mg/l		20	<20
Zn	mg/l	< 10	20	<20	
ŠUL-11	pH			6,49	6,56
	vodivosť	mS/m		757	540
	CHSK _{Cr}	mg/l		204	86
	Cl ⁻	mg/l		2380	1510
	NH ₄ ⁺	mg/l		1,53	2,46
	AOX	mg/l			
	Cu	mg/l	< 10	20	<20
Fe	mg/l			12,4	
Zn	mg/l		22,5	<20	

Ako referenčný sa dá využiť vrt ŠUL-1, v ktorom v priebehu obdobia 2000 až 2007 boli namerané ustálené hodnoty pH, vodivosti a koncentrácie chloridov. Podobne aj obsahy Cu a Zn, ktorých fónová hodnota, charakterizujúca približne prírodné obsahy, je mnohonásobne vyššia (napr. u Zn - 0,150 mg/l).

Vývojové tendencie vodivosti, CHSK_{Cr} a chloridov vo vrtoch VD-1 a VD-3 (tab. 11) signalizujú, že podzemná voda vo vrtoch, ktoré sú situované na severnej strane skládky (teoreticky v smere prítoku nekontaminovaných podzemných vôd) je trvale znečisťovaná. Zmena obsahu sledovaných parametrov vo vrtoch je nerovnomerný. Pre hodnotenie kvality podzemných vôd v okolí skládky je zaujímavý vrt VD-1. Rovnomerný nárast obsahov je evidentný už od roku 2002. Ako vysvetlenie bolo vo výsledkoch monitoringu predchádzajúcich rokov uvažované, že

dochádza ku znečisťovaniu z priestoru, v ktorom nebolo odstránené znečistenie po vybudovaní podzemných tesniacich stien. V blízkosti vrtu VD-1 sú steny zapustené do piesčitého prostredia. V tabuľke 12 je vývoj hodnôt vodivosti vo vybraných vrtoch od roku 2000 do roku 2008.

Tab. 12 Vývoj hodnôt vodivosti vo vybraných vrtoch

vrt	19.7.00	20.12.00	20.11.06	26.6.07	25.10.07	4.6.08
SUL-9	175	250	460	600	600	
SUL-10	147	152	154	250	250	
VD-1	270	232	1065	2000	2000	2200
VD-2	1068	860	840	350	x	
VD-3	162	250	280	140	141	126
VD-4	279	550		x	x	
VD-5	376	270	450	250-1660	1400	

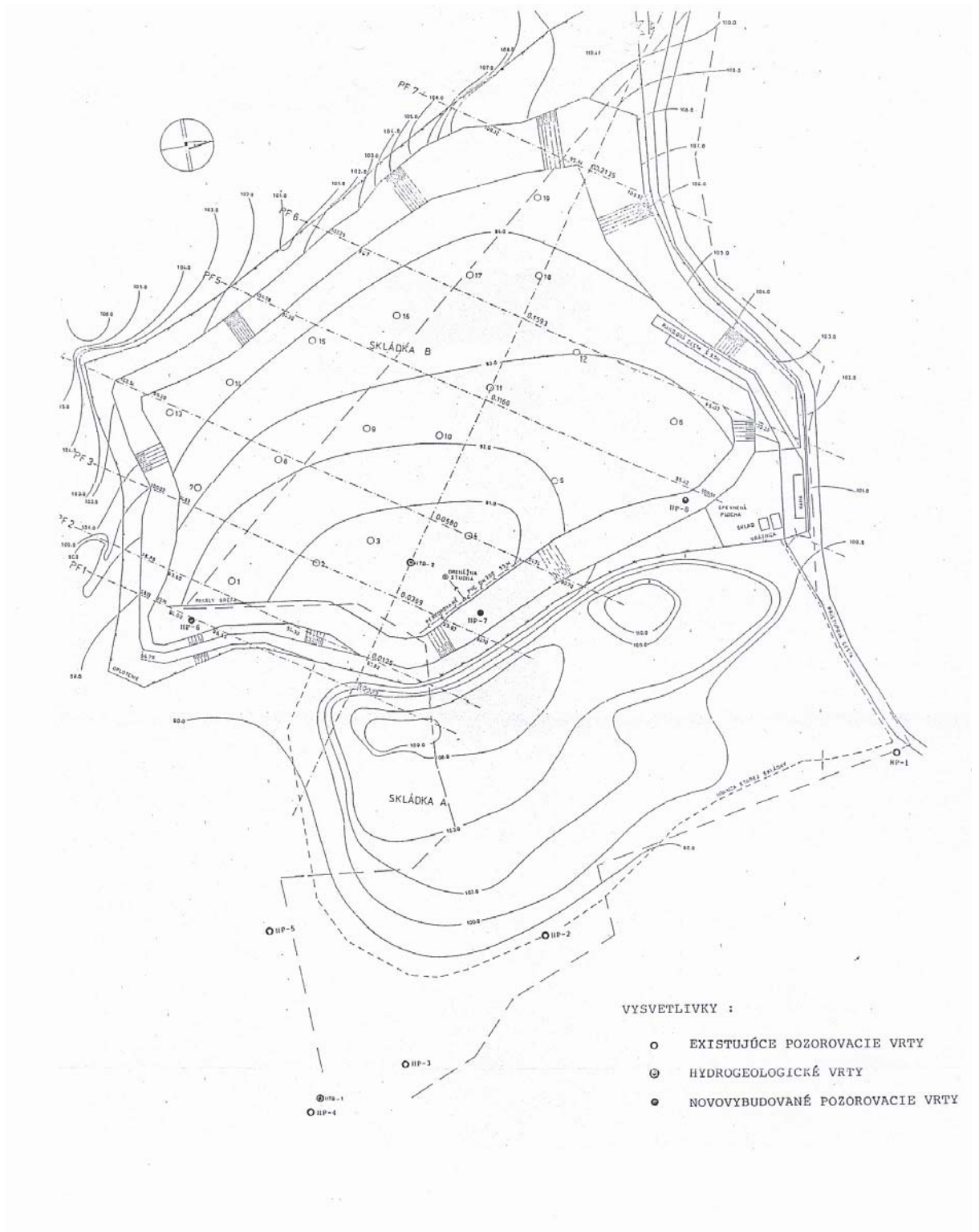
2.3.4.6 Lokalita Bojná

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. 18. 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. Znázornenie odberných miest na obr. 19. 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 13 sú zhrnuté chemické analýzy vzoriek, odobraných v roku 2008.



Obr. 18 Situácia lokality Bojná



Obr. 19 Odborné miesta na lokalite Bojná

Tab. 13 Výsledky analýz vzoriek vôd v roku 2008, lokalita Bojná

6.2.2008		<i>Jednotky</i>	HTB-1	HP-6	HP-8	Šachta
	<i>pH</i>		7,28	6,75	6,76	8,09
	<i>vodivosť</i>	<i>mS/m</i>	423	918	429	1 526
	<i>CHSK_{Cr}</i>	<i>mg/l</i>	220	727	242	1 609
	<i>Cl</i>	<i>mg/l</i>	1 020	1 250	542	1 480
	<i>NH₄⁺</i>	<i>mg/l</i>	41,7	407	84,1	1 220
	<i>TOC</i>	<i>mg/l</i>	58,5	248	78,8	592
	<i>B</i>	<i>mg/l</i>	3,84	7,12	3,59	5,54
4.6.2008			HTB-1	HP-2	HP-4	Šachta
	<i>pH</i>		7,64	6,88	4,20	8,19
	<i>vodivosť</i>	<i>mS/m</i>	421	776	118	1 625
	<i>CHSK_{Cr}</i>	<i>mg/l</i>	242	244	63	1 628
	<i>Cl</i>	<i>mg/l</i>	1 078	1 890	350	1 580
	<i>NH₄⁺</i>	<i>mg/l</i>	42,4	< 0,2	0,353	1 340
	<i>B</i>	<i>mg/l</i>	3,63	2,31	0,101	4,73
9.9.2008			HP -1	HP-3	HP-5	Šachta
	<i>pH</i>		7,10	6,16	6,60	7,81
	<i>vodivosť</i>	<i>mS/m</i>	79	915	78	1 530
	<i>CHSK_{Cr}</i>	<i>mg/l</i>	< 20	393	23	1 640
	<i>Cl</i>	<i>mg/l</i>	71,6	2 680	59,8	1 550
	<i>NH₄⁺</i>	<i>mg/l</i>	13,1	4,06	4,58	1 170
	<i>TOC</i>	<i>mg/l</i>	2,09	98,8	5,35	665
	<i>B</i>	<i>mg/l</i>	0,0644	1,51	0,0307	4,65
19.11.2008			HTB-1	HP-6	HP-8	Šachta
	<i>pH</i>		6,22	6,68	6,75	7,96
	<i>vodivosť</i>	<i>mS/m</i>	220	970	490	1 580
	<i>CHSK_{Cr}</i>	<i>mg/l</i>	94	783	277	1 600
	<i>Cl</i>	<i>mg/l</i>	598	1 320	572	1 510
	<i>NH₄⁺</i>	<i>mg/l</i>	19,3	513	106	1 230
	<i>TOC</i>	<i>mg/l</i>	21,0	251	83,2	621
	<i>B</i>	<i>mg/l</i>	1,62	6,36	3,32	4,64

Tabuľka 14 Vývoj hodnôt vodivosti vo vybraných vrtoch, šachte a v povrchovej vode od roku 2006 do roku 2008

Dátum	HP-2	HP-3	HP-6	HP-8	HTB-1	šachta	Povrch
22.06.06	270	434	321	364	323	1206	1112
21.09.06	474		472	422	313	1540	1590
15.11.06	435	570	533	360	90	1090	
01.03.07	680	725	830	430	56		1320
09.05.07	660	820	640	410	48,8	1500	1450
17.09.07	648	794	907	370	41		1067
07.11.07	850	900	1050	350	560	1675	1400
06.02.08	850	860	995	350	890	1525	1150
04.06.08	776	966	1120	390	421	1625	
09.09.08	830	915	1060	340	760	1530	
19.11.08	875	973	1020	490	730	1580	

Aj výsledky z monitoringu v roku 2008 potvrdzujú, že vplyv staršej kontaminácie je stále v podzemných vodách prítomný. Na základe súhrnného spracovania dlhodobých výsledkov zo všetkých použitých vrtov a v časovom slede je možné sledovať vývoj znečistenia v priestore skládok, určiť hlavné znečisťujúce migranty a predpovedať očakávané trendy znečistenia(tab.14).

2.3.4.7 Lokalita Myjava - Surovín

Skládka TKO vznikla dlhodobým nekontrolovaným sypaním komunálneho aj priemyselného odpadu do erózných rýh, resp. ťažobných jám na svahu kopca Surovín. V roku 2006 bola rekultivovaná. Situácia lokality je na obr. č. 20 (obrys lokality červený). Monitoring skládky sa uskutočňuje odberom vzoriek vôd pre laboratórne analýzy a vizuálneho zhodnotenia stavu monitorovacieho systému a povrchu skládky (obr.č.21). Vzorky boli odobraté z troch miest, dostatočne reprezentatívnych pre hodnotenie procesov v skládke. Hodnoty sledovaných fyzikálno-chemických parametrov vôd z posledného odberu potvrdzujú, že kontaminácia, ktorá sa šíri do okolia zo skládky TKO a z úložiska galvanických kalov je dlhodobostabilizovaná a nepredstavuje ohrozenie životného prostredia.

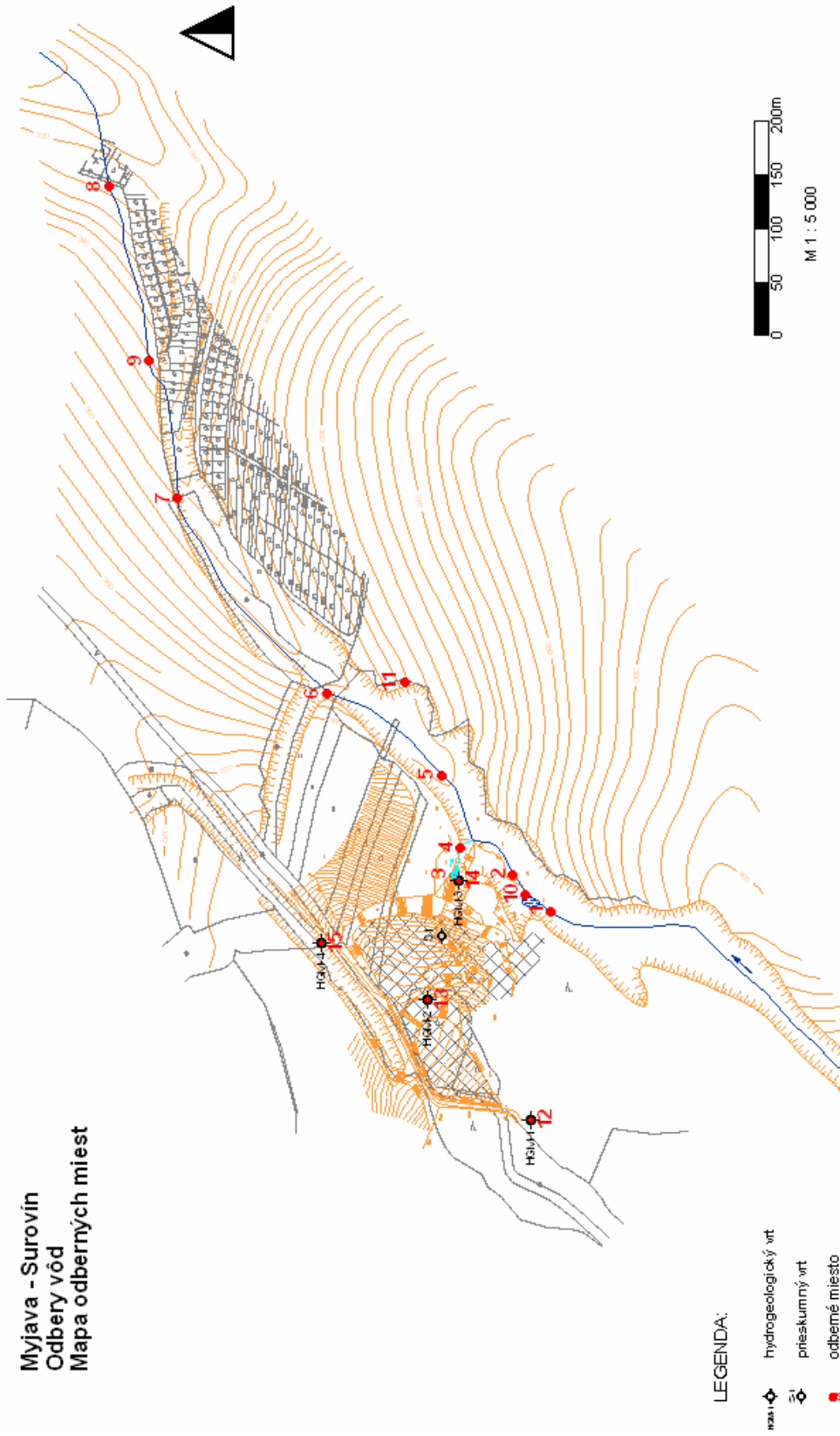
Hlavnou cestou šírenia vody zo skládky je zberný drén v jej čele, odkiaľ postupne vteká do potoka. V ňom, v závislosti od klimatických podmienok, dochádza k nariedeniu. Hlavnou zložkou kontaminácie je dlhodobo NH_4^+ , Zn a Ni. Skládkový materiál nepredstavuje z hľadiska kontaminácie povrchových a podzemných vôd rizikové prostredie. Na skládke sa však tvoria erózne ryhy, hlboké až po podložné geotextílie. Do priestoru skládky sa dostáva nielen infiltrovaná voda zo zrážok, ale aj podzemná voda z bočných častí. Výtok v čele skládky je stále aktívny a je potrebné mu venovať pozornosť.

Priebeh vodivosti, vývoj tohto sledovaného parametra od roku 2002 až do roku 2008 je na obrázku č. 22, priebeh CHSK_{Cr} je na obrázku č.23, vývoj obsahu chloridov na obrázku č.24 a vývoj obsahu amónnych iónov vo vybraných odberných miestach je na obrázku č.25.

