

MINISTERSTVO ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY
Sekcia geológie a prírodných zdrojov

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA



Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych zát'aží

Správa za rok 2013

Názov geologickej úlohy: **ČMS Geologické faktory**

**Podsystem 03: Antropogénne sedimenty charakteru
environmentálnych zát'aží**

Číslo geologickej úlohy: **207**

Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy: **RNDr. Pavel Liščák, CSc.**

Dátum vyhotovenia správy: **november 2014**

Autor správy: **RNDr. Slavomír Mikita, PhD.**

Bratislava, 2014

Obsah

<i>Správa za rok 2013</i>	1
Názov geologickej úlohy: ČMS Geologické faktory	1
1. ÚVOD	3
2. VÝSLEDKY MONITOROVANIA.....	6
2.1 Lokalita Sverepec	7
2.1 Lokalita Krompachy – Halňa	13
2.3 Lokalita Dunajská Streda	14
2.4. Lokalita Sládkovičovo.....	2
2.5 Lokalita Zemianske Kostol'any	6
3. ZÁVER.....	10
4. LITERATÚRA.....	13
5. PRÍLOHOVÁ ČASŤ.....	15
1.1 Lokality Dunajská Streda a Sládkovičovo.....	17
1.2 Lokalita Sverepec	18
1.2.1 Lokalita Sverepec – výsledky izotopových analýz kyslíka a vodíka.....	19
1.3 Lokalita Zemianske Kostol'any	20

1. ÚVOD

Od roku 2005 sa aktivity v rámci Podsystemu 03 zameriavajú na **monitoring vybraných lokalít, ktoré predstavujú riziko ohrozenia vybraných zložiek geologického prostredia a zároveň reprezentujú typové prejavy šírenia kontaminantov v geologickom prostredí Slovenska.**

Účelom Podsystemu 03 je:

- charakterizovať aktuálnu situáciu na lokalite a tiež predpovedať jej možné dôsledky na životné prostredie,
- kvantifikovaním vplyvu danej environmentálnej záťaže na citlivé geofaktory životného prostredia, posúdiť riziko narušenia prírodného prostredia,
- aplikovať nové poznatky a skúsenosti z predmetnej oblasti pri získavaní informácií o situácii na lokalite a navrhovať optimálne prístupy k ich získavaniu.

V zmysle stanovených cieľov je pre každú environmentálnu záťaž (EZ) vypracovaný osobitný systém (program) monitorovania. Založený je na získavaní časopriestorových informácií o výskyte jednotlivých kontaminantov v horninovom prostredí tak, aby bolo možné posúdiť ovplyvňovanie prírodného prostredia environmentálnou záťažou. Jeho nosnou súčasťou je program odberu vzoriek v teréne a ich chemického analyzovania v laboratóriu. Výber sledovaných ukazovateľov je podmienený charakterom EZ a situáciou na lokalite. V rámci monitoringu sa realizujú aj niektoré režimové merania priamo v teréne: úroveň hladiny podzemnej vody, množstvo vody vo výveroch, tokoch, v okolí EZ sa tiež dobre osvedčili skríningové merania vodivosti vody a teploty vody na dostupných miestach (pramene, toky, vrty, studne, mláky a pod.).

S metodikou monitorovania ako aj charakteristikou monitorovacej siete sa je možné podrobnejšie oboznámiť v Správe za rok 2011 (Mikita, 2012).

V roku 2013 bolo v pláne monitorovať 5 lokalít: **Dunajská Streda, Krompachy – Halňa, Sládkovičovo, Sverepec a Zemianske Kostol'any.**

Charakter jednotlivých lokalít s programom monitoringu je stručne vyjadrený vo forme Tab. 1.

Tab. 1. Monitoring lokalít – situácia k roku 2013.

Monitorované lokality	Zatriedenie lokality podľa KEZ	Koncepčný model lokality (podľa Vybíral et al., 2005)	Frekvencia monitorovania ŠGÚDŠ	Počet odobraných vzoriek krát počet stanovených ukazovateľov ŠGÚDŠ	Frekvencia monitorovania – iné zdroje
Dunajská Streda	C	C	1 x ročne	7x11	-
Krompachy-Halňa	C	B	operatívne	-	2 x ročne (Slovzeolit, s.r.o.)
Sládkovičovo	B	C	1 x ročne	6x11	-
Sverepec	A	A	1 x ročne	6x11	4 x ročne (Sensor, s.r.o.)
Zemianske Kostol'any	B	B	1 x ročne	6x16	Operatívne (KGCH, Príf UK)

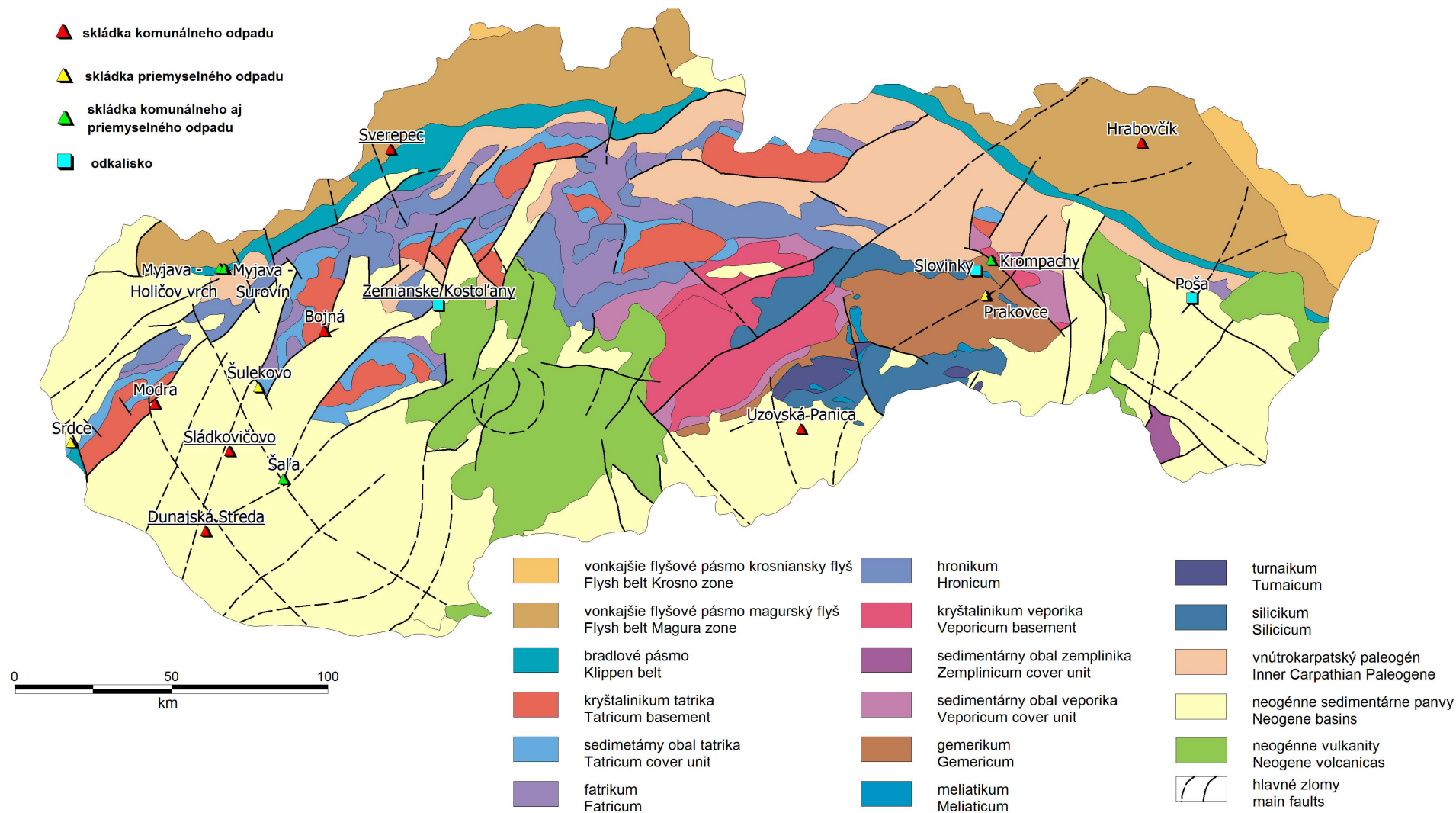
Poznámky: KEZ = kategorizácia environmentálnych záťaží (<http://envirozataze.enviroportal.sk/>)

Polohy všetkých monitorovaných lokalít sú na obr. 1.

V rámci environmentálneho monitoringu bol výber lokalít v roku 2013 podmienený viacerými okolnosťami:

1. kolidovanie 8 lokalít s úlohou MEZ (monitoring environmentálnych záťaží),
2. nefunkčnosť monitorovacieho systému na lokalitách (Prakovce),
3. rekultivácia, resp. sanácia lokalít (Krompachy – Halňa, Devínska Nová Ves-Srdce).

V rámci Podsystemu 03 sa v r. 2013 pokračovalo v riešení úlohy **Komplexný monitoring odkalísk SR na vybraných lokalitách**. Cieľom úlohy je postupná inovácia identifikačných listov odkalísk s následnou prehľadnou kontrolou, plánovaným prístupom k sanáciám, likvidáciám, k prevádzke a využívaniu odkalísk. Výstupom je samostatná správa: Masarovičová et al., (2013), ktorá je už deviatou časťou realizovanej spolupráce medzi ŠGÚDŠ a Katedrou geotechniky na STU v Bratislave.



Obr. 1. Poloha monitorovaných lokalít od roku 2009 do roku 2013. Lokality monitorované v r. 2013 sú podčiarknuté.
(zostavené podľa podkladov mapy Biely et al., 1996).

2. VÝSLEDKY MONITOROVANIA

Výsledky z monitoringu sú okrem vlastných zdrojov zabezpečované tiež v kooperácii s ďalšími subjektmi: Sensor s. r. o., Katedra geochémie na PRIF UK, Katedra geotechniky STU BA, (Tab. 2.).

Tab. 2. Informácie o odberoch vzoriek vody na chemickú analýzu z vlastných a externých zdrojov

Lokality – vlastné zdroje	Dunajská Streda	Kropachy – Halňa	Sládkovičovo	Sverepec	Zemianske Kostoľany
frekvencia	1	x	1	1	1
počet odberných miest	7	x	6	6	6
počet stanovených ukazovateľov	11	x	11	11	16
Lokality – externé zdroje	Kropachy – Halňa	Sverepec	Zemianske Kostoľany		
frekvencia	x	4	x		
počet odberných miest		8	x		
počet stanovovaných ukazovateľov		9	x		

Poznámka: i - izotopové vzorky

Odbery na spoločných lokalitách boli vzájomne koordinované tak, aby sa účelne dopĺňali v zmysle stanovených cieľov monitoringu.

Ďalej v texte sú prezentované jednotlivé aktivity za rok 2013. Výsledky sú vyhodnotené v nadväznosti na predošlé monitorovacie obdobie. Radenie lokalít je podľa ich príslušnosti k typovým koncepčným modelom uplatňujúcich sa v prostredí Západných Karpát (bližšie informácie o modeloch napr. Mikita, 2012).