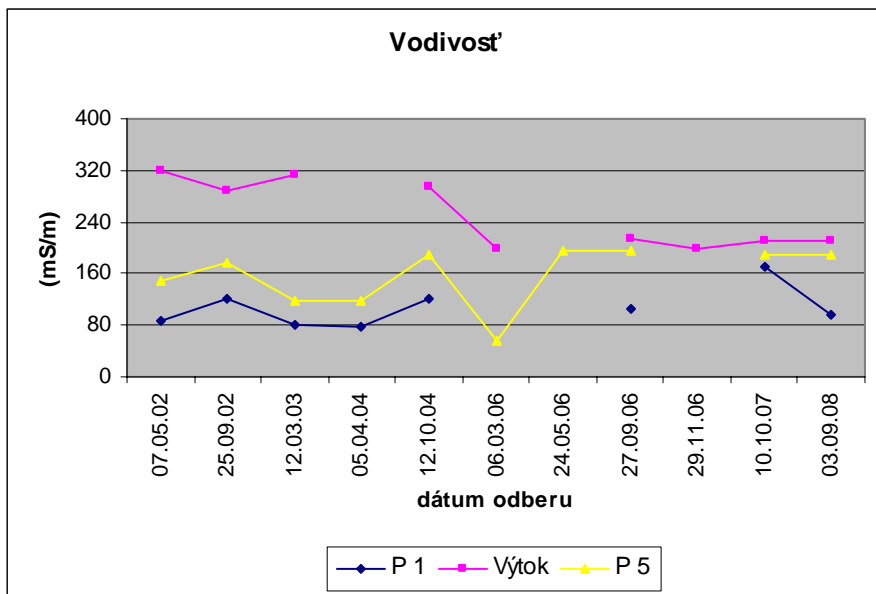


Obr. 20 Situácia – lokalita Myjava - Surovín

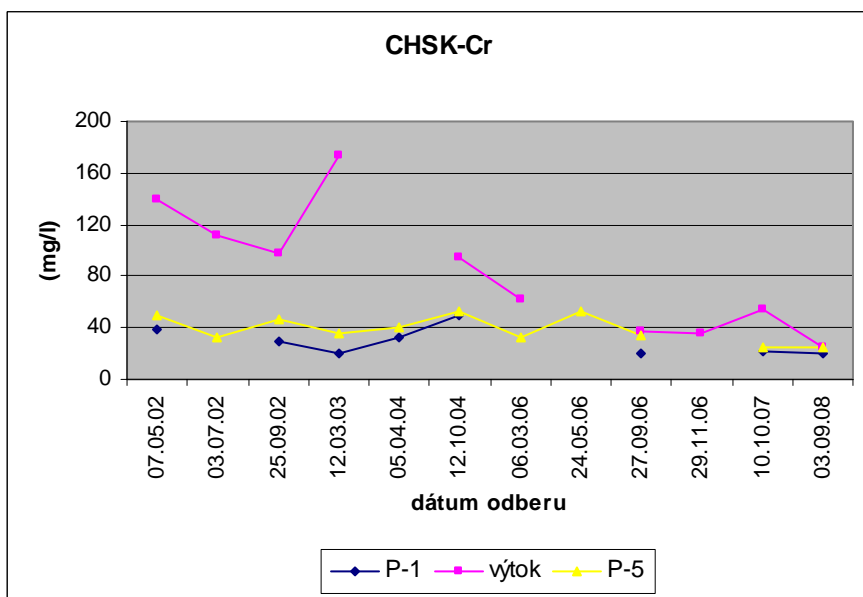
Myjava - Surovin
Odbery vôd
Mapa odberných miest



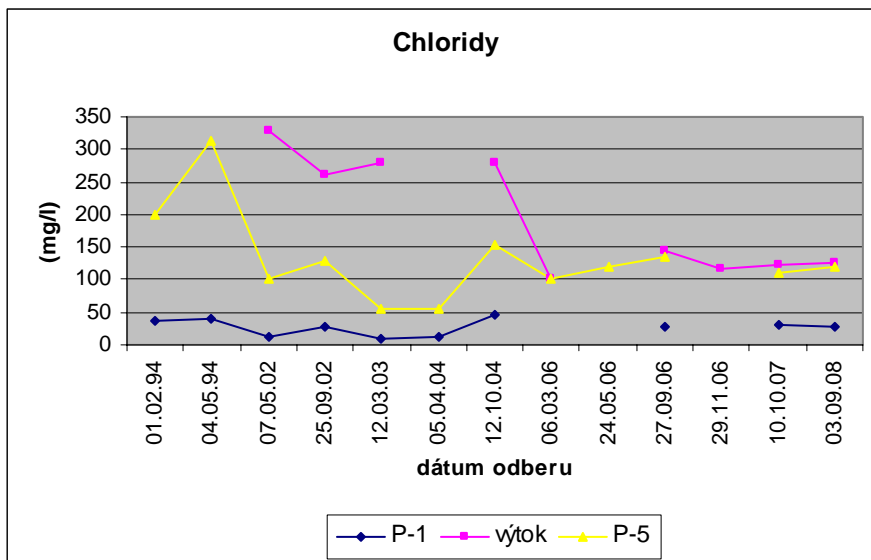
Obr. 21 Odborné miesta, lokalita Myjava



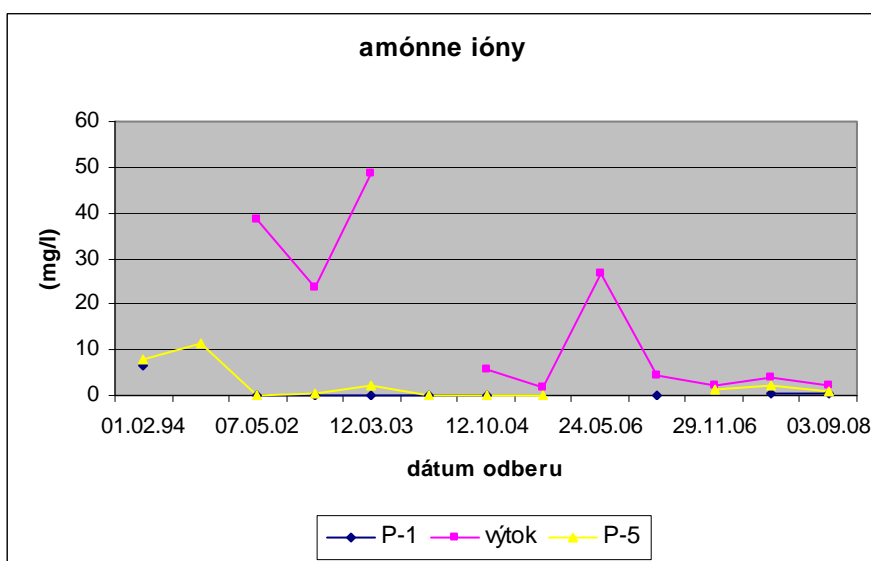
Obr. 22 Pribeh meraného parametru od roku 2002 do roku 2008



Obr. 23 Pribeh meraného parametru od roku 2002 do roku 2008



Obr. 24 Priebek meraného parametru od roku 2002 do roku 2008



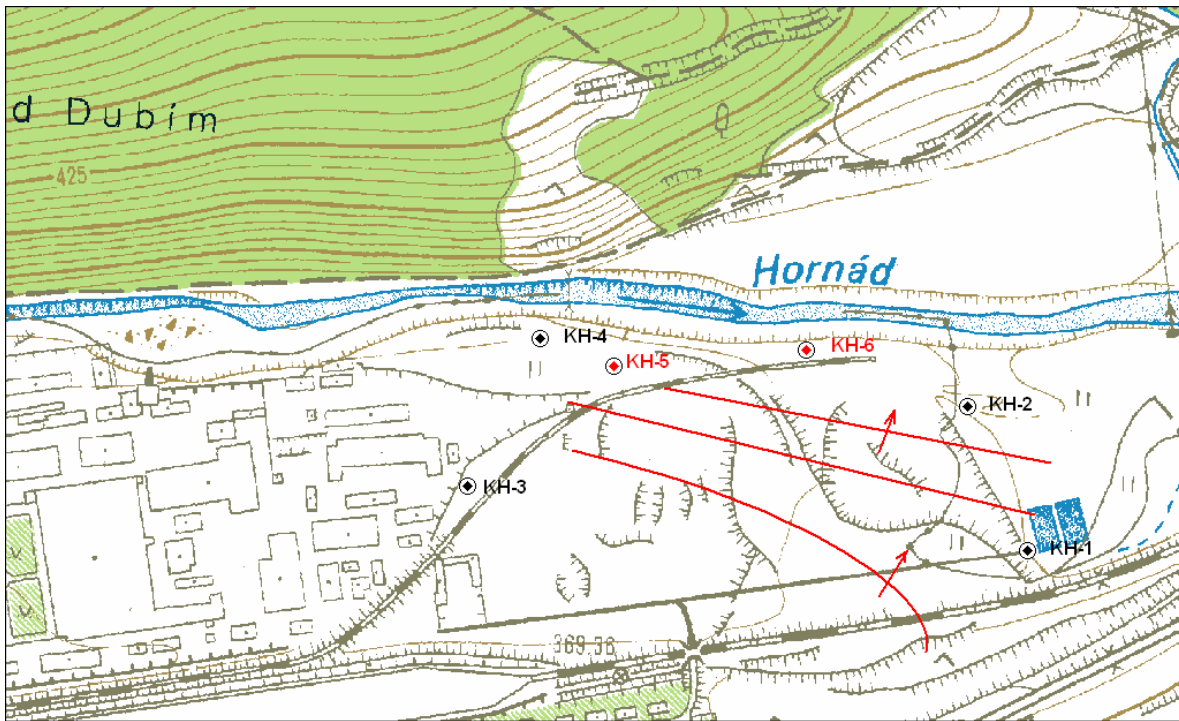
Obr. 25 Priebek meraného parametru od roku 2002 do roku 2008

2.3.4.8 Lokalita Kropachy - Halňa

Skládka Halňa sa nachádza na pravom brehu rieky Hornád v intraviláne mesta Kropachy (obr.č.26). 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. Monitoringom podzemných vôd bolo zistené prekročenie povolených limitov nasledujúcich prvkov: As, Cd, Ni, B, Zn, Sb. Príklad nameraných hodnôt je v tabuľke 15. Pravdepodobné ohrozenie na ovzdušie, či priamym kontaktom predstavuje aj povrch priemyselných odpadov v tejto lokalite. Umiestnenie odberných miest je znázornené na obrázku č.27.



Obr. 26 Situácia lokalita Halňa



Obr. 27 Odberné miesta – lokalita Halňa

Skládka Halňa sa nachádza v údolí rieky Hornád, v severovýchodnej časti mesta Krompachy. 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. 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. Zaujímavé 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 Krompachy sa počítalo s využitím územia pre rozvoj ľahkého priemyslu , vrátane komunikácií.

Priemyselný odpad ukladajú 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.

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). V tabuľke 14 sú výsledky analýz v roku 2008 na odbernom mieste „lávka na plyn“. Výsledky analýz z vrtov KH1 a KH2 sú v tabuľke 16 a tabuľke 17.

Tabuľka 15 Chemické analýzy v roku 2008 a ich vývoj od roku 2006

Meraná veličina/ parameter / znak	M. j.	Halňa, lávka na plyn				
		2006		2007		2008
		VI	XI	VI	XI	
pH		8,11	8,33	8,43	8,38	7,94
amónne ióny	mg/l	0,86	0,83	0,09	1,09	0,08
dusičnany	mg/l	11,7	15,14	10,4	15,73	11,77
As	µg/l	4	2	5	6	3
Hg	µg/l	0,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Pb	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10
Zn	µg/l	229	37	35	38	19
NEL IČ	µg/l	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,01

Tab 16 Výsledky vybraných analýz a porovnanie s predchádzajúcim stavom

Meraná veličina/ parameter / znak	M. j.	V-KH-2/93 Dátum odberu								Pokyn MŽP		
		2000	2001			2006		2007	2008	A	B	C
		XI	VI	XI	XII	VI	XI	XII				
amónne ióny	mg/l	0,03	0,036	0,2		0,26	0,32	<0,01	7,39	0,2	1	3
dusičnany	mg/l	127	22	102		18,2	22,2	67,5	4,9			
As	µg/l	14	15	17		9	18	9	7	5	50	200
Hg	µg/l	0,3	0,1	0,1		0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1	5
Pb	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	20	50	200
Zn	µg/l	7	15	6		102	27	38	10	150	500	1000
NEL IČ	µg/l	<20	<20	30		30	10	250	50	50	200	1000
xylény	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,3	0,02	0,2	20	60
benzén	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,1	<0,01	0,2	5	30
toulén	µg/l	12,7	<0,01	0,15	<0,01	<0,01	0,47	0,24	0,05	0,2	15	50
aromat. uhľ. suma	µg/l	12,7	<0,1	0,15	<0,1	<0,1	0,47	0,66	<0,1	1	50	100
1,1,2,2-tetrachlórétén	µg/l	<0,01	<0,01	0,19	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,07	0,01	10	50
1,1,2-trichlórétén	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,13	<0,01	0,01	30	100
1,1 dichlórétén	µg/l	<0,01	<0,01	1,96	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,5	2
1,2 dichlórétén cis	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	0,001	10	50
1,2 dichlórétén trans	µg/l	17,2	<0,01	<0,01	<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	<0,1	0,13	0,16	1	20	100
B	µg/l	206	90	274		90	510	182	1000	50	200	1000
Ba	µg/l	146	53	130		54	77	111	116	50	500	2000
Cd	µg/l	<2	<2	<1,5		5	<2	<1,5	<2	1,5	5	20
Cu	µg/l	<5	9	<5	<5	21	73	38	<5	20	50	200
V	µg/l	<5	6	<5	<5	<5	<5	<5	<5	50	100	300

Tab 17 Výsledky vybraných analýz

Meraná veličina/ parameter / znak	M. j.	V-KH-1/93 Dátum odberu									Pokyn MŽP			
		2000	2001					2006		2007	2008	A	B	C
		XI	VI	XI	XII	VI	VI	XI	XII					
amónne ióny	mg/l	0,05	<0,005	0,07			0,22	3,86	0,11		0,2	1	3	
dušičnany	mg/l	29,2	24,4	14,4			5,8	27,7	68,3					
As	µg/l	22	59	14			10	8	10		5	50	200	
Hg	µg/l	0,5	0,1	0,1			0,1	<0,1	<0,1		0,1	1	5	
Pb	µg/l	<10	20	<10	<10	<10	<10	<10	<10		20	50	200	
Zn	µg/l	<5	36	<5			10	54	28		150	500	1000	
NEL IČ	µg/l	<20	<20	<20	<20	<10	40	<10	220		50	200	1000	
xylény	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01		0,2	20	60	
benzén	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,1	<0,01	<0,01		0,2	5	30	
toulén	µg/l	14	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01	0,57	<0,01		0,2	15	50	
aromat. uhľ. suma	µg/l	14	<0,1	<0,1	<0,1		0,1	0,57	<0,01		1	50	100	
1,1,2,2-tetrachlóretén	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		<0,01	<0,01	0,2		0,01	10	50	
1,1,2-trichlóretén	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,01	30	100	
1,1 dichlóretén	µg/l	<0,01	<0,01	1,43	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,01	0,5	2	
1,2 dichlóretén cis	µg/l	<0,01	<0,01	25,7	<0,01		<0,01	<0,01	<0,01		0,001	10	50	
1,2 dichlóretén trans	µg/l	11,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01		0,001	10	50	
alif. chlór. uhľ. suma	µg/l	11,1	<0,01	27,1	<0,01		<0,1	<0,1	0,2		1	20	100	
B	µg/l	158	120	99			30	80	110		50	200	1000	
Ba	µg/l	123	97	205			120	142	111		50	500	2000	
Cd	µg/l	<2	<2	<1,5		<1,5	5	<2	<2		1,5	5	20	
Cu	µg/l	8	63	6	<5		30	87	7		20	50	200	
V	µg/l	73	73	<5			7	<5	<5		50	100	300	

Množstvo podzemnej vody drénovanej Hornádom priamo z telesa skládky je cca 217 m³/den. Koncentrácie As, Cd, Ni, B, Zn, Sb prekračujú povolené limity. Pravdepodobnú záťaž na ovzdušie, či priamy kontakt predstavuje i povrch priemyselných odpadov. Odobrané vzorky (59) z povrchu odpadov niekoľkonásobne prekračujú limity „Holandskej normy“ hlavne v obsahoch As, Cu, Sb, Pb, Zn, Ni, Ba.

Oblasť Halne je zároveň zaradená do skupiny tzv. združených, alebo konglomerovaných environmentálnych záťaží oblasti Kropachy (Záhorová, Ľ., Pramuka, S., 2008). 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 Kropachy 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 u Cd, pri As a Ni, prekračujú hodnoty ID a dosahujú medzné hodnoty IT.

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 rizikovosti (DANCEE, 2005) podľa limitných hodnôt a odhadnuté náklady na sanáciu (309 - 333 mil. Sk).

2.3.5 Monitoring fyzikálnej stability odkalísk – výsledky kvality ukazovateľov za rok 2008

2.3.5.1 Geotechnický monitoring odkalísk

V rámci geotechnického monitoringu odkalísk sa vypracovali v roku 2008 identifikačné listy pre ďalších päť odkalísk. Rudné odpady uložené na odkalisku Rudňany (okres Spišská Nová Ves), popolčky: Zvolen, Žilina, Snina a Sereď (Galanta). Z hľadiska ohrozenia životného prostredia je problematickým odkalisko Žilina.

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 manažerstva, 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 a záťaží (ASP).

Identifikačné listy sledovaných lokalít sú v prílohe 1.

2.3.5.1.1 ODKALISKO ŽILINA - ROSINA

Odkalisko Žilina situované na katastrálnom území obcí Rosina a Bytčica v okrese a kraji Žilina slúži Žilinskej teplárenskej a.s. (vlastník aj užívateľ) na trvalé ukladanie popola (obr.28). Je to odkalisko údolného typu, II. vodohospodárskej kategórie, prevádzkované od r.1985 (začiatok výstavby 1983). Projektant základnej hrádze bol Váhostav n.p Žilina, Bratislava, GP bol HYCO š.p. Bratislava neskôr a v súčasnosti je projektantom odkaliska Mélyépterv - Hydrotransport, s.r.o. Budapest.

Základné poznatky o odkalisku môžeme prehľadne zhrnúť :

- kóta dna údolia 380,0 m n.m., kóta koruny základnej hrádze 396,0 m n.m., max.výška základnej hrádze ~ 16,0 m ;
- šírka koruny základnej hrádze 4,0 m, v päte 108,0 m, dĺžka hrádze (v osi) 304,0m;
- plocha odkaliska v úrovni koruny základnej hrádze 8,0 ha ;
- obsah odkaliska za základnou hrádzou 0,90.10⁶ m³ ;
- sklon vzdušného svahu 1 : 3 (po 390,0 m n.m.) a vyššie 1 : 2,5 ;
- sklon návodného svahu 1 : 4 (po 387,0 m n.m.) a vyššie 1 : 3;
- lavičky na kótach 384,0 a 390,0 m n.m., šírky 4,0 m na vzdušnom svahu;
- plocha povodia 2 km² (200 ha);
- kóta koruny 1 nadvyšovacej hrádze 402,0 m n.m., max.projektované nadvýšenie 423,0 m n.m., (obsah odkaliska 8,3.10⁶ m³);
- ročná produkcia popola cca 300 000 m³, max. množstvo hydrozmesi cca 600 m³/hod.;
- súčasná výška odkaliska je cca 25,0 m (od päty základnej hrádze), plocha cca 25,0 ha, objem popolovín uložených v odkalisku do r.2005 je cca 1,5.10⁶ m³.



Obr. 28 Pohľad na odkalisko (Masarovičová, 2008)

M o n i t o r o v a c í s y s t é m odkaliska pozostáva z merania úrovne hladín vody v telese odkaliska, v podloží a jeho okolí v pozorovacích vrtoch (spolu 44 vrtov), z geodetického pozorovacieho systému kontrolných výškových a polohových meraní siete bodov a ostatných pozorovaní a meraní. Skupina ostatných pozorovaní a meraní zahŕňa plavenie hydrozmesi, prevádzkové pomery, bilanciu vôd odkaliska, sledovanie hladiny jazera a šírky pláže odkaliska,

množstvá a čistotu drenážnych vôd a vizuálne prehliadky odkaliska. Zvláštnu skupinu monitoringu predstavujú pravidelné overovania geotechnických vlastností geomateriálov odkaliska a kontrolné výpočty stability. Schematická situácia odkaliska je na obr. 29.

Odkalisko Žilina je vodná stavba II. kategórie, vznikajúca postupne 25 rokov hydraulickým ukladaním popolov zo Žilinskej teplárenskej a.s. Reálne prognózy správania sa odkaliska (najmä jeho statickej a filtračnej stability) sú odrazom reálnosti a hodnovernosti vstupných údajov. Vstupné údaje sú súborom informácií o geotechnických charakteristikách sedimentu, priesakových podmienkach v telese odkaliska, o geotechnických vlastnostiach podložia a hrádze odkaliska, o morfológii terénu lokality, o hydrogeologických pomeroch v podloží, o seizmicite oblasti a o klimatických pomeroch. Dôsledné vyhodnocovanie monitoringu, jeho dopĺňanie a inovácia sú spolu s aplikáciou jeho výsledkov neopomenuteľnou súčasťou problematiky odkaliska.

Pri stabilitných výpočtoch a analýzach sa v súčasnosti (v súlade s normami) používajú najmä klasické metódy mechaniky zemín (metóda medznej rovnováhy) aplikované v prúžkových metódach rôznych autorov (Pettersson, Bishop, Sarma, Janbu a ďalší). Zavádzame pritom mnohé zjednodušenia : priestorovú úlohu riešime ako rovinnú, úroveň hladiny podzemnej vody, povrch terénu a známe rozhrania geologických vrstiev nahrádzame priamkovými polygónmi, klznú plochu v rovinnom priemete uvažujeme najčastejšie ako kružnicu, príp. inú matematicky definovanú spojitú krivku alebo priamkový polygón, zjednodušujeme silové pôsobenia v jednotlivých prúžkoch a medzi nimi, seizmické účinky simulujeme statickými vodorovnými silovými účinkami, atď. Tieto obmedzenia platia pre všetkých užívateľov aj softwarových produktov užívajúcich tieto výpočtové metódy. Dominantnú úlohu majú preto geotechnické charakteristiky antropogénnych sedimentov a zemín, výsledky výpočtov sú ich odrazom. V prípade ich neznalosti sú akékoľvek zložité a náročné výpočty v najlepšom prípade len odborným odhadom. Stabilitné výpočty realizované na odkalisku v Žiline patria tiež do tejto kategórie. Z praxe sú známe havárie hrádzí aj celých telies odkalísk, ktorých vypočítané stupne stability boli vysoko nad indiferentnou hodnotou 1,0.

Navrhujeme: Postupné určenie a overenie geotechnických parametrov geomateriálov odkaliska a riešenie aktuálnych problémov najmä :

- inovovanie parametrov podložných zemín;
- opakovanie kontrolných meraní šmykovej pevnosti podľa jednotnej metodiky a interpretácie (2008) v pravidelných intervaloch;
- overiť aké sú po 25 rokoch geotechnické vlastnosti zeminy základnej hrádze a skutočnú hrúbku kvartéru a tzv. prechodnej vrstvy nad paleogénnym podložím.

Problematická je aj definícia medznej hladiny. Ako navrhuje projektant zohľadniť vplyvy meraní pri stabilitných výpočtoch? Ako sa sledujú tlakové hladiny a aký je ich vplyv na prevádzku odkaliska? Z prác Vodohospodárskej výstavby š.p. Bratislava vyplýva, že je drenážny systém neprehľadný a obtiažne kontrolovateľný. Je evidovaných množstvo porúch a problémov so šachtami, drénmi, zaústením drénov, filtračnými obsypmi, kontinuitou drénov a s celkovou funkčnosťou drenážneho a odvodňovacieho systému.

Napriek pripomienkam v správach Vodohospodárskej výstavby š.p. (TBD) Bratislava nezaoberal sa projektant ani správca odkaliska problematikou stekutenia popolov na odkalisku, ani experimentálnym overovaním náchylnosti sedimentu k stekuteniu. Otázka seizmických účinkov je oprávnená vzhľadom na historické zemetrasenie 15.01.1858 (epicentrum Višňové, poškodenie väčšiny stavieb v Žiline) a zaradenie oblasti do 9 0 MCS (ČSAV, 1957).



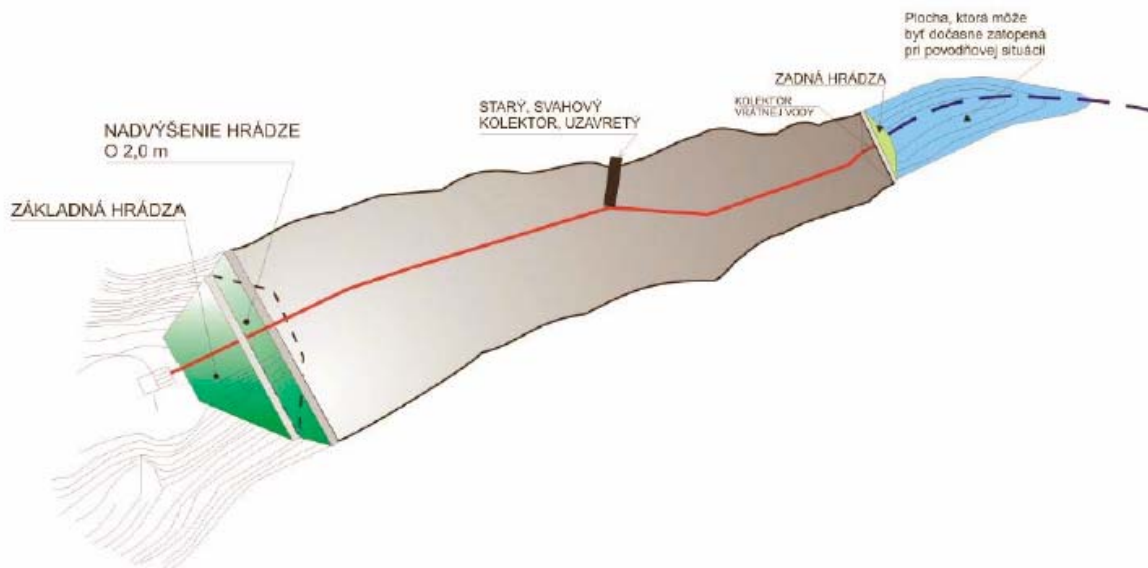
Obr. 29 Umiestnenie monitorovacích vrtov na odkalisku Žilina

2.3.5.1.2 ODKALISKO SNINA

Ide o odkalisko s uzatvoreným využitím dopravnej vody, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie popolového sedimentu trvalé.

Akumulačný priestor odkaliska je vytvorený uzavretím údolia čelnou a záchytnou zadnou hrádzou. Čelná hrádza je v súčasnosti hrádzový systém tvorený základnou zemnou hrádzou a nadvyšovacími stupňami (obr. 30).

Základná zemná hrádza výšky 13,0 m je vybudovaná z piesčitochlinitej zeminy, s návodným svahom sklonu 1:2 a vzdušným svahom so sklonom 1:3. Šírka koruny je 6,0 m a päta hrádzy je na kóte 249,00 m n. m. I. etapa nadvýšenia, t.j. 3 x 2,0 m, je teda na úrovni 268,00 m n. m. Ochranu hrádzy zabezpečuje trojvrstvý pätný drén, od vzdušnej päty hrádzy smerom k osi hrádzy s premenlivou šírkou (max. 20 m) a s 2% - ným spádom. Voda z pätného drénu je potrubím z pálených drenážnych rúrok priemeru 180 mm zvedená do šachty pri päte hrádzy a odtiaľ je odvádzaná do zberného objektu oceľovým potrubím priemeru 200 mm. Návodný drén bol vybudovaný ako dvojvrstvový štrkový (zrinitosť 0,5 - 5 mm) postupne po úroveň 260,00 m n. m. Ochranu návodného drénu tvorí kamenný obsyp hrúbky 0,5 m a prísyp suchej škváry hrúbky 0,5 - 1,0 m. Vodu z návodného drénu odvádzajú potrubie z pálených drenážnych rúrok priemeru 180 mm a popod zemnú hrádzu oceľové potrubie priemeru 200 mm. Aj voda z návodného drénu základnej hrádzy je zvedená do merného objektu na vzdušnej päte hrádzy. Pred samotným sypaním základnej hrádzy bola základová škára odhumusovaná (hrúbka 0,5 m) a v osi hrádzy bol vytvorený ozub (zárez) na jej zaviazanie do podlažia hlboký 1,5 m a 3,0 m široký. Materiál pre základnú hrádzu sa ťažil zo zemníka na pravej strane údolia, nad súčasným odkaliskom.



Obr. 30 Situácia odkaliska Snina

Technicko-bezpečnostný dohľad vykonávaný v zmysle legislatívy nad vodnou stavbou – odkaliskom Snina v ostatnej správe (Kovaľková, 2008) potvrdzuje bezpečnosť a prevádzkyschopnosť tohto inžinierskeho diela. Súčasne však stanovuje návrh nápravných opatrení, ktorého súčasťou je aktualizácia programu dohľadu. Program dohľadu je v priamej závislosti s prognózou správania sa odkaliska. Preto považujeme za nevyhnutný geotechnický

audit aspoň minimálneho rozsahu, aby sa doplnili, analyzovali, resp. inovovali geotechnické informácie pre budúcu existenciu odkaliska.

O vlastnostiach podložia priestoru odkaliska ani o zeminách, resp. geomateriáloch hrádzí a ich nadvyšovacích vrstiev nemáme zatiaľ žiadne geotechnické informácie. Ich absencia výrazne limituje tvorbu geotechnického modelu odkaliska a výpočty filtračnej aj statickej stability.

2.3.5.1.3 ODKALISKO ZVOLEN

Údolné odkalisko Zvolenskej teplárenskej a.s. na katastrálnom území Môľovej je v súčasnosti prevádzkované cyklickým spôsobom, t.j. strieda sa obdobie plavenia a vyvážanie popola do bane Dolina, Veľký Krtíš (od r. 2005). Základná zemná hrádza má výšku 10,0 m, šírku koruny 3,0 m a sklon svahov 1:2. Kóta dna údolia je 300,00 m n. m., maximálna projektovaná výška hrádzového systému je 322,00 m n. m. Vzhľadom na zmenu prevádzky v r. 2005 (dosiahnutá výška 316,00 m n. m.) táto úroveň zatiaľ nie je aktuálna. Súčasná kóta plavenia dosahovaná pri cyklickej prevádzke je 314,00 m n. m. a plocha odkaliska dosahuje cca 7 ha. Informačné zdroje uvádzajú, že pred rokom 1991 sa do odkaliska ukladala iba škvara. Uloženie nebolo trvalé, geomateriál sa v tomto období sezónne vyvážal. Naplavovanie popolového sedimentu s trvalým uložením v odkalisku sa realizovalo od r. 1991 do r. 2005. Predstavuje to viac ako 320 000 m³ uloženého popola. V definovanom období sa plavilo smerom k základnej hrádzi. Pozostatky pôvodného odberného objektu sú viditeľné na širokej lavici v úrovni koruny hrádzy. V súčasnosti je naprieč údolím vybudovaná deliaca hrádza. Naplavuje sa do prednej časti a odsedimentovaná voda prepadá do zadného priestoru odkaliska. Tento spôsob prevádzky vytvorený ako núdzový (majetkoprávne otázky pozemkov) sa osvedčil a vyhovuje súčasnému cyklickému postupu plavenia popola. Pohľad na pláž odkaliska je na obr.31.



Obr.31. Pláž odkaliska Zvolen

Aj keď odkalisko Zvolen je vodná stavba III. kategórie, bolo by žiadúce iniciovať v spolupráci so správcom a súčasným projektantom geotechnický audit aspoň minimálneho rozsahu. Spracovanie archívnych a dostupných novších materiálov jednotným postupom by poskytlo doplňujúce informácie o skutočnom stave odkaliska a jeho stabilitných a filtračných pomeroch. Prognóza jeho správania pri prevádzkovaní by sa mala zosúladiť s budúcou prevádzkou Zvolenskej teplárenskej a.s. Zvolen.

O geotechnických parametroch materiálov podložia, hrádzí, ani o popolovom sedimente nemáme zatiaľ žiadne relevantné informácie.

2.3.5.1.4 ODKALISKO SEREĎ

O súčasnom stave odkaliska, ani o jeho historickom vývoji nemáme zatiaľ informácie. Nie sú údaje ani o začiatku prevádzkovania odkaliska, resp. o jeho výstavbe, chýbajú aj podrobnosti o rekultivačných aktivitách.

V odkalisku sú trvalo uložené popoly a kal z umývania cukrovej repy, zrušenie časti odkaliska (ObÚŽP Galanta, č. 746/95Bav, dňa 21.09.1995), rekultivácia 13 ha, 1998, v prevádzke plavenia 6 ha. Situácia je na obr. 32.

Čiastočne rekultivované odkalisko Sereď je vodná stavba III. kategórie. Vzhľadom k súčasnej legislatíve navrhujeme spolupracovať so správcom, resp. Obvodným úradom životného prostredia a požadovať geotechnický audit aspoň informačného charakteru. Sústreďenie a spracovanie archívnych prác a údajov poskytne podklady pre prognózu trvalej existencie odkaliska a jeho definitívnej rekultivácie, príp. iného využitia.

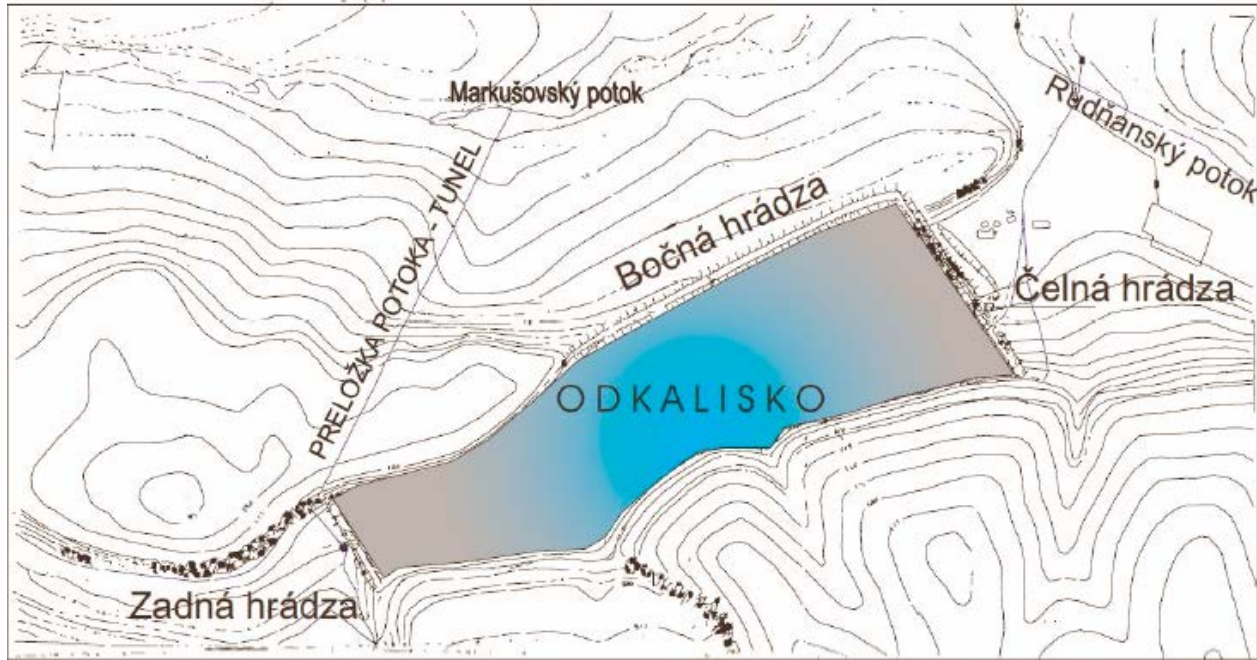
O geotechnických parametroch materiálov podložia, hrádzí, ani o popolovom sedimente nemáme zatiaľ žiadne relevantné informácie.



Obr.32 Situácia – odkalisko Sereď

2.3.5.1.5 ODKALISKO RUDŇANY

Údolné odkalisko Rudňany, ktorého vlastníkom je Rudohorská investičná spoločnosť a.s. a užívateľom SABAR, s.r.o. Markušovce je v prevádzke od r. 1979. Slúži na uloženie flotačných kalov z úpravne rúd. Vznikalo v niekoľkých etapách. Prvá etapa výstavby bola v r. 1960 – 1964, druhá v časovom období 03/1975 až 12/1978. Akumulačný priestor odkaliska tvoria dve hrádze uzatvárajúce údolie a od r. 1987 aj bočná hrádza na pravom svahu odkaliska. Kóta terénu na päte čelnej hrádze je v úrovni 440,0 m n. m., úroveň súčasnej nadvýšenej hrádze je 480,0 m n. m. Kóta terénu na päte hrádze uzatvárajúcej údolie (zadná hrádza) je 459,5 m n. m. a súčasná úroveň nadvýšenej hrádze je tiež na kóte 480,0 m n. m. Pravostranná bočná hrádza dosahuje rovnako kótu 480,0 m n. m. Kóta terénu jej vzdušnej päty je v úrovni 475,0 m n. m. Projektovaná kapacita odkaliska je viac ako 6,5 mil. m³, pri projektovanej maximálnej kóte plavenia 480,0 m n. m. a životnosti odkaliska 20 rokov (vzhľadom na výrazne obmedzenú ťažbu je životnosť odkaliska predĺžená). Uloženie úpravárenského odpadu bolo projektované ako trvalé. V súčasnosti prebieha kontrolovaná ťažba sedimentu z odkaliska. Situácia je na obr. 33.