Model typu A

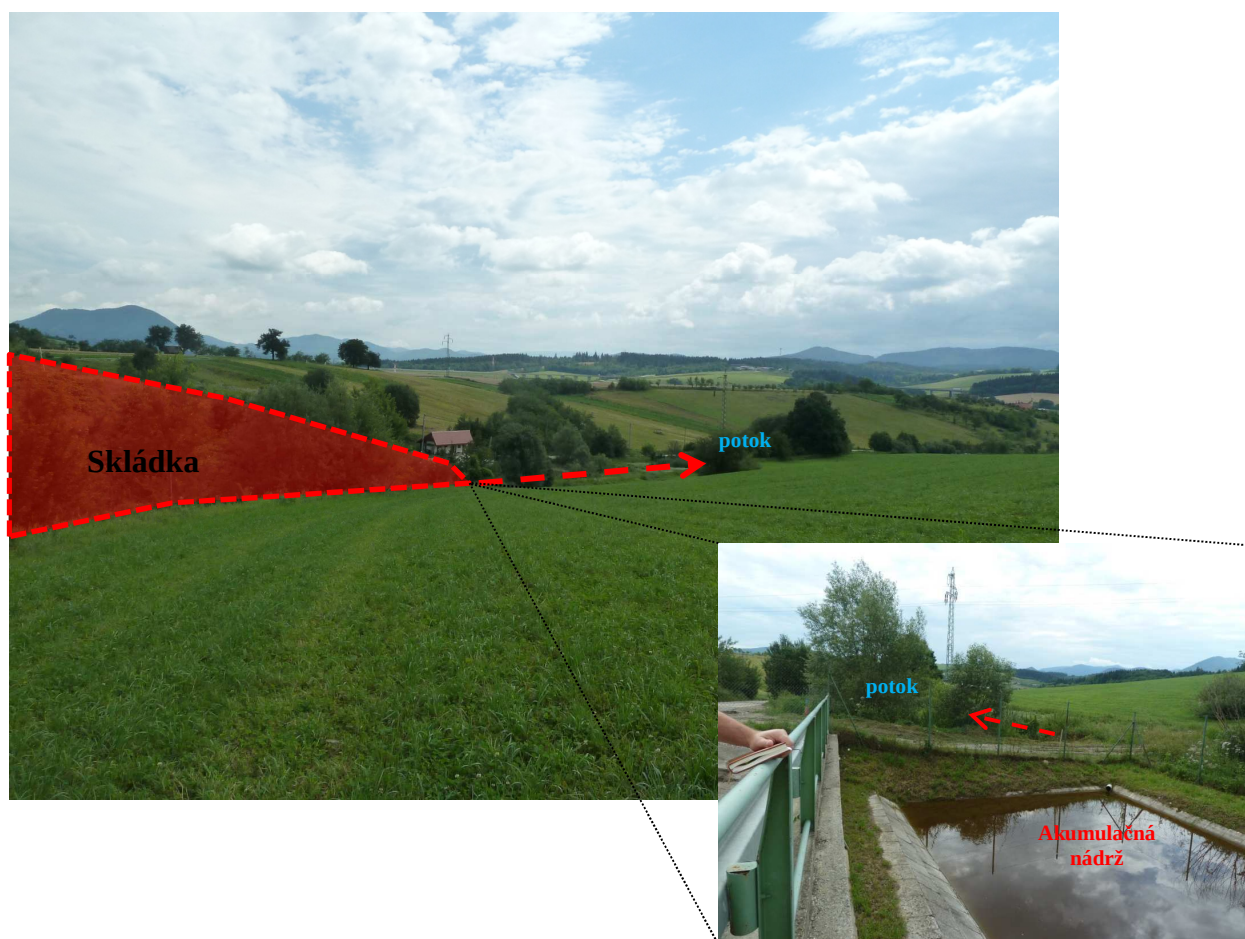
– znečistenie sa vo forme kontaminovaných priesakov šíri predovšetkým po povrchu, resp. v nesaturovanej zóne pozdĺž údolia, smerom k eróznej báze územia.

V r. 2013 tento model zastupuje lokalita: Sverepec.

2.1 Lokalita Sverepec

Stručná charakteristika lokality

Ide o prevádzkovanú skládku komunálneho odpadu pred ukončením skládkovania. Podľa existujúceho monitoringu skládky sa v indikačných monitorovacích objektoch nepreukázalo zhoršenie kvality podzemnej vody nad povolené limity. Pod skládkou ale dochádza k zjavnému unikaniu kontaminovaných priesakov zo skládky voľne do prostredia (Obr. 2.. Transportované sú ďalej vo forme povrchového toku smerom k obci Sverepec. Táto situácia poukazuje na nezrovnalosti, ktoré súvisia s nevhodným monitoringom pre zdroj znečistenia situovaného v predmetnom hydrogeologickom prostredí. Zaradením lokality do Podsystemu 03 v rámci ČMS pre rok 2013 je možné demonštrovať aplikovanie doterajších poznatkov z monitoringu tohto typu zdroja znečistenia pre posúdenie reálnej situácie na lokalite.



Obr. 2. Schéma šírenia znečistenia zo skládky do potoka pod skládkou

Činnosť v r. 2013

Účelom monitorovacích prác bolo: a) overiť zistenia z roku 2012, kedy sa na základe nepriamych meraní preukázalo zmierňovanie (tlmenie) znečistenia pozdĺž transportnej cesty (Mikita, 2013); b) vyhodnotiť prítomnosť látok generovaných skládkou v potoku a ich distribúciu v rámci transportnej cesty vzhľadom k samočistiacim procesom (zmiešavanie, sorpcia, degradácia a pod.); c) opakovaním aktivity v rôznych klimatických podmienkach charakterizovať mechanizmus transportu znečistenia a vysledovať extrémne situácie; d) na základe zistení interpretovať skutočný a potenciálny vplyv skládky na hydrosféru a tiež navrhnúť výber vhodného riešenia situácie na lokalite.

Pre uvádzané účely sa uskutočnili ciele odbery vzoriek vody na povrchovom toku od skládky až po začiatok obce Sverepec (Obr. 3). Išlo o 6 odberných miest na úseku 900 m. Výber odberných miest zohľadňoval jednak narastajúcu vzdialenosť šírenia sa znečistenia od skládky a tiež miesta pravdepodobných skrytých prítokov do toku (Obr. 4).



Obr.3. Odber vzoriek na odbernom mieste S-3



Obr. 4 Lokalita Sverepec – situácia monitorovacích miest.