Obr. 33 Situácia odkaliska Sered'

Profesionálny prístup technicko-bezpečnostného dohľadu pri realizácii a spracovaní výsledkov monitoringu na odkalisku, zodpovedný výkon meraní a pozorovaní užívateľom odkaliska je trvalým predpokladom bezpečnosti a prevádzkyschopnosti odkaliska Rudňany. Podľa našich aj zahraničných skúseností sú sedimentované rudné odpady geomateriály s veľmi individuálnymi parametrami. Mávajú spravidla vysokú pórovitosť, často metastabilnú štruktúru a anizotropiu filtračných a pevnostných vlastností. Správanie sa inžinierskych stavieb (v našom prípade odkalísk) vytvorených z týchto geomateriálov je pri zaťažení časovo závislý proces. Materiálové charakteristiky nie sú konštanty, vplyv vody je premenlivý, okrajové podmienky sú flexibilné. Poruchy vznikajú často pomaly a nenápadne na viacerých miestach. V prípade kritickej kombinácie vplyvov ohrozujúcich stabilitu sa vznikajúce deformácie šíria progresívne a

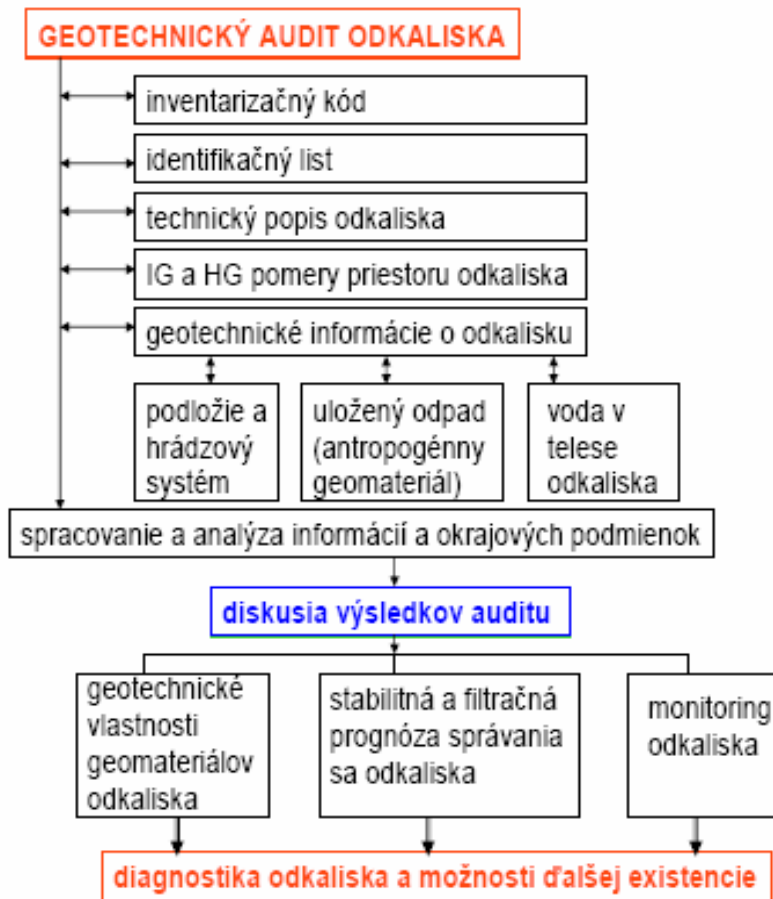
rovnováha sa často obnoví za cenu katastrofických následkov pre stavbu a jej okolie. Je preto vhodné pre bezpečnosť prevádzky aj pre intenzifikáciu, rekultiváciu alebo trvalú existenciu odkaliska urobiť tzv. geotechnický audit. Okrem toho je potrebné priebežne plniť návrhy opatrení a dodržiavať závery hodnotiacich správ Vodohospodárskej výstavby, š.p., odbor TBD a špeciálnych meraní, Bratislava.

2.3.5.1.6 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 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 deklarováť, že úspešné riešenie zaručí len spolupráca osvieteného investora (správca, 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 správcovských organizácií, resp. firiem vlastníkov, vzťahy s verejnosťou, atď.) a je efektívnym prínosom pre súčasnú aj dlhodobú existenciu environmentálnych stavieb. Spočíva v postupnom riešení úloh (schéma na obr. 34):



Obr. 34 Schéma geotechnického auditu

- 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.

2.3.5.2 Merania a výsledky monitoringu zmien vlastností niektorých antropogénnych sedimentov

V roku 2008 sme na odkaliskách popolčiek ENO Definitívne a Pôvodné odobrali a analyzovali 10 neporušených a 25 porušených vzoriek popolčeka. Odvrtali sme spolu 52 bm vrtov (obrázok 35 a 36) a realizovali 52 presiometrických skúšok, zrnitostné analýzy, určili objemové tiaže popolčiek a minerálne zloženie pomocou RTG analýzy.



Obrázok 35 Situácia vrtov na odkalisku ENO pôvodné v roku 2008



Obrázok 36 Situácia vrtov na odkalisku ENO definitívne v roku 2008

Tabuľka 18 Súradnice vrtov zamerané ručným GPS prístrojom Garmin Vista a prepočítané pomocou freewarového programu DoKrovi, chyba transformácie max. 1m

ENO Pôvodné

VRT	S-JTSK*	
	Y [m]	X [m]
P-2	1230089,2	464933,3
P-3	1230058,2	464900,8
P-11	1230137,0	466971,0
P-12	1230205,0	464981,0
P-13	1230204,5	464952,5
P-14	1230217,5	464995,9
P-15	1230230,6	464986,5
P-16	1230229,0	464967,0

ENO Definitívne

VRT	S-JTSK*	
	Y [m]	X [m]
D-1	1231750,0	467986,0
D-3	1231826,0	467905,0
D-11	1231898,0	468284,0
D-11A	1231903,5	468285,8
D12	1231398,0	467846,6
D-13	1231401,0	467822,0
D-14	1231441,0	467722,0
D-15	1231457,0	467715,0
D-16	1231490,0	467732,0
D-17	1231503,0	467734,0

Na oboch odkaliskách sa realizovali aj geofyzikálne merania. V roku 2008 sme získali modernejšiu aparatúru na elektrickú rezistivnú tomografiu (ERT) – automatický geoelektrický systém ARES. K tomuto zariadeniu máme k dispozícii 6 sekcií multi-elektrodového kábla obsahujúceho 8 elektrod s maximálnym rozstupom 5 m. Systém je automatický a vysokovýkonný a pri maximálnom rozťahnutí umožňuje v jednom slede meranie na úseku dlhom 235 m, čo predstavuje hĺbkový dosah cca 40 m. Merania na lokalite „ENO – pôvodné“ sme realizovali koncom mesiaca október na profile P2. Tento profil v oblasti lavičky v 270 m n. m. bol meraný viac krát aj v minulých rokoch. Na lokalite „ENO - definitívne odkalisko Chalmová“ sme v minulých rokoch realizovali len merania VES na profile vedenom po spádnicí cez jednotlivé lavičky v ich strede od oplotenia areálu až po najvrchnejšiu časť odkaliska. Z dôvodu využitia vlastností spomínanej aparatúry sme v roku 2008 na uvedenom profile realizovali merania ERT na celej jeho dĺžke. Na oboch lokalitách sme použili maximálny možný rozstup čím sme dosiahli už spomínaný hĺbkový dosah (cca 40 m).

2.3.5.2.1 Výsledky laboratórných skúšok

Vzhľadom na skutočnosť, že sa v Definitívnom aj Pôvodnom odkalisku uskladňujú na okrajoch odkaliska v ich korune v utesnených lagúnach jemnozrné popolčeky a o ich vlastnostiach nemáme informácie, v roku 2008 sme odobrali z týchto popolčekov 10 neporušených vzoriek a realizovalo sa aj 32 presiometrických meraní. Na základe laboratórných skúšok, ktoré realizoval ŠGÚ DŠ Bratislava, sú popolčeky z lagún odkaliska Definitívneho prevažne zrnitostného zloženia S-F, SC, až CS. Objemová hmotnosť je v rozpätí $\rho_d = 455$ až 931 kg.m^{-3} , $\rho_n = 898$ až 1195 kg.m^{-3} , vlhkosť prevažne $w = 22$ až 58% . Popolčeky z lagún odkaliska Pôvodného sú prevažne zrnitostného zloženia S-F, SC. Objemová hmotnosť je v rozpätí $\rho_d = 507$ až 926 kg.m^{-3} , $\rho_n = 796$ až 1165 kg.m^{-3} , vlhkosť $w = 20,5$ až $58,5 \%$. Nad

hladinou priesakovej vody vzrastá vlhkosť až do cca 60 %. Podrobne sme tieto výsledky uviedli v ročnej správe úlohy.

Popolčky z telesa odkaliska Definitívneho aj Pôvodného analyzované z monitorovacích vrstov D – 1, D – 3, P – 2, P – 3 sú zrnitostne taktiež podobné zeminám S–F a SC, ale už konsolidované a čiastočne spevnené kryštalickými väzbami medzi jednotlivými zrnami.

2.3.5.2.2 Výsledky geofyzikálnych skúšok

Na lokalite Chalmová – odkalisko definitívne, bola pre opakované geofyzikálne merania v r. 2008 zvolená metóda elektrickej rezistívnej tomografie (ERT). Predtým realizovaná metóda vertikálneho elektrického sondovania (VES) bola aplikovaná na spádnicovom profile vedúcom z hornej pláne odkaliska (úroveň 280 m n.m.) stredom hrádze k lavičke na úrovni 260 m n.m. Sondy VES boli merané na jednotlivých lavičkách násypu (ich vzájomná vzdialenosť sa pohybovala okolo 30 – 40 m) a elektródový systém sa rozťahoval po línii príslušnej lavičky. Na monitorovacom profile boli merania VES realizované už aj v rokoch 1998 a 2002. Metóda ERT sa realizovala ako novšia a detailnejšia forma metódy VES (niekedy je označovaná ako CVES t.j. Continuous VES) na blízkom profile s rozstupom elektród 5 m.

Na lokalite Nováky- pôvodné odkalisko boli pre opakované merania v minulosti použité obe metódy. Meranie VES bolo realizované okrem spádnicového profilu, vedenom v strede čelného svahu odkaliska, aj na lavičke 270 m n.m. Na tejto lavičke boli realizované aj merania metódou ERT, pričom prvé merania boli merané aparátúrou Resistar RS 100M s rozstupom elektród 2 m (dĺžka profilu 64 m). Posledné merania v r. 2008 boli už opakované novšou aparátúrou ARES s krokom elektród 5 m, na profile dlhom 235 m.

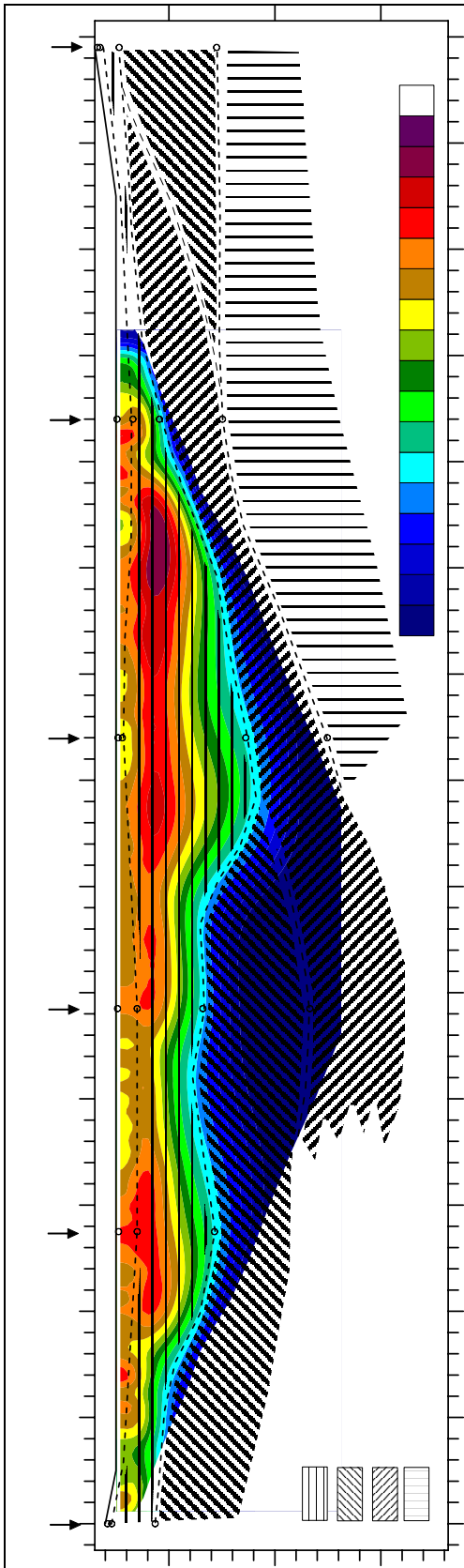
Z výsledkov merania VES sa konštruujú vertikálne rezy pozdĺž meraného profilu. Sú to rezy vrstevných parametrov, t.j. rezy, v ktorých sú zobrazené jednotlivé geoelektrické vrstvy (ich hrúbka a hodnota elektrickej rezistivity) a k nim sú priradené alternatívne litologické ekvivalenty. Z výsledkov merania metódou ERT sa konštruujú vertikálne rezy skutočných hodnôt elektrickej rezistivity. Takto vzniká mapa izočiari, v ktorej sú viac alebo menej zakomponované jednotlivé materiálové objekty, líšiace sa od seba hodnotou rezistivity.

2.3.5.2.3 Porovnanie výsledkov geofyzikálnych meraní v r. 2005 a 2008

Chalmová- definitívne odkalisko

Na obr. 37 je zobrazený rez vrstevných parametrov zostavený z meraní metódou VES na profile vedenom po spádnici v strede čelného svahu materiálu odkaliska. V reze vystupujú hlavné materiálové telesá, ktoré majú charakter vrstiev súhlasných s reliéfom profilu. Z rozloženia rezistivity v ploche rezu ERT vyplýva, že v hornej časti rezu leží vrstva suchej kamenitej navážky a popolovín, ktorej hrúbka sa mení od cca 6 m v hornej časti svahu po cca 10 m v dolnej časti rezu. Pod ňou je horninové prostredie pomerne vertikálne i horizontálne diferencované na oblasti s nízkou rezistivitou (materiál s prímiesou ílových zložiek) a oblasti so zvýšenou rezistivitou (materiál bez ílových zložiek, viac uľahnuté popoloviny s malým obsahom vody

a vlhkosti. Táto vertikálna aj horizontálna členitosť prostredia vytvára štruktúru, ktorá dáva predpoklad na hodnoty vysokej pevnosti popolčeka, tj. celkovej stability odkaliska.



Obr. Obr 37. Vertikálny rezistivný rez – inverzia z (meranie ERT, r.2008) a rez vrstevných parametrov zostavený z výsledkov meraní VES (r.2005) na odkalisku ENO – havarované.

VES L5

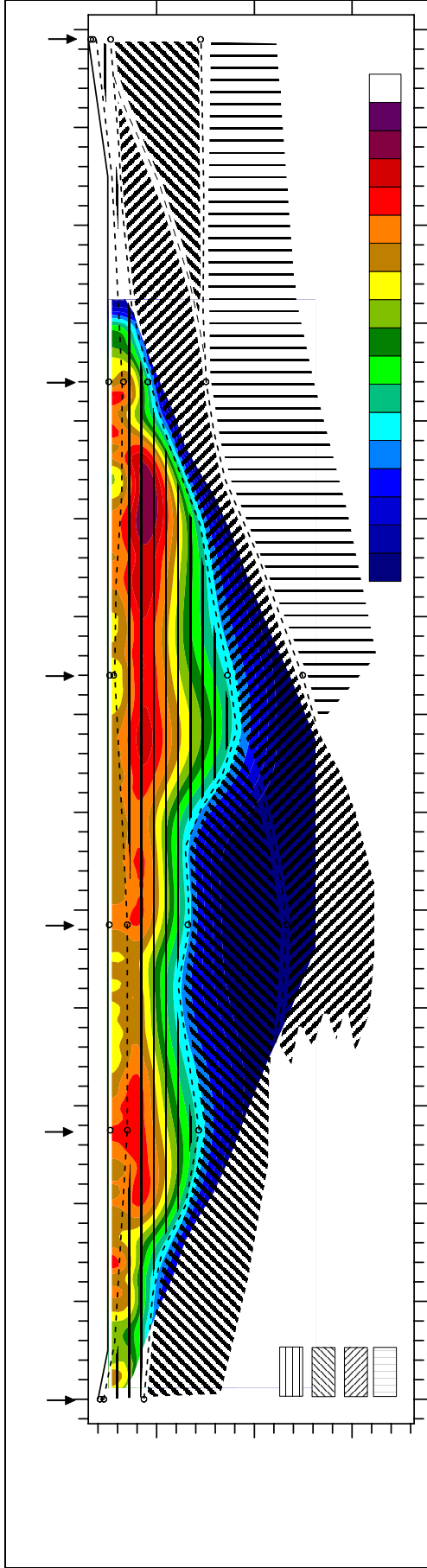
VES L6

Ak porovnáme oba rezy (VES a ERT), vidíme, že zhoda medzi nimi je pomerne vysoká. Z rezu VES sú určené polohy rozhraní s väčším krokom a priestor medzi meraniami VES je zahustený výsledkami metódy ERT, čím sa výsledky oboch foriem meraní stávajú čitateľnejšie. Vrstva kamenitej navážky a suchých popolovín pri povrchu profilu mení svoju hrúbku podľa polohy voči lavičkám: na rozhraní päty svahu a lavičky je hrubšia, na rozhraní okraja lavičky a koruny svahu je tenšia. Pod lavičkami 270 m n. m a 275 m n. m., sú lokálne vrstvy hrubozrnnejšieho materiálu, pravdepodobne na spevnenie svahu. Medzi nimi je výrazné vertikálne teleso hlinito piesčitého materiálu (zrejme v kombinácii s popolom), ktoré bolo ako nehomogenita vyčlenené aj na reze VES. Ďalšie teleso hrubozrnnejšieho materiálu je pod lavičkou 280 m n.m., toto teleso je však izolované. V pravej spodnej časti rezu je možné identifikovať prejav prítomnosti piesčitých ílov v podloží materiálu odkaliska.

Nováky – pôvodné

Rez vrstevných parametrov zostavený z výsledkov merania metódou VES pozdĺž lavičky 270 m n. m. ukazuje, že v hornej časti rezu sú antropogénne sedimenty pomerne suché, bez obsahu ílovej zložky (obr. 38). Hrúbka tejto suchej vrstvy sa pohybuje od 6 m na okraji lavičky do 20 m v jej strede, pričom zmena hrúbky je mierne asymetrická, posunutá smerom k severnej strane hmoty materiálu odkaliska (príčinu bude potrebné vyšetriť). Pod touto suchou vrstvou sú mokré popoloviny až do prírodného podložia. V severnej časti meraného profilu je pravdepodobne okraj údolia, voči svahom tektonicky vymedzený.

Z vertikálneho rezistivného rezu zostaveného na základe výsledkov merania metódou ERT sa obraz rezu z VES upresňuje v detailoch. Suchá vrstva popolovín v hornej časti rezu, zhruba po hĺbku 12 až 20 m, vykazuje nízku pórovitosť (spôsobenú pravdepodobne postupným zhutňovaním popolovín) s malým obsahom vlhkosti. Pod uvedenou úrovňou je obsah vody v pórovom priestore zemín vyšší a pravdepodobne sa mierne zvyšuje aj množstvo ílovej prímеси. V pravej časti rezu sa v jeho dolnej časti prejavuje prítomnosť slabo piesčitých ílov a hlbšie sú to zrejme podložné ílovité bridlice a na okraji aj zvetrané melafíry.



Obr. 38 Vertikálny rezistivný rez – inverzia z (meranie ERT, r.2008) a rez vrstevných parametrov zostavený z výsledkov meraní VES (r.2005) na odkalisku ENO – pôvodné.

VES L5

VES L6

870
12

118
39

9

2.3.5.2.4 Porovnanie výsledkov presiometrických skúšok

Na základe výsledkov presiometrických skúšok sme na lokalite odkaliska Definitívneho, v lagúnach a v kyprých jemnozrnných, relatívne nekonsolidovaných a nespevnených popolčekoch, namerali medzu presiometrického tlaku $p_{lim} = 0,058$ MPa až $0,410$ MPa, presiometrický modul prevažne len $E_p = 0,19$ MPa až $3,58$ MPa a efektívnu hodnotu uhla vnútorného trenia v rozpätí $\varphi_{ef} = 15,2^\circ$ do $26,8^\circ$. Presiometrické skúšky, ktoré sme realizovali v telese odkaliska vo vrtoch D – 1 aj D – 3 charakterizujú tieto konsolidované a stmelené popolčky týmito charakteristickými hodnotami: medza presiometrického tlaku $p_{lim} = 0,255$ MPa až $1,525$ MPa, presiometrický modul prevažne $E_p = 1,96$ MPa až $15,36$ MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je v rozpätí $\varphi_{ef} = 23,5^\circ$ do $34,4^\circ$. Ak porovnáваме výsledky s rokom 2005 v tabuľke 19, tak v roku 2005 vyšla vo vrte D - 1 priemerná hodnota $p_{lim} = 0,485$ MPa, v roku 2008 bola priemerná hodnota $p_{lim} = 0,489$ MPa, priemerná hodnota uhla vnútorného trenia vyšla $\varphi_{ef} = 27^\circ$, v roku 2008 $\varphi_{ef} = 27,2^\circ$, priemerná hodnota presiometrického modulu, pre celý rozsah napätí v pružnoplastickej fáze, vyšla $E_p = 3,56$ MPa, v roku 2008 $E_p = 3,0$ MPa. Vo vrte D – 3 sme zistili priemernú hodnotu $p_{lim} = 0,685$ MPa, v roku 2008 bola priemerná hodnota $p_{lim} = 0,887$ MPa, priemerná hodnota uhla vnútorného trenia vyšla $\varphi_{ef} = 29,6^\circ$, v roku 2008 $\varphi_{ef} = 30,9^\circ$, priemerná hodnota presiometrického modulu, pre celý rozsah napätí v pružnoplastickej fáze, vyšla $E_p = 8,86$ MPa, v roku 2008 $E_p = 8,35$ MPa. Z uvedených výsledkov vyplýva, že popolčky v čase od ich zabudovania ešte nepatrne zlepšujú svoje mechanické vlastnosti - p_{lim} , φ_{ef} , resp. si ich udržujú E_p .

Na základe výsledkov presiometrických skúšok sme na lokalite odkaliska Pôvodného, v lagúnach a v kyprých jemnozrnných, relatívne nekonsolidovaných a nespevnených popolčekoch, namerali medzu presiometrického tlaku $p_{lim} = 0,075$ MPa až $0,263$ MPa, presiometrický modul prevažne len $E_p = 0,32$ MPa až $2,22$ MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je v rozpätí $\varphi_{ef} = 16,6^\circ$ do $24,0^\circ$. Presiometrické skúšky, ktoré sme realizovali v telese odkaliska vo vrtoch P – 2 aj P – 3 charakterizujú tieto konsolidované a stmelené popolčky týmito charakteristickými hodnotami: medza presiometrického tlaku $p_{lim} = 0,785$ MPa až $1,305$ MPa, presiometrický modul prevažne $E_p = 6,98$ MPa až $30,58$ MPa, efektívna hodnota uhla vnútorného trenia je v rozpätí $\varphi_{ef} = 30,5^\circ$ do $33,6^\circ$. Ak porovnáваме výsledky s rokom 2005 v tabuľke 20, tak v roku 2005 vyšla vo vrte P - 2 priemerná hodnota $p_{lim} = 1,055$ MPa, v roku 2008 bola priemerná hodnota $p_{lim} = 1,105$ MPa, priemerná hodnota uhla vnútorného trenia zo skúšok v roku 2005 vyšla $\varphi_{ef} = 32,4^\circ$, v roku 2008 $\varphi_{ef} = 32,54^\circ$, priemerná hodnota presiometrického modulu, pre celý rozsah napätí v pružnoplastickej fáze, vyšla $E_p = 18,64$ MPa, v roku 2008 $E_p = 17,62$ MPa. Vo vrte P – 3 sme zistili priemernú hodnotu $p_{lim} = 0,751$ MPa, v roku 2008 bola priemerná hodnota $p_{lim} = 0,821$ MPa, priemerná hodnota uhla vnútorného trenia v roku 2005 vyšla $\varphi_{ef} = 30,2^\circ$, v roku 2008 $\varphi_{ef} = 30,9^\circ$, priemerná hodnota presiometrického modulu, pre celý rozsah napätí v pružnoplastickej fáze, vyšla $E_p = 9,5$ MPa, v roku 2008 $E_p = 9,85$ MPa. Z uvedených výsledkov vyplýva, že popolčky v čase od ich zabudovania ešte nepatrne zlepšujú svoje mechanické vlastnosti - p_{lim} , φ_{ef} , resp. si ich udržujú E_p .

2.3.5.2.5 Minerálne zloženie popolčekov

Minerálne zloženie najmladších popolčekov plavených pravdepodobne v roku 2008 sme sledovali na vzorkách z odkaliska definitívneho odobratého vo vrte D – 11 a z odkaliska pôvodného z vrtu P – 11. Minerálne RTG analýzy popolčeka sme realizovali úplne novým

prístrojom Bruker D8 Advance. Výsledky ešte neboli uvedené v ročnej správe o monitorovacích meraniach, preto ich uvádzame podrobnejšie. Minerálne rozbory sa realizovali pod vedením doc. Fejdiho z PRIF UK, Katedry petrológie a mineralógie.

Spracovávané vzorky sme podrvili a presitovali na zrnitosť v intervale 0,4 a 0,25 mm. Aby sme zmenšili problémy pri interpretácii vyplývajúce z prekrytia sa difrakčných obrazov jednotlivých fáz, prišli sme k separácii na základe ich rozdielnych magnetických vlastností. Permanentným magnetom sme z nich odseparovali feromagnetické fázy. Zbytok sme rozdelili v elektromagnetickom separátore na para- a diamagnetické frakcie. Z jednotlivých frakcií sme pripravili preparáty pre rtg. štúdium rozdrvením v achátovej miske. Ako sa ukázalo na rtg. difrakčných záznamoch feromagnetické fázy strhávali so sebou najmä kremeň a kalcit.

Rtg. experimenty sme robili na prístroji Bruker D8 Advance, použité bolo Ni-filtrované $\text{CuK}\alpha$ žiarenie, urýchľovacie napätie 40 KV, krok $0,02^\circ 2\theta$, meraná oblasť $4 - 94^\circ 2\theta$. Výsledky získané pre jednotlivé vzorky v obrazovej podobe sú uvedené v nasledujúcom texte. Ako referenčné sme použili údaje z databázy PDF-4. Rtg. difrakčné záznamy uvádzame v tomto poradí: surový, neinterpretovaný záznam, za ním nasledujú jednotlivé identifikované fázy s príslušnými hodnotami medzirovinných vzdialeností dhkl.

V tabuľkách s vyhodnotením sú použité tieto skratky: Q – kremeň, Ž – živce, C – kalcit, Mt – magnetit, He – hematit, Gt – goethit, ? sú označené tie difrakčné maximá, ku ktorým nebolo možné jednoznačne priradiť konkrétnu minerálnu fázu. Minerálne RTG analýzy popolčeka sú v prílohe 2.

Tabuľka 3.1 Porovnanie presiometrockých skúšok vykonaných na ENO Definitívne za celú dobu monitoringu

vrt	nadm. výška [m n.n.]					p_{lim} [MPa]					φ_{ef} [°]					E_p [MPa]				
	1995	1998	2002	2005	2008	1995	1998	2002	2005	2008	1995	1998	2002	2005	2008	1995	1998	2002	2005	2008
CH-1 rok 1995	275,8					0,512					28,0					6,84				
	274,8					0,506					28,0					5,94				
L-1 rok 1998		274,5					1,380					33,5					16,50			
		273,8	273,8	274,0	274,5		0,935	0,767	0,763	0,845		31,5	30,5	30,5	31,1		9,95	8,30	12,71	10,44
D-3 rok 2002		273,1	273,2	273,1	273,5		0,742	0,653	0,612	0,685		30,5	29,6	29,2	29,8		7,37	7,20	6,78	6,94
		272,4	272,3	272,3	272,5		0,629	0,512	0,470	0,495		29,0	28,1	27,5	27,8		4,07	4,70	4,45	3,52
		271,7			271,5		0,496			0,885		28,0			31,2		4,69			5,47
		270,9	271,0	271,0	270,5		0,624	1,575	0,893	1,525		29,0	34,7	31,3	34,4		6,33	17,50	11,52	15,36
		270,2	270,0	270,3			1,341	1,835	1,580	0,887		33,5	35,5	34,6	30,9		18,20	20,40	27,37	8,35
		269,5	269,0	269,3			1,420	1,500				33,5	34,3	34,8			18,50	32,60	25,58	
		268,4					0,729		0,685			30,0		29,6			10,16		8,86	
		268,0	268,0				1,310	0,755				33,0	30,2				19,10	8,50		
L-2 rok 1998		278,4					0,469					27,5					5,90			
		277,7					1,196					33,0					13,30			
		277,2					2,103					37,0					37,10			
		276,5					2,120					37,0					21,35			
EP VES-2 rok 1995	275,9	275,4				0,304	1,331				25,0	33,5				2,94	16,00			
		274,6																		
		273,6					0,827					31,0					9,51			
		272,5					0,958					31,5					12,05			
		271,5					0,778					30,5					11,02			
D-2 rok 2002			284,6	284,3				0,309	0,290				25,2	24,7				4,50	4,03	
L-5 rok 1998	276,1	283,8	283,8			0,275	0,365	0,927			24,5	26,0	31,6			4,01	3,05	11,00		
EP VES-1 rok 1995	275,1	283,1	283,1	283,3		0,614	0,332	1,214	0,710		29,0	25,0	33,2	30,0		6,71	2,58	14,40	10,39	
	274,2		282,3	282,3		0,457		1,522	1,170		27,0		34,5	32,9		6,94		23,00	14,76	
EPVES-3 rok 1995	275,8		281,3	281,3		0,241		0,782	0,860		23,5		30,5	31,0		3,53		9,70	11,58	
	274,9		280,3	280,3		0,330		0,842	0,695		25,5		30,9	29,7		5,12		7,70	9,40	
			279,3	279,3				0,732	0,710				30,0	29,8				6,40	8,69	
EPVES-4 rok 1995	275,8	278,3	278,3			0,271		1,662	1,590		24,5		34,9	34,6		2,72		18,40	25,42	
	274,9					0,740					30,0					7,76				
D-1 rok 2002			288,1	288,1					0,437	0,455				27,3	27,5				3,14	2,47
			287,1	287,2	287,1			1,100	0,286	0,295			32,6	24,7	24,8			11,90	1,80	2,00
			286,2	286,4	286,1			0,443	0,254	0,675			27,3	23,8	29,7			3,20	1,72	4,45
			285,5	285,4	285,1			0,410	0,964	0,765			26,8	31,8	30,4			5,10	6,92	4,08
			284,4	284,4	284,1			0,271	0,484	0,255			24,2	27,6	23,5			2,60	4,24	1,96
			283,4	283,4				0,681	0,434	0,489			29,7	26,8	27,2			8,30	4,05	2,99
			282,4					0,751	0,477				30,2	27,0				9,10	3,56	
			281,3					0,722					30,0					8,10	2,99	
			280,3					0,662					29,4					12,00		
			279,3					0,952					31,6					10,50		
			278,4					0,831					30,7					10,60		
D-11				281,3						0,058					15,2					0,19
D-11A				283,0						0,150					21,2					2,21
D-12				281,3						0,142					20,7					0,66
D-12				280,4						0,146					20,6					0,92
D-12				279,7						0,138					20,0					0,70
D-12				279,0						0,230					23,1					2,32
D-13				281,1						0,224					23,3					1,52
D-13				280,3						0,152					20,8					1,00
D-13				279,5						0,270					24,2					2,30
D-14				281,3						0,182					22,1					1,21
D-14				280,5						0,180					21,9					0,95
D-15				281,2						0,333					25,7					3,29
D-15				280,5						0,410					26,8					3,58
D-16				281,3						0,142					20,7					1,18
D-16				280,3						0,212					22,9					1,47
D-17				281,2						0,153					21,1					1,17
D-17				280,3						0,232					23,4					1,52

Tabuľka 3.2 Porovnanie presiometrických skúšok vykonaných na ENO Pôvodné za celú dobu monitoringu

vrt	nadm. výška [m n.m.]					P _{lim} [MPa]					φ _{sd} [°]					E _p [MPa]				
	1995	1999	2002	2005	2008	1995	1999	2002	2005	2008	1995	1999	2002	2005	2008	1995	1999	2002	2005	2008
L-3 rok 1999		298,0	298,3	298,3			0,403	0,802	0,968			27,0	30,6	31,7			5,60	10,8	8,6	
P-1 rok 2002		297,4	297,3	297,3			0,707	0,728	0,778			30,0	30,0	30,3			12,16	11,6	6,9	
		296,8	296,3	296,3			1,267	1,092	1,585			33,3	32,4	34,6			17,03	21,0	17,1	
		295,5	295,3	295,3			0,478	0,932	0,835			28,0	31,4	30,6			4,44	13,6	7,5	
		294,3					1,062					32,5					15,05			
VES-5-1 r1995	293,1	293,6					0,102	0,777			18,9	30,5				0,20	5,60			
VES-5 rok 1995	292,5	292,3					0,252	1,020			23,8	32,0				5,49	14,98			
	291,8	291,3					0,276	1,263			24,3	33,5				2,68	22,80			
L-4 rok 1999		298,3					0,410					27,0					4,25			
		297,6					0,357					26,0					3,55			
		296,6					0,357					26,0					3,79			
		295,6					0,407					27,0					4,76			
		294,6					0,477					28,0					3,75			
		293,6					0,587					28,5					7,17			
VES-4 rok 1995	292,6	292,9					0,240	0,654			23,6	29,5				1,63	9,81			
	291,9	292,1					0,133	0,952			19,9	31,5				0,30	11,57			
		291,3					0,780					30,5					9,82			
L-6 rok 1999		297,3					0,442					27,5					3,26			
		296,3					0,282					25,0					3,08			
P-1 rok 2002			304,0	304,0				0,375	1,011				26,4	32,1			4,8	9,5		
			303,3	303,3				0,423	0,418				27,0	26,9			5,4	2,5		
			302,5	302,5				0,440	0,536				27,2	28,3			4,8	3,8		
			301,4	301,4				1,101	0,857				32,6	31,1			11,2	7,7		
			300,2	300,5				1,053	0,646				32,3	29,3			12,3	5,1		
			299,6	299,8				0,879	0,538				31,2	28,2			10,7	4,5		
P-2 rok 2002			284,0	284,0	284,0			1,095	1,258	1,305			32,6	33,4	33,6		23,8	31,13055	30,58	
			283,2	283,2	283,0			0,503	1,046	1,085			28,0	32,3	32,5		6,8	14,93535	11,66	
			282,4	282,3	282,0			0,781	0,635	0,905			30,6	29,3	31,4		9,7	3,495432	6,98	
			281,3	281,5	281,0			0,592	1,243	1,055			28,9	33,3	32,3		7,3	26,22344	22,53	
			280,3	280,3	280,0			0,437	1,095	1,175			27,0	32,5	32,9		6,3	17,42216	16,35	
			279,3	279,3				0,842	1,355	1,105			30,9	33,7	32,54		16,6	36,37196	17,62	
			278,3	278,3				1,222	0,555				33,1	28,3			16,3	6,440765		
			277,3	277,3				0,602	0,975				28,8	31,7			10,6	18,82838		
			276,5	276,3				0,470	0,865				27,2	30,9			4,5	14,47044		
P-3 rok 2002			269,3	269,3	269,3			0,632	0,715	0,835			29,4	30,1	31,0		6,5	11,51833	14,81	
			268,3	268,3	268,3			0,622	0,795	0,835			29,3	30,7	31,0		6,6	11,30786	8,47	
			267,4	267,3	267,3			0,681	0,835	0,875			29,8	31,0	31,2		7,9	8,213143	9,56	
			266,3	266,4	266,3			0,762	0,704	0,785			30,4	29,9	30,5		9,5	9,822505	8,47	
			265,3	265,3	265,3			0,582	0,705	0,795			28,8	29,8	30,6		9,3	6,642425	7,95	
			264,3	264,4				0,912	0,725	0,825			31,4	30,0	30,9		11,3	8,98163	9,852	
P-4			303,9					0,286					24,8	30,2			4,5	18,64139		
			303,4					0,300					25,0				4,6			
P-5			303,8					0,137					20,4				1,2			
P-11					311,8					0,117					19,5					1,81
P-12					311,5					0,155					21,1					0,80
P-12					310,7					0,203					22,6					2,22
P-13					311,8					0,092					18,1					0,45
P-13					311,1					0,149					20,8					1,04
P-13					310,4					0,196					22,3					1,16
P-14					311,5					0,075					16,6					0,32
P-14					310,7					0,153					20,8					1,02
P-14					309,7					0,263					24,0					1,79
P-15					311,5					0,085					17,4					0,32
P-15					310,8					0,212					22,9					1,57
P-15					309,7					0,203					22,4					2,08
P-16					311,5					0,155					21,1					0,85
P-16					310,5					0,220					23,0					1,16
P-16					309,5					0,175					21,4					1,28

V študovaných vzorkách D – 11 aj P - 11 sú prakticky prítomné rovnaké minerálne fázy, ktoré sú chemicky a mechanicky stabilné a preto sa s postupujúcim časom nebudú meniť. Z kryštalických fáz sú prítomné a jednoznačne doložené kremeň, živce, magnetit; pravdepodobná je prítomnosť hematitu, goethitu a kalcitu. Goethit spolu s hematitom sú fázami, ktoré s najväčšou pravdepodobnosťou vznikli oxidáciou v odkalisku. Na druhej strane magnetit pochádza jednak z okolitých hornín, jednak je produktom termického spracovania. Priaznivé zistenie je aj to, že neboli identifikované žiadne ílové minerály, ktorých mechanické vlastnosti sa zhoršujú pri styku s vodou, čo by mohlo spôsobovať znižovanie stability sledovaných odkalísk.