Výber ukazovateľov zodpovedal predpokladaným kontaminantom prítomným v priesakových kvapalinách zo skládok komunálneho odpadu (Christensen et al., 2001, Slováková, 2012) a tiež ukazovateľom poukazujúcim na zmenu oxidačno-redukčných podmienok v rámci transportnej cesty. Stanovené boli nasledovné ukazovatele: CHSK_{Cr} , Cl^- , B, Ba, $\text{Cr}_{\text{celk.}}$, Zn, NH_4 , TOC, F^- , Cu, SO_4^{2-} (Príloha

č. 1.1). Tiež boli odobrané vzorky vody pre určenie pomerov izotopov O a H pre ich využitie pri zisťovaní zmiešavacích pomerov vôd na lokalite (Príloha č. 1.2.1).

Súčasťou odberov vzoriek vody bol aj skrining mernej elektrickej vodivosti a teploty vody v potoku pod skládkou v rôznej vzdialenosti od nej (Príloha č. 2.1).

Okrem údajov získaných prostredníctvom aktivít v rámci Podsystemu 03 boli do spracovania zahrnuté aj informácie z prevádzkového monitoringu na lokalite (Vybíral, 2013).

Zhodnotenie výsledkov z monitorovania za rok 2013

Miesto vyústenia obtokovej drenáže do potoka (S-6) je miesto, odkiaľ sa objavujú anomálne hodnoty sledovaných ukazovateľov oproti hodnotám typickým pre pozadie. Voda v tomto mieste býva prítomná aj v čase, keď v drenáži vyššie voda netečie. Vzhľadom k opisovanej situácii, kde je predpoklad, že ide o miesto výveru priesakov zo skládky na povrch, sa vybrané ukazovatele hodnotili podľa požiadaviek na vypúšťanie priesakovej kvapaliny do povrchového toku - NV 269/2010 Z.z., Príloha č. 9.4. Skládky odpadov (priesakové vody). Výsledkom hodnotenia bolo neprekročenie jednotlivých kritérií. Ostatné ukazovatele požadované danou legislatívou neboli analyzované, nakoľko ich hodnoty boli blízke požadovým hodnotám. V Tab. 3 sú stanovené ukazovatele ďalej hodnotené podľa limitov požadovaných pre kvalitu povrchovej vody vo všeobecnosti, sú súčasťou Prílohy č. 1 k NV č. 269/2010 Z.z.. Graficky je v Tab. 3 znázornená aj relatívna miera poklesu každého z ukazovateľov pozdĺž transportnej cesty znečistenia v povrchovom toku. Vidieť, že vo všeobecnosti dochádza so vzrastajúcou vzdialenosťou od skládky k poklesu hodnôt sledovaných ukazovateľov. Voda v obci už zväčša spĺňa požiadavky na kvalitu pre povrchové vody. Mierne opätovné zvýšenie niektorých hodnôt v poslednom sledovanom mieste - v obci (S-1) sa dá vysvetliť ovplyvňovaním kvality vody tiež z iného zdroja znečistenia ako je skládka. Vzhľadom k blízkosti obce môže ísť o vypúšťanie odpadových vôd z domácností do toku. Na tento predpoklad poukazujú napr. hodnoty fluoridových iónov, ktorých nárast sa zvyšuje od miesta s prvým osídlením (S-3).

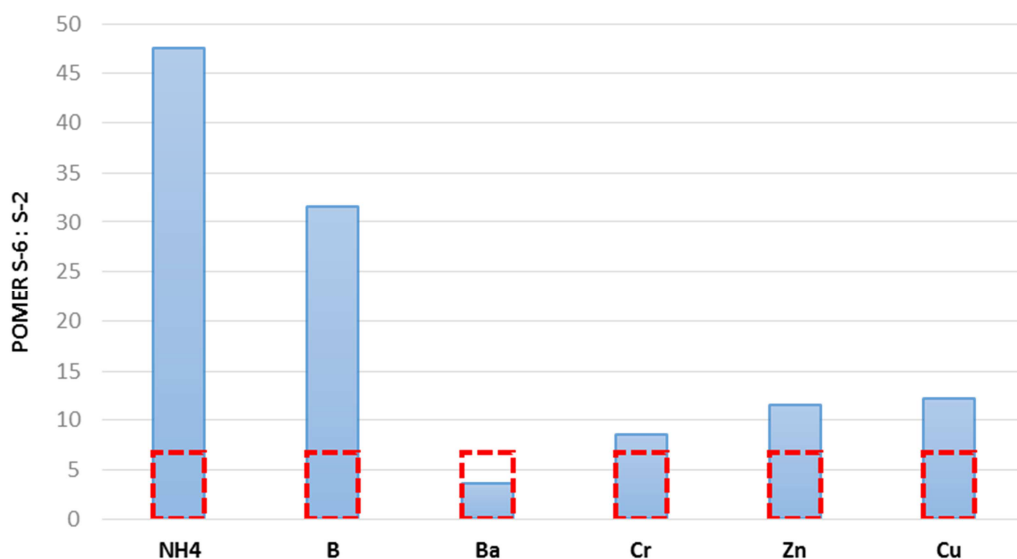
Tab. 3 Zmeny hodnôt vybraných ukazovateľov v jednotlivých monitorovacích miestach z dňa 1.12.2013.

Označenie vzorky	EC [mS/m]	CHSK Cr [mg/l]	Cl ⁻ [mg/l]	B [mg/l]	Ba [mg/l]	Cr [µg/l]	Zn [µg/l]	(NH ₄) ⁺ [mg/l]	TOC [mg/l]	F ⁻ [mg/l]	Cu [µg/l]	(SO ₄) ²⁻ [mg/l]
S-6 (drenáž)	392	200	483,0	1,89	0,35	17	46	18,10	87,0	0,20	61	69,2
S-5 (100 m od výtoku)	234	41	297,0	1,80	0,15	9	15	1,53	48,7	0,10	27	60,6
S-4 (včelín)	223	43	290,0	1,40	0,16	9	11	0,18	45,7	0,10	22	59,4
S-3 (prvý dom)	144	47	141,0	0,35	0,08	5	6	0,27	23,1	0,26	12	46,7
S-2 (mostík)	120	24	71,4	0,06	0,06	2	4	0,38	11,0	0,25	5	35,0
S-1 (obec)	102	36	103,0	0,19	0,07	3	6	0,25	15,8	0,24	10	39,9
limit - Príloha č. 1 k NV č.269/2010 Z.z.	110	35	200	x (0,5)	x (0,1)	9	22,8*	1	11	1,5	5,5*	250

Poznámky: * - limit bol odvodený z požadových hodnôt na lokalite a príslušného limitu. Limity „x“ boli vyhodnotené pri bore z limitov pre povrchovú vodu určenú na závlahy podľa Prílohy č. 2 k nariadeniu vlády č. 269/2010 Z. z., časť B a pri báriu z časti A.