2.3.5.2.6 Záver

V predloženej správe sú uvedené výsledky monitorovania dvoch odkalísk elektrárne ENO v Novákoch – Zemianskych Kostolnoch. Monitorované veličiny a vlastnosti ukazujú, že obe odkaliská, Definitívne v Chalmovej i Pôvodné v Zemianskych Kostolnoch v dlhšie uložených popolčekoch (roky až dekády rokov) si zachovávajú alebo nepatrne zlepšujú ich mechanické vlastnosti. To potvrdzuje, že z dlhodobého hľadiska budú odkaliská vyhovovať medzným stavom stability a deformácie. Do odkalísk sa ukladajú a plavia aj novovznikajúce popolčky, v tých sme realizovali v roku 2008 pre ich charakteristiku najmä terénne presiometrické skúšky ako aj laboratórne rozbory zrnitosti, stanovenie objemovej hmotnosti a analýzy ich minerálneho zloženia. V ďalšej etape monitorovacích meraní bude potrebné sa zaoberať hlavne zmenami vlastností týchto relatívne „mladých“ popolčekov. Tie vykazujú vo všeobecnosti horšie mechanické vlastnosti ako dlhšie uložené popolčky a to nielen v týchto sledovaných odkaliskách.

3. Vyhodnotenie kvality súhrnných ukazovateľov v rámci Európy - porovnanie

V rámci EÚ nie je platná legislatíva na odstraňovanie environmentálnych záťaží. Pripravuje sa Európska smernica o pôde, kde by sa riešila aj problematika znečistených pôd. Túto smernicu však blokujú niektoré členské štáty EÚ (napr. Rakúsko), ktoré sa obávajú vysokej finančnej náročnosti odstránenia znečistených území. Problematika kontaminovaných lokalít na Slovensku sa v súčasnosti dostáva do popredia aj vďaka pripravovanému návrhu Zákona o environmentálnych záťažiach a Investičnej stratégii odstraňovania environmentálnych záťaží SR. V rámci Európy sa táto problematika rieši individuálne a mnohé krajiny majú v legislatíve monitorovanie a sanáciu environmentálnych záťaží, ako napr. Nórsko, Dánsko, Holandsko, Austrália a Česká republika.

Environmentálne záťaže patria v súčasnosti k najzávažnejším environmentálnym problémom na Slovensku. Do skupiny tzv. environmentálnych záťaží patria napr. staré skládky odpadov, opustené sklady agrochemikálií, staré banské diela, haldy, odkaliská, iné objekty banskej a úpravárenskej činnosti, ale aj miesta kontaminované napr. Sovietskou armádou. Vláda SR vo svojom Programovom vyhlásení deklaruje, že riešenie environmentálnych záťaží je závažný problém a je nutné ich postupne odstraňovať. Aj napriek tomu prijatie tejto právnej normy stále stagnuje.

Odkaliská sú úložiskami odpadov z priemyselnej výroby, do ktorej patrí aj ťažobný priemysel. Je preto potrebné v rámci monitoringu zhodnotiť stav odkalísk a prognózovať ich správanie. 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. Dňa 10. 12. 2008 bol uverejnený v Zbierke zákonov, v čiastke 188, zákon č. 514/2008 Z. z. o nakladaní s odpadom z ťažobného priemyslu a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Zákon je účinný od 15. 12. 2008. Do pod systému 03 ČMSGF sú zaradené odkaliská. V tejto smernici Európskeho parlamentu a Rady EÚ, ktorá je implementovaná do zákona č. 514/2008 Z. z. 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 záťažiach 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 vhodné v budúcnosti do tohto pod systému ČMSGF zaradiť lokality z Informačného systému environmentálnych záťaží, ktorý sa ukončí v roku 2008 a je vytvorený v rámci geologickej úlohy –Systematická identifikácia environmentálnych záťaží Slovenskej republiky. Išlo by o lokality, pre ktoré by bolo vhodné doplniť údaje o znečistení životného prostredia.

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

Pri monitorovaní a jeho optimalizácii sa v pod systéme 03 ČMSGF 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. Koreláciou obsahu špecifického makrokontaminantu s vodivosťou vody v konkrétnom monitorovanom mieste sa tieto ukazovatele dajú vzájomne substituovať. To umožňuje spĺňať požiadavku univerzálnosti a optimalizovania programu monitoringu čoho dôsledkom je výrazné zníženie finančných nákladov na získavanie potrebných informácií.

Vodivosť a teplota vody predstavujú základné fyzikálne parametre vody. Ich používanie je široko aplikovateľné, čo vyplýva z ich fyzikálnej povahy. *Merná elektrická vodivosť vody* je funkciou obsahu iónov v roztoku, typu rozpustených látok a teploty. Vo vodách obsahujúcich prevažne anorganické látky (pitné vody, väčšina povrchových a niektoré odpadové vody) sa vodivosť dá použiť ako približná miera koncentrácie minerálnych elektrolytov. V odpadových vodách obsahujúcich soli organických kyselín a zásad je približnou mierou koncentrácie minerálnych aj organických látok rozpustených vo vode (Pitter, 1999).

V rámci monitorovania kontaminovaných lokalít je využitie meraní vodivosti vody postavené na dobrej kontrastnosti medzi vodami ovplyvnenými a neovplyvnenými kontaminantami.

Teplota vody je jedným z významných ukazovateľov akosti a vlastností vody. Významne ovplyvňuje chemickú a biochemickú reaktivitu vôd. Je dôležitým údajom pri výpočte

chemických rovnováh vo vodách, pri stanovovaní biochemickej spotreby kyslíka, či pri hodnotení samočistenia povrchových vôd.

V rámci monitorovania kontaminovaných lokalít je využitie meraní teploty vody postavené na skutočnosti, že voda pochádzajúca zo skládky má vyššie hodnoty teploty ako je teplota vody v okolí. Takáto situácia vzniká v dôsledku vyhívajúcich procesov prebiehajúcich v skládke pričom dochádza k uvoľňovaniu tepla. Na začiatku vyhívacích procesov môže teplota dosahovať až 40 – 60 °C.

Prehľad informácií, ktoré sa dajú získať terénnymi meraniami fyzikálnych parametrov vody sú nasledujúce:

1. šírenie kontaminantov prostredím (distribúcia znečistenia v 3D priestore, vertikálna zonálnosť vo vrtoch),
2. vonkajšie vplyvy (režimové pozorovania súvisiace s klimatickými vplyvmi, hydrologickým režimom tokov v okolí skládky),
3. procesy prebiehajúcimi v skládke (vývoj znečistenia za dlhšie časové obdobie (trendy vývoja).

Dlhodobu pozorované veľmi rozdielne hodnoty vodivosti v jednotlivých monitorovacích vrtoch dokumentujú znečistenie vody v okolí skládky.

Terénne merania fyzikálnych parametrov vody pomáhajú získať údaje potrebné k objektívnemu a reprezentatívne identifikovaniu kontaminácie vody a posúdeniu jej zmien v čase v príslušnom geologickom prostredí. V rámci programu monitoringu je meraniami možné výhodne optimalizovať napríklad rozsah sledovaných ukazovateľov, frekvenciu monitorovania, alebo miesta odberov vzoriek pre laboratórne analýzy. Takýmto spôsobom sa najmä pri na dlhodobu trvajúcom monitoringu dajú podstatne znížiť nemalé finančné náklady.

Zhodnotenie monitoringu jednotlivých lokalít je v kapitole 2.3.4 a 2.3.5.

5. Literatúra:

- Beharka, M., 1993: Kropachy 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 Kropachy.
- Štašik, L., 2003: Monitorovanie kvality vody na skládke priemyselného odpadu „Halňa“, časť mesto Kropachy (správa za rok 2002). Manuskript, archív ObÚŽP Spišská Nová Ves.
- Husár, M., 1993: Geochemicko-ekologická mapa riečnych sedimentov - región Hornádska 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, L., 1999: Geochemický atlas Slovenskej republiky, časť 1: riečne sedimenty, ZS. Manuskript, ŠGÚDŠ, Bratislava, 42 str.
- DANCEE, 2005: Skládka Halňa v Kropachoch, sanácia environmentálnych a zdravotných dopadov. Manuskript mesta Kropachy.

- Stašik, L., 2006: Monitorovanie kvality vody na skládke priemyselného odpadu „Halňa“ , časť mesto Krompachy (správa za I. polrok 2006). Manuskript, archív ObÚŽP Spišská Nová Ves.
- Stašik, L., 2007: Monitorovanie kvality vody na skládke priemyselného odpadu „Halňa“ , časť mesto Krompachy (správa za rok 2007). Manuskript, archív MÚ Krompachy.
- Záhorová, L., 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 L., 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.
- Masarovičová M., Slávik I., Kovaľková J.: Komplexný monitoring odkalísk SR, časť 6, STU, Stavebná fakulta, Katedra Geotechniky, ZoD-04-184/06, dod.2/08
- Matys, M. a kol. 2009: Ročná správa úlohy „Antropogénne sedimenty zakryté charakteru environmentálnych záťaží za rok 2008“, PRIF UK, KIG, Bratislava, manuskript, pre ŠGÚ DŠ a MŽP SR, január 2009

STN 72 10xx Rada STN noriem na laboratórne rozborov zemín

STN 72 1004 Presiometrická skúška

Prílohy:

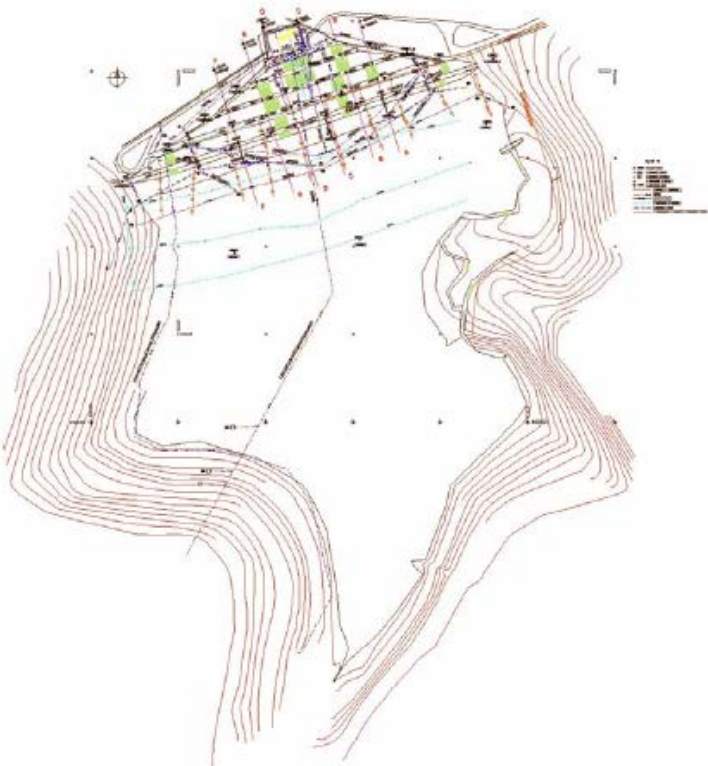
Príloha 1 Identifikačné listy odkalísk

Príloha 2 Minerálne RTG analýzy popolčeka , vzorky D-11 a P-11.

Príloha 1 Identifikačné listy odkalísk

2.1

IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko ŽILINA - ROSINA		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA (VLASTNÍK)
II.	Bytčický potok	Žilina Žilina	populový sediment	Žilinská teplárenská, a.s.
Projekt				
Projektant základnej hrádze Váhostav n.p. Žilina, Bratislava, GP HUCO š.p. Bratislava, v súčasnosti Mélyépterv-Hydrotransport, s.r.o. Budapešť, MR.				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14				
Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretékané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou nasýpanou z materiálu z lomu Kosová, nadvyšovaná z uloženého popola, uloženie popolového sedimentu trvalé.				
Časové údaje				
Odkalisko v prevádzke od r. 1985, (začiatok výstavby r. 1983).				
Situácia				
				
Prevzaté od Mélyépterv Hydrotransport KFT Budapešť				

Ústretovosť a spolupráca so správcom veľmi dobrá.

3.1

IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko SNINA		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Magurica	Nižný Hrabovec Snina	populový sediment	Energy Snina, s.r.o.

Projekt

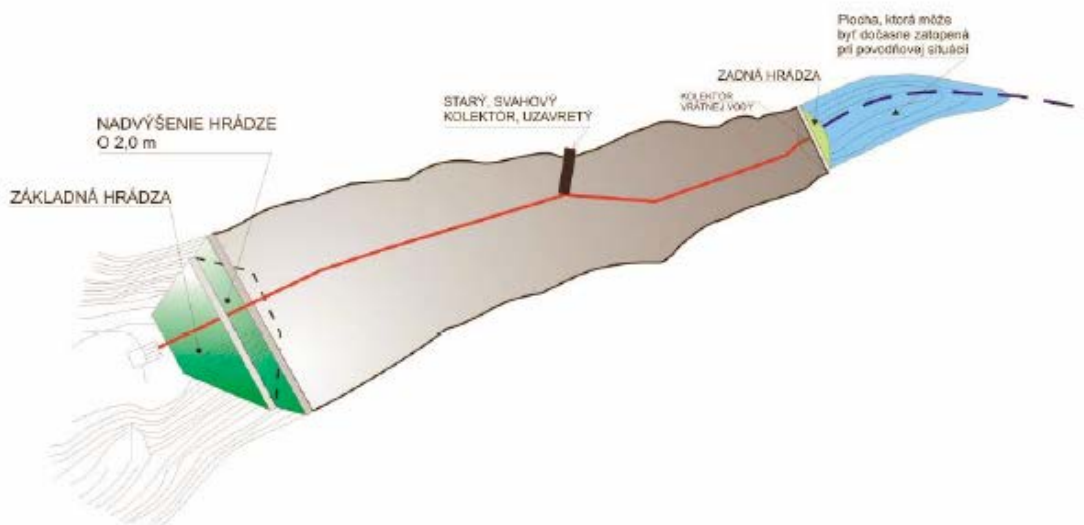
Mélyépterv Budapešť, MR, Vodohospodárska výstavba š.p., Bratislava

Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14

Odkalisko s uzatvoreným využitím dopravnej vody, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie populového sedimentu trvalé.

Časové údaje


Odkalisko v prevádzke od r. 1990.

Situácia

Ústretovosť a spolupráca so správcom je dobrá.

4.1


IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko ZVOLEN		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Zolná	Môňová Zvolen	Škvara a popolový sediment	Zvolenská teplárenská a.s., Zvolen
Projekt				
Mélyépterv Budapešť, MR (1956-1990), Mélyépterv – Hydrotransport s.r.o., Budapešť, MR (1990-2002), Hydroconsulting, s.r.o. Bratislava (2003-)				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14				
Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretakané povrchovými vodami, údolného typu, so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie popolového sedimentu trvalé (1991 – 2005). Do r. 1991 sa ukladala do priestoru odkaliska škvara. Od r. 2005 sa celoročná produkcia vyváža.				
Časové údaje				
Odkalisko v prevádzke od r. 1958, do r. 1991 prechodné ukladanie škvary, od r. 1991 – 2005 plavenie popola a nadvyšovanie hrádzí (4 x 1,5 m), od r. 2005 plavenie do 2 kaziet (deliaca hrádza naprieč údolím), prvá kazeta je naplavovacia, druhá slúži na dočistenie odsedimentovanej vody, plavenie cyklické (vývoz popola do bane Dolina, V. Krtíš).				
Situácia				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je dobrá.

5.1

IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

N Á Z O V		Odkalisko SEREĎ		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
III.	Váh	Sereď – Dolná Streda Galanta	populový sediment a cukrovárenský kal	Slovenské cukrovary, s.r.o. Sereď
Projekt				
Hydroconsult š.p., Bratislava, pracovisko Trenčín				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14				
Odkalisko je bezodtokové, dopravená voda presakuje do Váhu a časť sa vyparuje, rovinného typu so základnou hrádzou sypanou z miestnych zemín, uloženie populového sedimentu trvalé.				
Časové údaje				
Odkalisko v prevádzke od r. ?, trvalé uloženie popola a kalu z umývania cukrovej repy, zrušenie časti odkaliska (ObÚŽP Galanta, č. 746/95Bav, dňa 21.09.1995), rekultivácia 13 ha, 1998, v prevádzke plavenia 6 ha.				
Situácia				
				

Ústretovosť a spolupráca so správcom nie je žiadna.

6.1

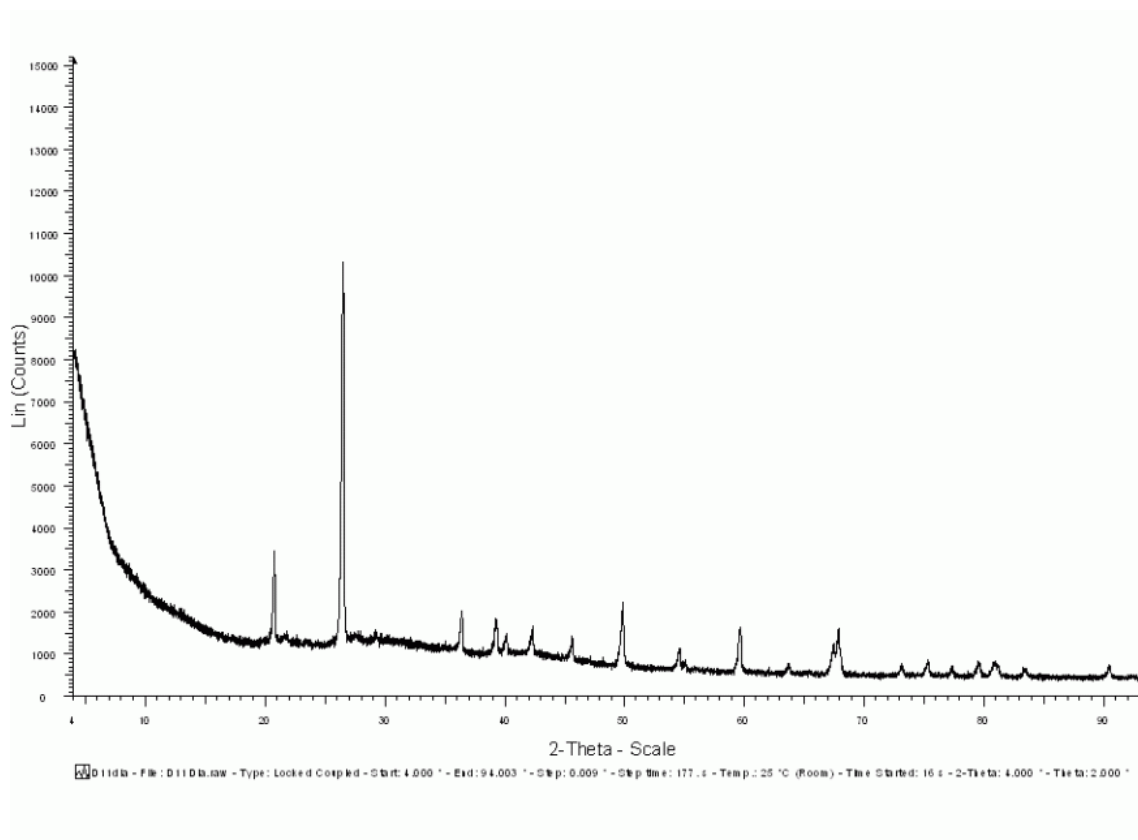
IDENTIFIKAČNÝ LIST ODKALISKA

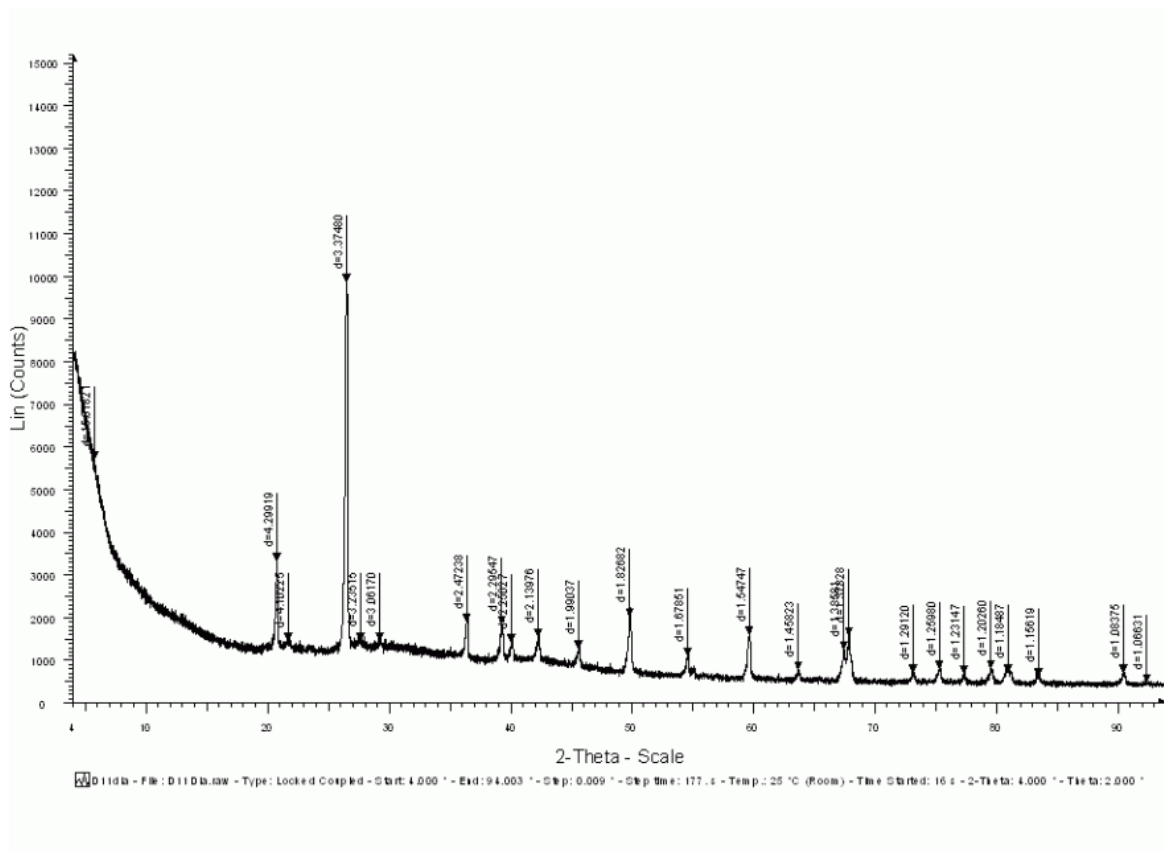
N Á Z O V		Odkalisko RUDŇANY		
VODOHOSP. KATEGÓRIA	NÁZOV RIEKY, POTOKA	OBEC, OKRES	DRUH ODPADU	SPRÁVCA
II.	Priekopec	Markušovce, Závadka, Spišská Nová Ves	rudný sediment	SABAR s.r.o. Markušovce (Rudohorská investičná spoločnosť, s.r.o.)
Projekt				
Rudný projekt š.p., Košice				
Charakteristika podľa STN 75 3310, kap. II. čl. 10 až 14				
Odkalisko s obehovým systémom dopravnej vody, čiastočne pretakané povrchovými vodami, so základnou hrádzou sypanou z banskej hlušiny, uloženie rudného sedimentu trvalé.				
Časové údaje				
Odkalisko v prevádzke od r. 1979, výstavba v 2 etapách (1. etapa: 1960 – 1964, 2. etapa: 1975 – 1978). Začiatok výstavby bočnej hrádzy 1987.				
Situácia				

Ústretovosť a spolupráca so správcom je výborná.

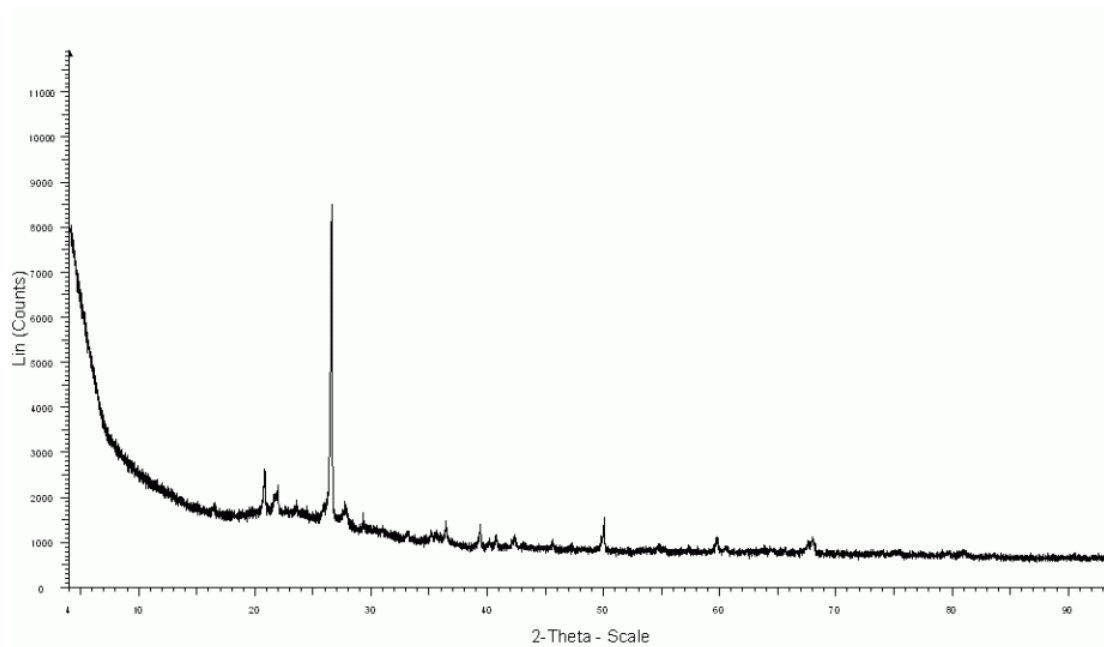
Príloha 2 RTG analýzy vzoriek

Vzorka D-11, diamagnetická frakcia

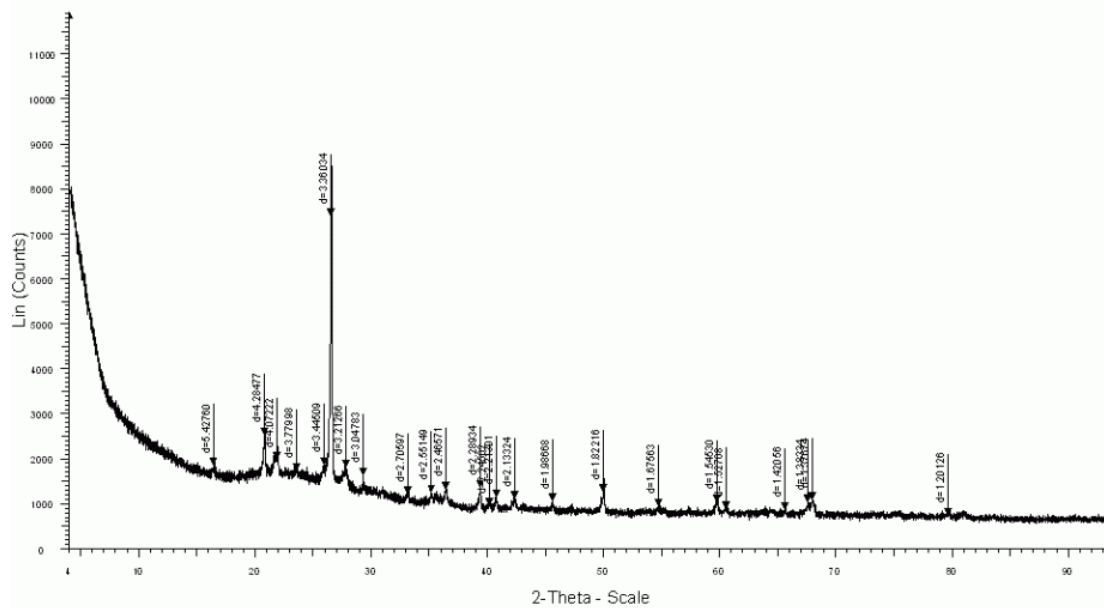




Vzorka D-11, paramagnetická frakcia

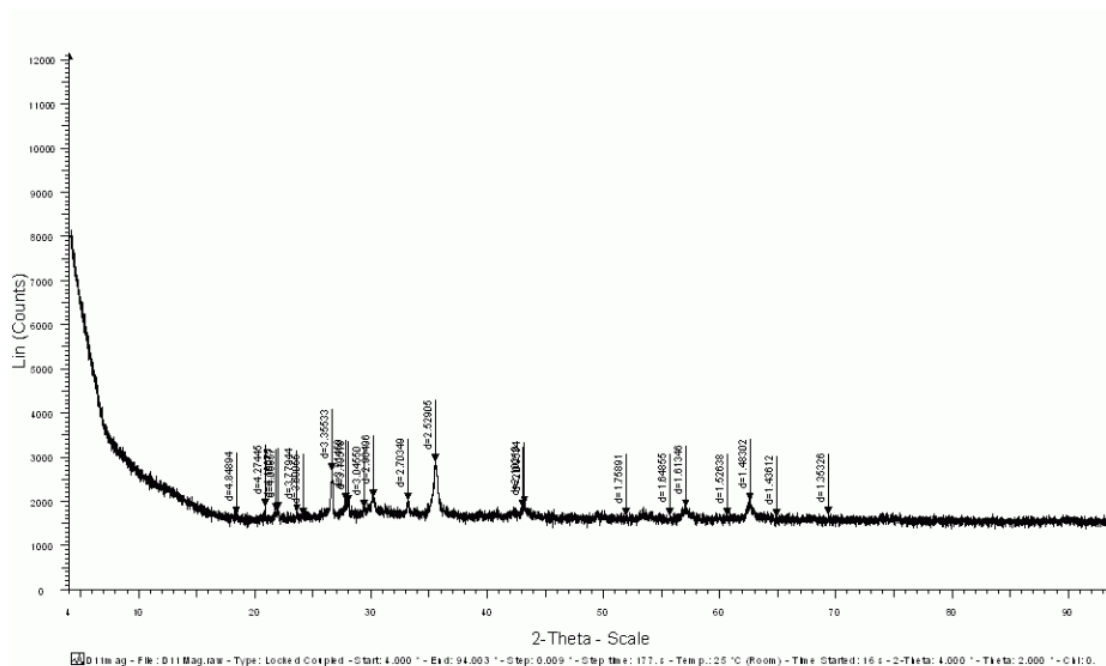
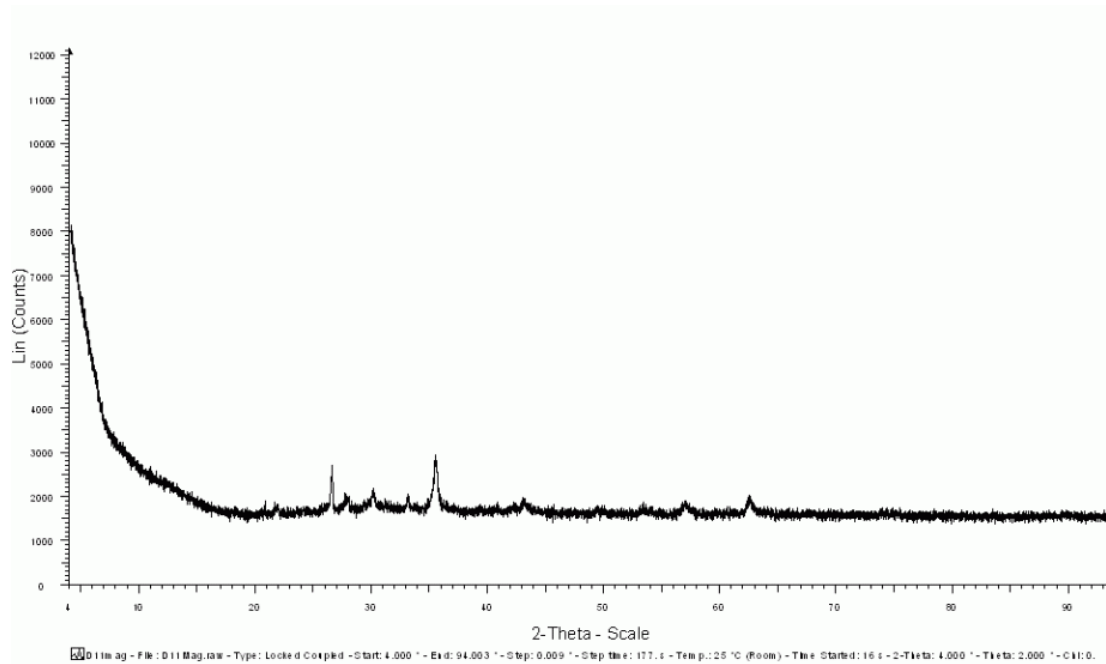


D:\Ipa\ - File: D:\Ipa\raw - Type: Locked Coupled - Start: 4.000 ° - End: 94.003 ° - Step: 0.009 ° - Step time: 177. s - Temp.: 25 °C (Room) - The Started: 16 s - 2-Theta: 4.000 ° - T-Theta: 2.000 ° - Ckl: 0



D:\Ipa\ - File: D:\Ipa\raw - Type: Locked Coupled - Start: 4.000 ° - End: 94.003 ° - Step: 0.009 ° - Step time: 177. s - Temp.: 25 °C (Room) - The Started: 16 s - 2-Theta: 4.000 ° - T-Theta: 2.000 ° - Ckl: 0