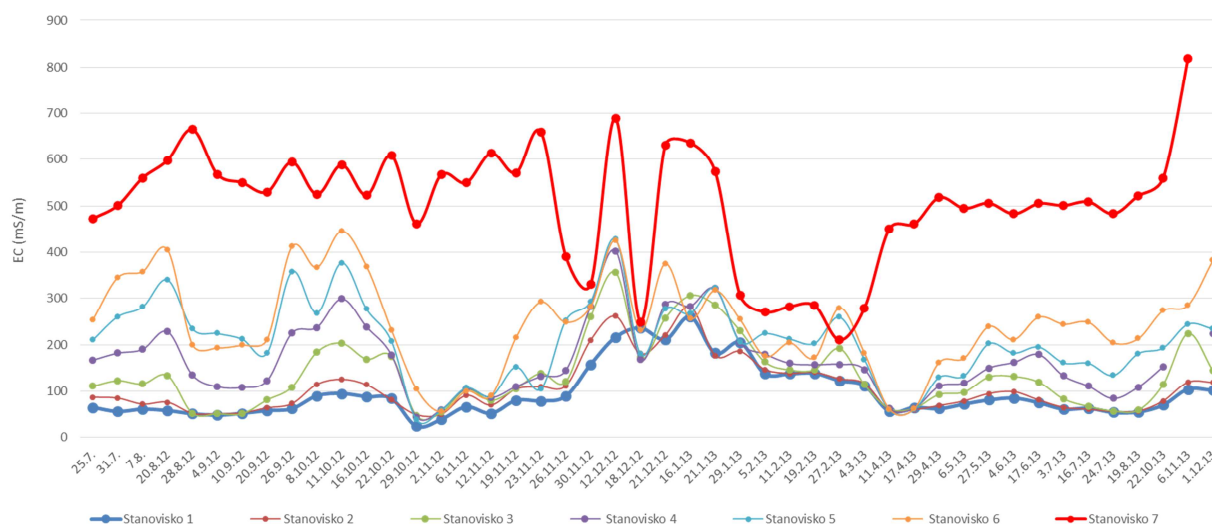
Na základe pomerov chloridov a kovov alebo amónnych iónov sa dá poukázať na charakter tlmiacich pomerov v toku. Zatiaľ pri inertných chloridových iónoch dochádza iba k nariadeniu s čistejšou vodou, pri kovoch a amónnych iónoch dochádza v dôsledku ich sorpcie a chemických procesov k výraznejšiemu znižovaniu koncentrácií. Na Obr. 5 je znázornený pomer zmien hodnôt vo vybraných ukazovateľoch medzi odberným miestom „drenáž“ (S-6) a „mostík“ (S-2) a ich porovnanie so zmenou chloridových iónov. Vidieť, že k najväčším zmenám dochádza pri amónnych iónoch a bore, naopak pri

báriu sa hodnoty podstatne nemenia ani po nariadení, čo poukazuje na to, že koncentrácie už dosiahli požadované hodnoty.



Obr. 5 Porovnanie zmien koncentrácií jednotlivých ukazovateľov medzi odbernými miestami S-6 a S-2 s chloridovými iónmi.

V čase odberov vzoriek bola situácia na sledovanom toku taká, že prietok od skládky (S-6) po obec (S-1) narástol z cca $0,01 \text{ l.s}^{-1}$ na $0,35 \text{ l.s}^{-1}$. Pri uvažovaní o procesoch v danom systéme je potrebné okrem koncentrácií látok zahrnúť do interpretácií aj množstvá vody, pri ktorých k jednotlivým zmenám počas transportu látok dochádza. Na charakteristiku tlmiacej kapacity systému je potrebné disponovať dlhšou časovou radou údajov, v rámci ktorej sa dá poukázať na extrémne situácie podmienené napr. náhlou zmenou klimatických podmienok. Pre tieto účely (režimové pozorovania) sa dobre osvedčili merania mernej elektrickej vodivosti vody in-situ, fyzikálno-chemických parametrov in-situ. Nepriamo poukazujú na mieru rozpustených látok vo vode. Nakoľko vodivosť a chloridové ióny (makrokontaminant) pochádzajúce z priesakov zo skládky sú v dobrej vzájomnej korelácii, možno prostredníctvom vodivosti vyhodnocovať mieru znečistenia na sledovaných miestach. Z porovnania vývoja situácie na sledovaných miestach v jednotlivých meraných dňoch od r. 2012 vidieť, že systém má vo všeobecnosti potenciál tmiť znečistenie pochádzajúce zo skládky (Obr. 6). Transportná cesta od skládky po obec Sverepec umožňuje v dôsledku samočistiacich procesov postačujúce nariadenie látok tak, aby vyhovovali požiadavkám pre kvalitu povrchovej vody. Najväčšie ohrozenie môže nastať v čase, keď sa na lokalite nachádza veľa vody po zrážkach alebo topení snehu. Vtedy dochádza k výraznému nariadeniu znečistenia zo skládky s vodou z povrchového odtoku a k rýchlemu transportu pozdĺž povrchového toku. Počas tejto situácie sú samočistiace procesy časovo limitované a tiež môže dochádzať k odnosu sedimentov z koryta potoka.



Obr.6 Namerané hodnoty vodivosti na sledovaných miestach v toku v období od r. 2012 do r. 2013

Vyhodnotenie výsledkov izotopov kyslíka a vodíka malo po jednom odbere slabú výpovednú hodnotu a bude ho potrebné doplniť viacerými opakovanými odbermi z terénu.

Celkové vyhodnotenie a návrh ďalších postupov

Výsledky z prevádzkového monitorovacieho systému skládky sú nereprezentatívne (ich používanie sa mína účelom, pre ktorý boli vybudované), lebo neumožňujú reprezentatívne vyhodnotiť situáciu na lokalite. Z výsledkov monitoringu prostredníctvom siete vrtov sa javí, že vplyv skládky na kvalitu podzemnej je zanedbateľný. Polohy jednotlivých monitorovacích vrtov sú zdanlivo zmysluplné, ale v podmienkach na lokalite nereprezentatívne. Mechanizmus šírenia kontaminovaných priesakov je kontrolovaný najmä morfológiou okolia skládky a režimom povrchového toku v doline pod skládkou. **Hlavnou transportnou cestou šírenia znečistenia je potok pod skládkou, ktorý prirodzene drúnuje vody z jeho povodia, a teda i skládky.**

Kontaminanty migrujú v povrchovom toku smerom k obci, pričom pozdĺž transportnej cesty dochádza k výrazným samočistiacim procesom. Z doterajších údajov sa javí, že povrchový tok má dostatočnú kapacitu tlmiť znečistenie pochádzajúce zo skládky. Pred vstupom do obce obyčajne dosahuje už požadované hodnoty pre kvalitu takejto vody. Potenciál pre ohrozenie kvality vody vzniká najmä v čase extrémnych klimatických udalostí. Pri ďalších monitorovacích činnostiach bude vhodné zaradiť do monitoringu aj sledovanie kvality vody v potoku a jej prietok, najlepšie na viacerých miestach v rôznej vzdialenosti od skládky. Z výsledkov sa potom bude dať vyhodnotiť dosah a miera vplyvu skládky na okolie pri rôznych klimatických scenároch a tak charakterizovať reálne riziko ohrozenia kvality vody v potoku. Až na základe takýchto poznatkov bude možné navrhnúť a prijať optimálne opatrenia.

Ukázalo sa, že na lokalite sa dobre uplatnili poznatky získané z monitorovania environmentálnych záťaží tohto typu (konceptný model „A“). Vhodnou aplikáciou poznatkov a skúseností na situáciu na lokalite sa dala vyhodnotiť reálna situácia a navrhnúť možnosti jej riešenia v budúcnosti.

Model typu B

– hĺbka nepriepustného podložia sa nachádza do cca 20 m pod zdrojom znečistenia, šírenie znečistenia prebieha v prvom zvodnenci s voľnou hladinou podzemnej vody, smer prúdenia podzemnej vody býva často ovplyvňovaný väčším povrchovým tokom.

V r. 2013 tento model zastupuje lokalita: Krompachy-Halňa

2.1 Lokalita Krompachy – Halňa

Stručná charakteristika lokality

Skládka Halňa sa nachádza na pravom brehu rieky Hornád v intraviláne mesta Krompachy. 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. Lokalita patrila medzi najväčšie environmentálne záťažé na východnom Slovensku. V súčasnosti je väčšia časť zdroja znečistenia už rekultivovaná.

Lokalita svojim charakterom patrí k „B“ typu EZ – znečistenie sa môže šíriť vo forme kontaminačného mraku do zvodneného horninového prostredia obmedzene, pričom je limitované prítomnosťou menej priepustného podložia. Podzemná voda je obvyčajne v kontakte s odpadom a hydraulicky spojená s povrchovým tokom.

Činnosť v r. 2013

Lokalita bola dlhodobejšie zaradená medzi lokality Pod systému 03 v rámci ČMS. Preto napriek tomu, že na lokalite prebehla v r. 2012 jej rekultivácia, bol zámer činnosti v r. 2013 overiť funkčnosť novo-vybudovaného – posanačného monitorovacieho systému na lokalite. Pre tieto účely bola vyhodnotená informatívna správa z úvodného monitoringu kvality vôd na skládke odpadu Halňa. Správu vyhotovili v auguste 2013 Ing. M. Beharka a Ing. Ľ. Stašík z firmy Slovzeolit spol. s r.o., číslo geologickej úlohy: 15/2013-M.

Vyhodnotenie výsledkov z posanačného monitorovania z roku 2013

Zámer správy je vyjadrený v kapitole 3 nasledovne:

- Identifikácia vplyvu skládky odpadu Halňa na životné prostredie monitorovaním kvality podzemných vôd v zmysle zákona NR SR č. 223/2001 Z.z. o odpadoch a vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z.z. o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení neskorších predpisov.
- Určenie rozsahu a miery kontaminácie podzemných vôd v zmysle pokynu Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku SR a ministerstva životného prostredia SR z 15.12.1997 č.1617/97-min. na postup pri vyhodnocovaní záväzkov podniku z hľadiska ochrany životného prostredia v privatizačnom projekte predkladanom podnikom v rámci privatizácie, podľa § 6a zákona č. 92/1991 Zb. o podmienkach prevodu majetku štátu na iné osoby, v znení neskorších predpisov.
- Určenie vplyvu skládky na kvalitu povrchovej vody v rieke Hornád, v zmysle Prílohy č.1 (Požiadavky na kvalitu povrchovej vody) k nariadeniu vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.
- Stanovenie trendu negatívnych vplyvov skládky komunálneho odpadu na prírodné prostredie.

Podzemné vody sú v súčasnosti monitorované 4. monitorovacími vrtmi, z toho jedným referenčným a tromi indikačnými. Hĺbka vrtov je v rozsahu 8 až 10 m. Rieka Hornád je sledovaná na dvoch miestach – nad skládkou a pod skládkou. Vzorky z jednotlivých miest sú odoberané 2x ročne. Rozsah analýz je pomerne široký.