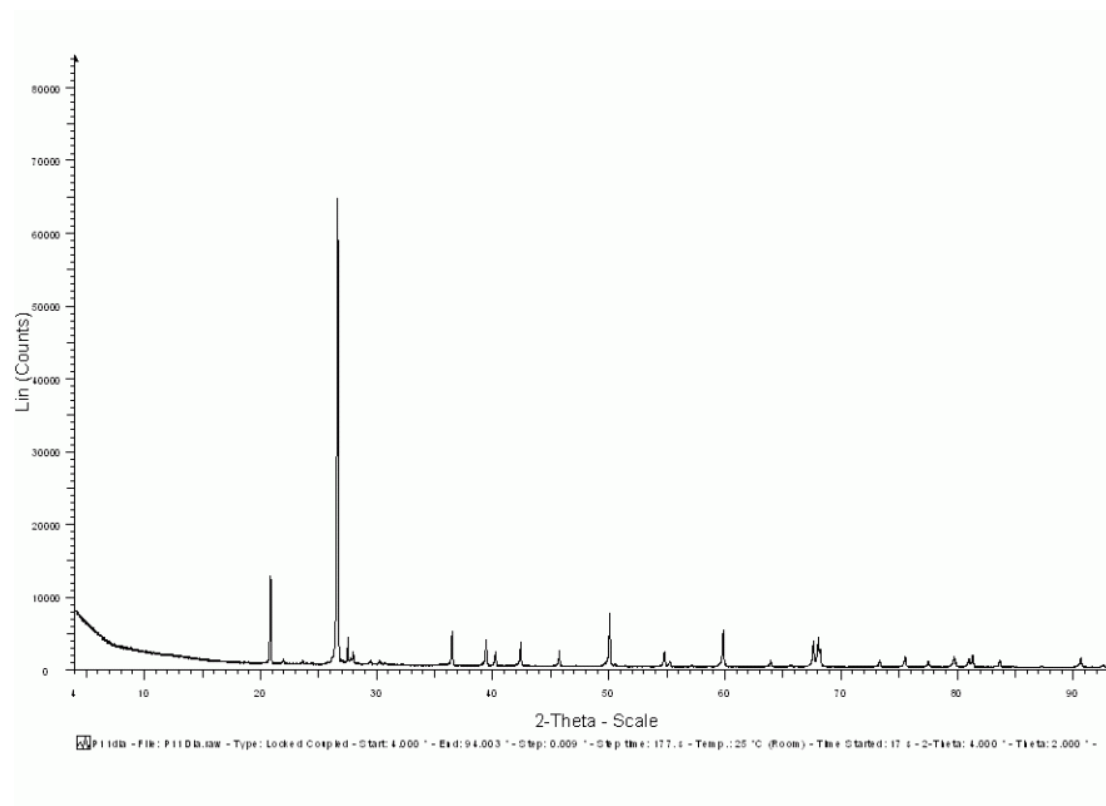
Vzorka D-11, feromagnetická frakcia

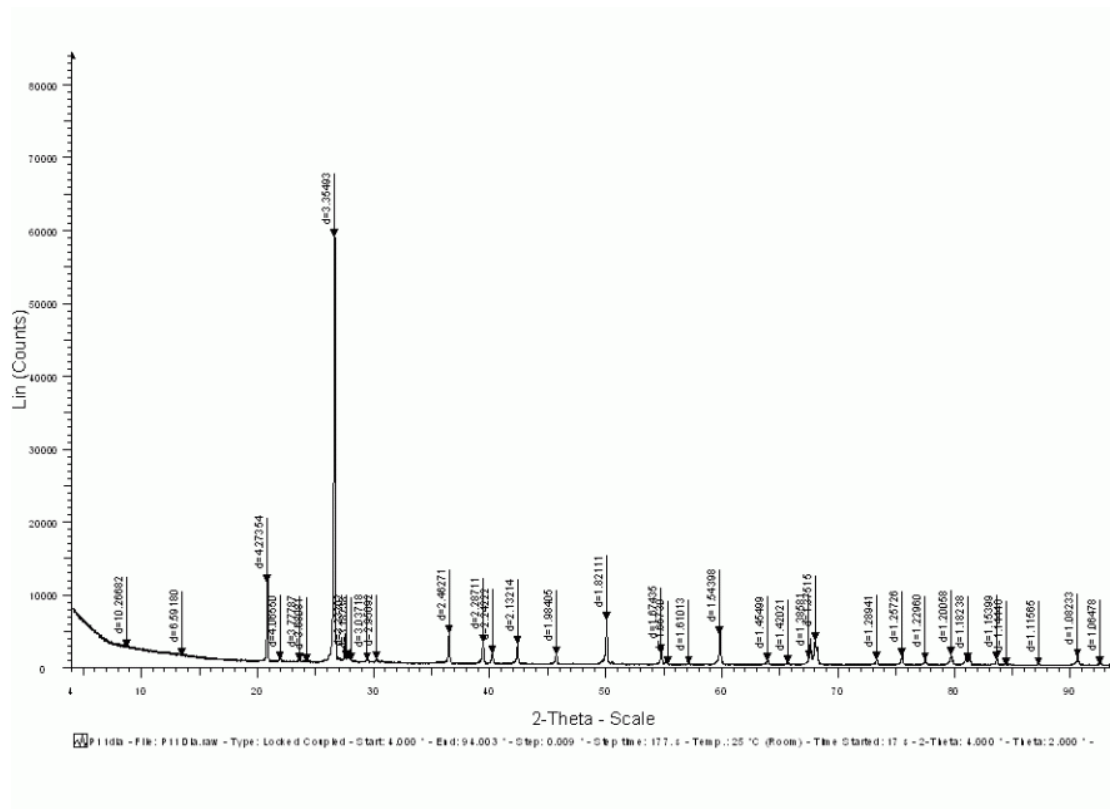


Prítomné fázy:

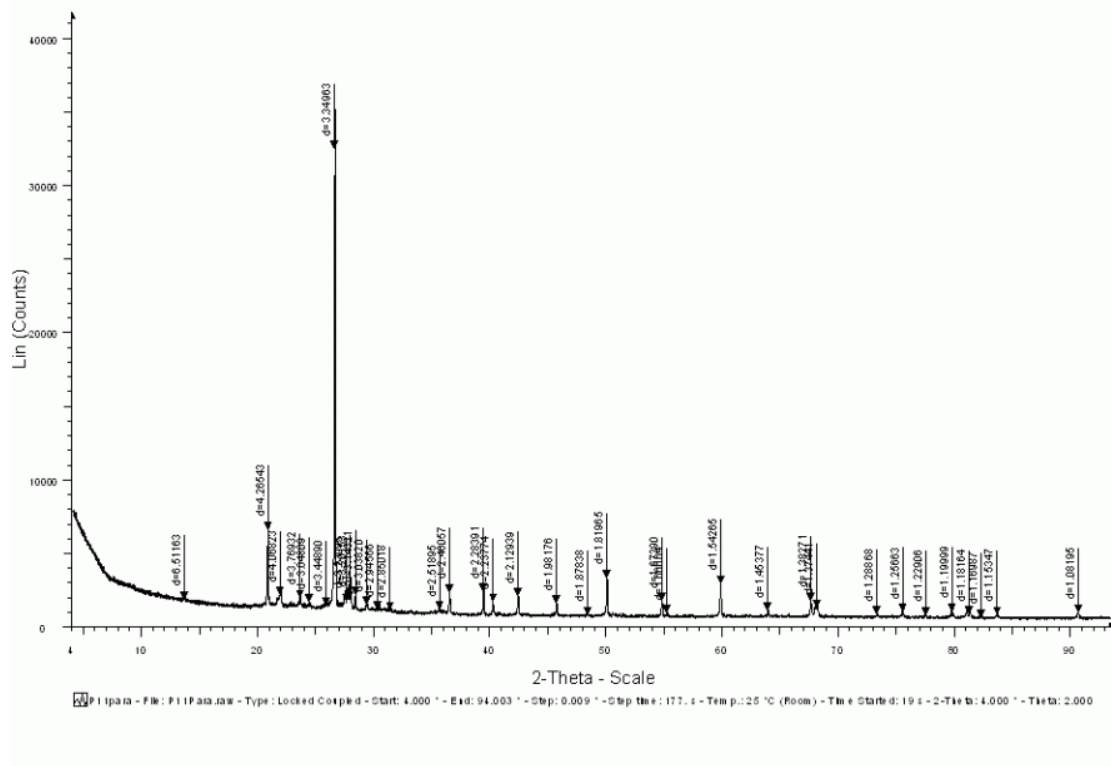
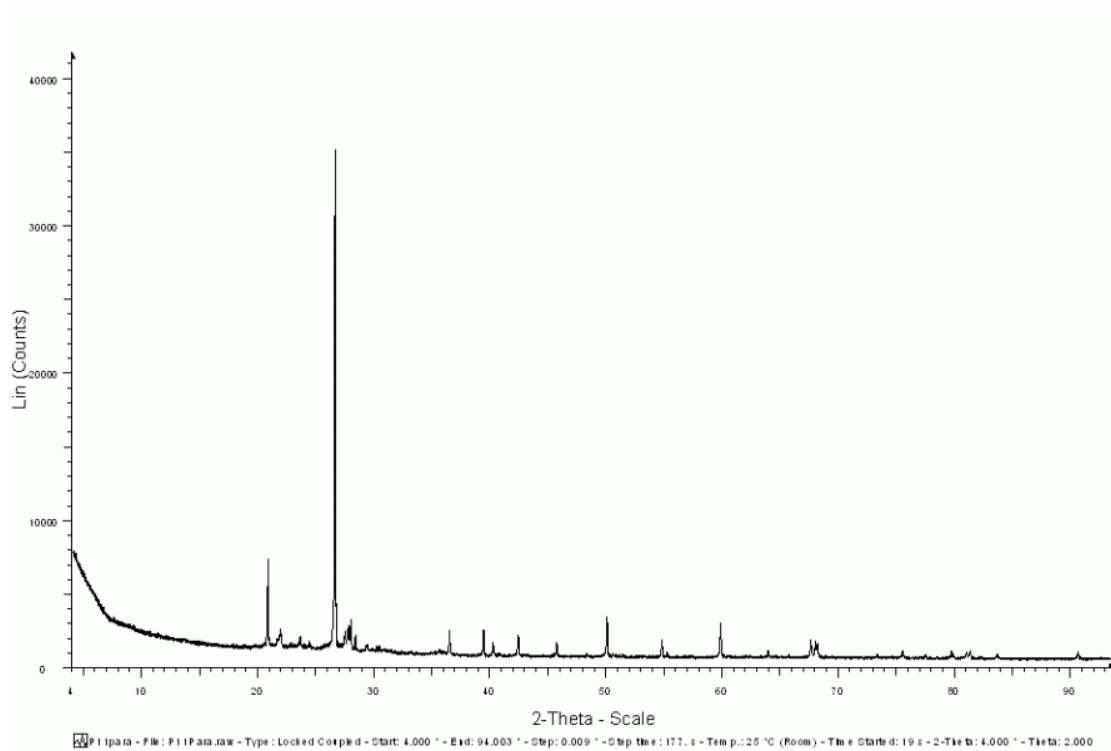
Diamagnetická fr.			Paramagnetická fr.			Feromagnetická fr.		
d_{hkl}	I_{rel}	Fáza	d_{hkl}	I_{rel}	Fáza	d_{hkl}	I_{rel}	Fáza
4.299	20	Q	5.428	3	Ž	3.355	90	Q
3.374	100	Q	4.285	10	Q	2.905	30	Mt
3.235	5	Ž	4.072	6	Ž	2.703	10	He+Gt
3.067	5	C	3.779	3	Ž	2.529	100	Mt+He
2.427	15	Q	3.445	3	?	1.613	8	Mt
2.295	13	Q	3.360	100	Q	1.483	30	Mt
2.251	5	?	3.213	4	Ž			
2.139	10	Q	3.047	2	C			
1.990	8	C	2.706	2	He			
1.827	15	Q	2.551	1	?			
1.679	5	?	2.466	3	Q			
1.547	10	Q	2.289	10	Q			
1.458	4	Q	2.213	2	?			
1.386	12	Q	2.133	2	Q			
1.328	14	C	1.987	1	?			
1.291	3	C	1.822	4	Q			
1.260	4	Q	1.675	2	?			
1.231	3	Q	1.545	4	Q			
1.202	5	Q	1.527	2	Q			
1.185	5	Q	1.421	0.5	?			
1.158	3	Q	1.383	4	Q			
1.084	5	Q	1.371	5	?			
1.066	1	Q	1.201	0.5	Q			

Vzorka P-11, diamagnetická frakcia

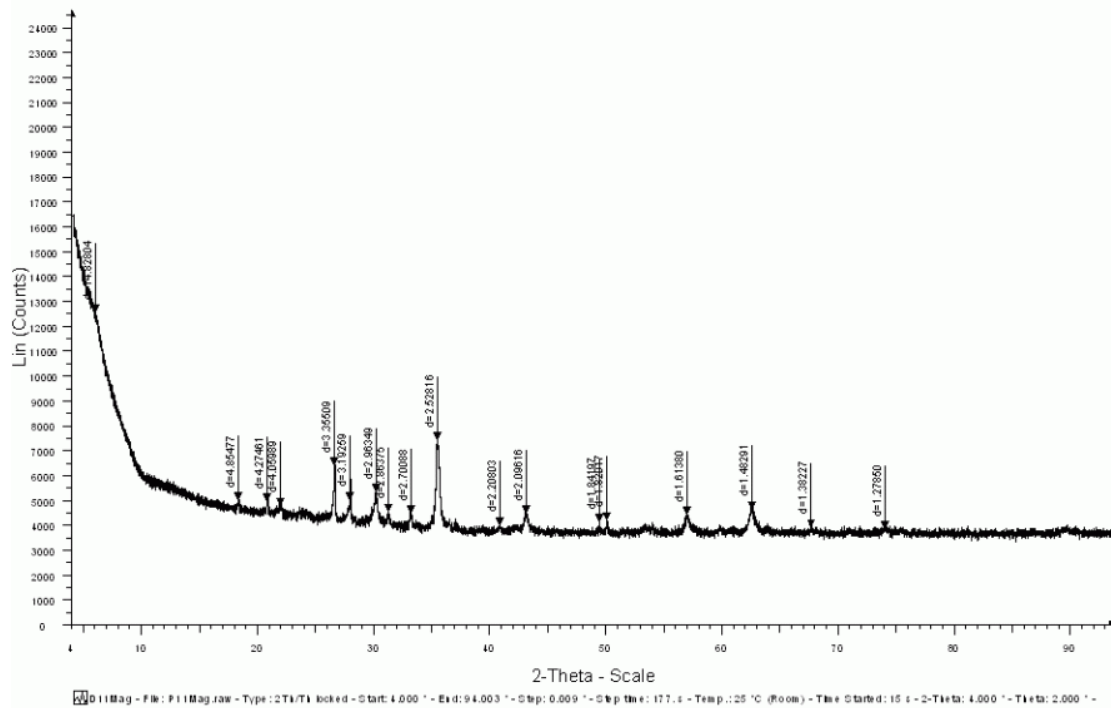
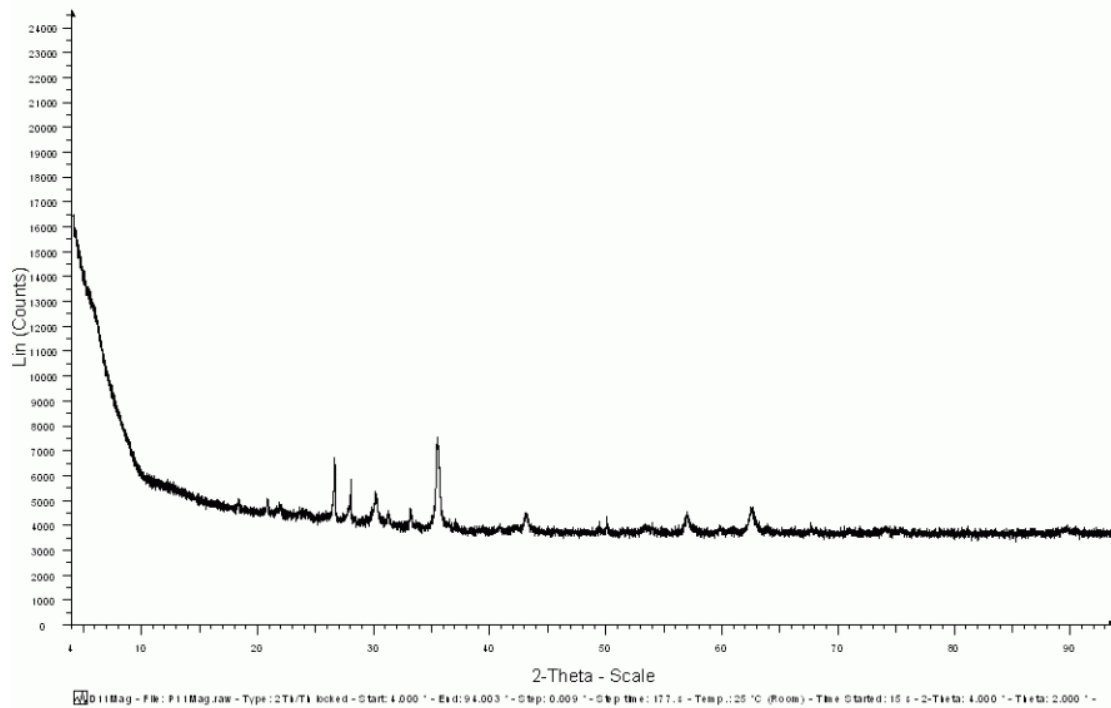




Vzorka P-11, paramagnetická frakcia



Vzorka P-11, feromagnetická frakcia



Diamagnetická fr.			Paramagnetická fr.			Feromagnetická fr.		
d_{hkl}	I_{rel}	Fáza	d_{hkl}	I_{rel}	Fáza	d_{hkl}	I_{rel}	Fáza
4.274	20	Q	4.265	10	Q	4.285	20	Q
3.355	100	Ž	3.349	100	Q	3.360	100	Q
2.463	15	Q	2.400	5	?	3.217	15	Ž
2.871	8		2.284	8	Q	2.706	5	He+Gt
2.287	6	Q	2.129	10	Q	2.133	5	Q
2.242	5	?	1.820	15	Q	1.986	3	C
2.132	6	Q	1.543	10	Q	1.822	10	Q
1.984	4	C				1.545	4	Q
1.821	15	Q						
1.674	4	?						
1.543	10	Q						
1.385	7	Q						