V správe sa nevyskytuje situačná mapka, z ktorej by bolo vidieť umiestnenie vrtov v teréne. Tiež chýbajú informácie o litológii vrtov a ich zabudovaní. Bez týchto informácií sa vhodnosť monitorovacej siete iba ťažko vyhodnocuje. Avšak z textu a analýz nepriamo vyplýva, že jeho účelnosť je prinajmenšom spochybniteľná. Vrt MH-1 má mať charakter referenčného (neovplyvneného) vrtu a pritom z výsledkov analýz vidieť, že ide o celkovo najznečistenejší monitorovací objekt, a má teda skôr charakter indikačného monitorovacieho miesta. Súčasná situácia by sa dala interpretovať potom tak, že skládka kvalitu vody vlastne vylepšuje.

Z doterajších monitorovacích prác na lokalite (od r. 1993) by sa dal zväžiť vhodnejší výber relevantných ukazovateľov pre systematický monitoring (napr. niektoré organické ukazovatele nedosahujú medzi stanoviteľnosti viac rokov po sebe). Avšak nakoľko ide o prvé porekultivačné vzorkovanie, je daný rozsah akceptovateľný.

Ďalej, čo sa týka vyhodnocovania výsledkov, nie je pravda, že na území SR nie je v súčasnosti žiadny záväzný predpis na posudzovanie znečistenia podzemnej vody. Pokyn 1617/97—min. je v súčasnosti prekonaný Metodickým pokynom č. 1/2012-7 z 27. januára 2012 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia, ktorý ustanovuje všeobecné princípy analýzy rizika znečisteného územia a ďalej základný obsah a formu analýzy rizika znečisteného územia tak, aby bol zabezpečený jednotný charakter ich spracovania v zmysle zákona č.409/2011.

Uvádzané poznámky majú odporúčací charakter, na posúdenie reprezentatívnosti, resp. funkčnosti aktuálneho monitorovacieho systému by bolo potrebné disponovať aj minimálne vyššie spomínanými chýbajúcimi informáciami. Zistené nezrovnalosti poukazujú na potrebu prehodnotenia novo nastaveného monitoringu tak, aby výdavky na jeho prevádzku boli optimálne a umožňovali interpretovať reálny vplyv rekultivovanej lokality na hydrosféru.

Autori v závere čiastkovej (úvodnej) správy uvádzajú, že po vypracovaní komplexnej záverečnej správy, zhodnotia monitoring počas celého kalendárneho roka 2013 a porovnajú výsledky aj s predrekultivačným monitoringom. Táto správa však nebola do spracovania záverečnej správy pre Podsystem 03 poskytnutá, aj keď na to bolo viac krát poukazované.

Model typu C

– hĺbka nepriepustného podložia nie je prakticky ohraničená, nachádza sa v hĺbke viac ako 20 m pod zdrojom znečistenia, šírenie znečistenia prebieha vo forme kontaminačného mraku, v rámci regionálneho zvodnenca s voľnou hladinou podzemnej vody.

V r. 2013 tento model zastupujú lokality: Dunajská Streda a Sládkovičovo.

2.3 Lokalita Dunajská Streda

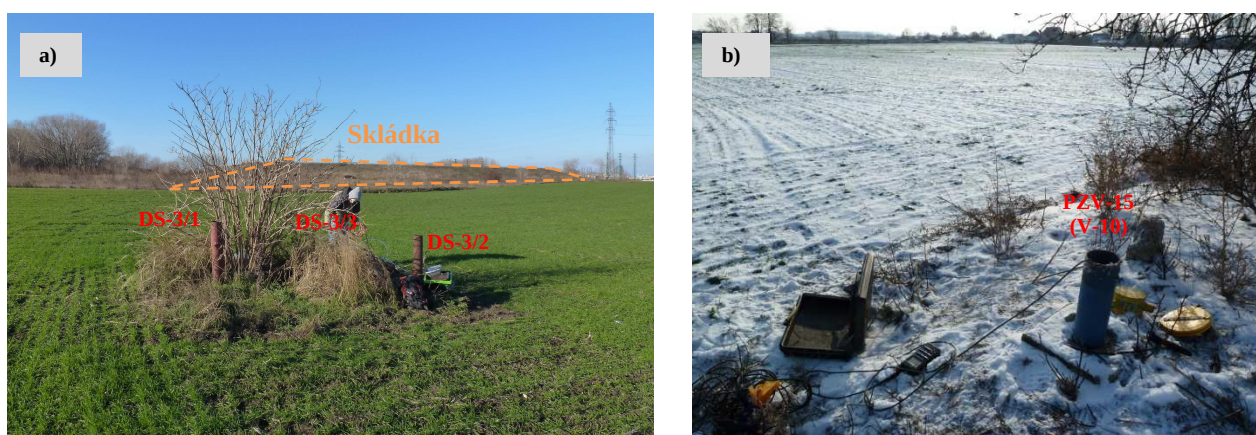
Stručná charakteristika lokality

Lokalita predstavuje bývalú skládku tuhého komunálneho odpadu, ktorá bola založená v terénnej depresii po ťažbe štrku. Nachádza sa v katastrálnom území obce Mliečany, cca 1000 m južne od mesta Dunajská Streda. Skládka bola prevádzkovaná do roku 1995. Viacerými prieskumnými prácami bolo overené

šírenie kontaminačného mraku zo skládky do zvodnenca (napr. in Vybíral et al., 2005). V r. 2006 bola dokončená rekultivácia skládky, ktorá spočívala v splanírovaní povrchu skládky a jeho zakrytí. Monitoring sa po rekultivovaní skládky na lokalite už nerealizoval, a teda vplyv na zamedzenie šírenia kontaminantov do horninového prostredia nebol vyhodnotený. Pritom existuje reálny predpoklad šírenia sa znečistenia do prostredia aj v súčasnosti, keďže dno skládky je v dosahu hladiny podzemnej vody a z teórie je známe, že niektoré látky (napr. kovy) sa môžu do prostredia uvoľňovať až časom.

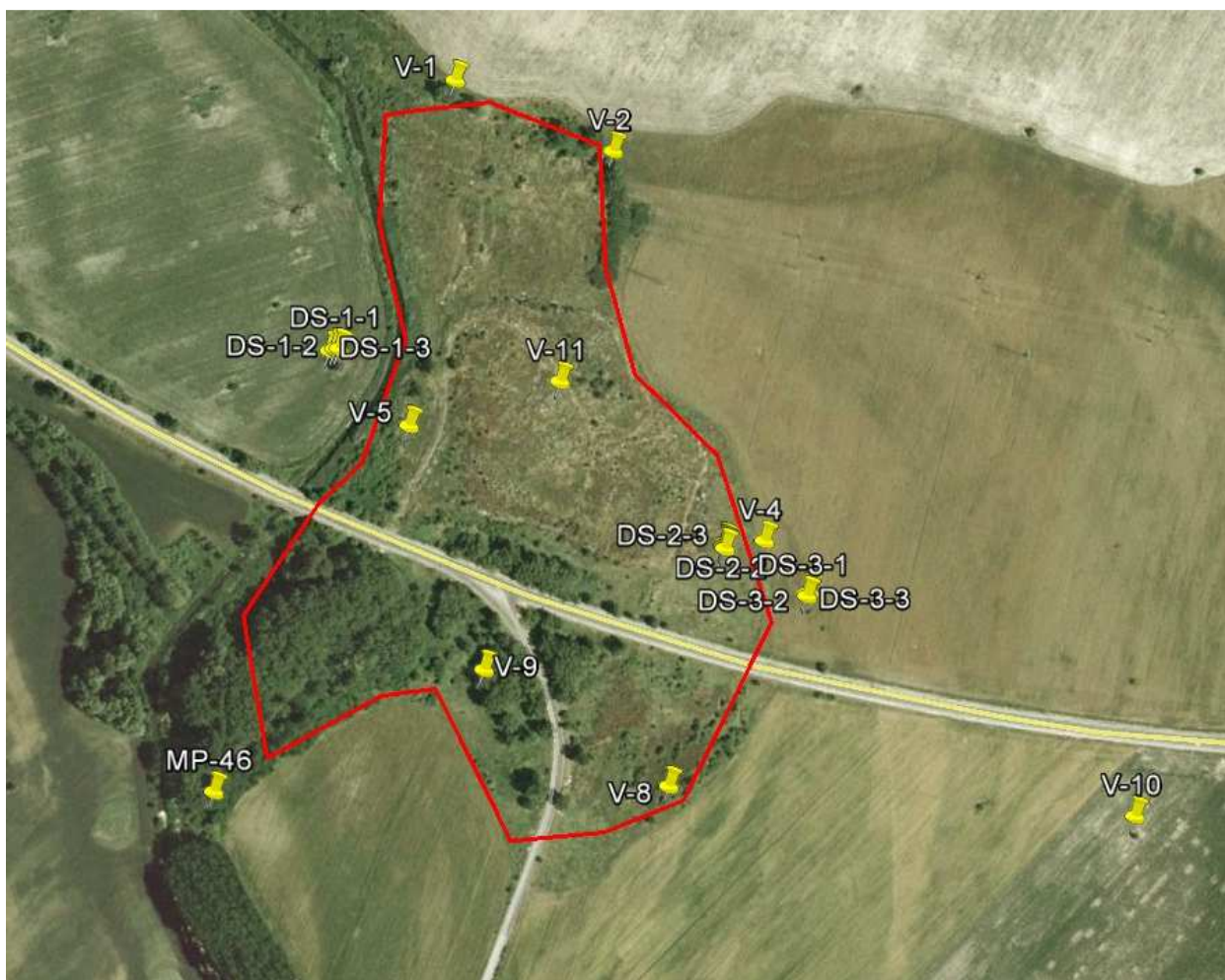
Činnosť v r. 2013

Metodika vzorkovania i terénnych prác nadväzovala na doterajšie práce na lokalite. Účelom prác bolo overiť aktuálnu situáciu a vyhodnotiť prípadné zmeny a ich dynamiku oproti predchádzajúcemu obdobiu. Odber vzoriek vody bol zabezpečený z vrtov série DS-2/1,2,3 a série DS-3/1,2,3 (Obr. 7 a) a vrtu s označením PZV-15 (V-10) (Obr. 7b). Vrtý sa nachádzajú v osi generálneho smeru prúdenia podzemnej vody na lokalite, s postupne narastajúcou vzdialenosťou od telesa skládky. Referenčné vrtý neboli vzorkované, nakoľko sa hodnoty sledovaných ukazovateľov vo vode z týchto vrtov podstatne nemenia. Situácia monitorovacích miest je na Obr. 8.



Obr. 7: a) viacúrovňové vrtý série DS-2/1,2,3; b) vrt PZV-15 (V-10).

Vzorky boli odobrané dňa 3.11.2013 začerpaním pomocou odstredivého čerpadla typu Gigant + Booster od firmy Ekotechnika. Pred samotným odberom bola vo vrtoch zisťovaná úroveň hladiny podzemnej vody a tiež prejavy fyzikálno-chemickej zonálnosti pomocou meraní mernej elektrickej vodivosti vody a teploty vody (Príloha č. 3.1). Rozsah analýzy vychádzal z prehodnotenia predchádzajúcich stanovení a poznatkov o prítomnosti látok z daného typu zdroja znečistenia, pričom pozostával z nasledovných ukazovateľov: CHSK_{Cr} , TOC, $(\text{NH}_4)^+$, $(\text{NO}_3)^-$, $(\text{SO}_4)^{2-}$, Cl^- , Fe, B, Zn, Ni, F⁻. Výsledky analýz sú súčasťou Prílohy č. 1.1.



Obr. 8 Situácia monitorovacích miest na lokalite Dunajská Streda.

Zhodnotenie výsledkov z monitorovania za rok 2013

Vyhodnotenie chemicko-fyzikálnych analýz odobratých vzoriek podľa viacerých porovnávacích kritérií umožnilo vyčleniť anomálne hodnoty sledovaných ukazovateľov v prostredí (Tab. 4). Hlavnými kontaminantmi poukazujúcimi na znečistenie zo skládky sa javia amónne ióny, čiastočne tiež sírany a chloridy. **Amónne ióny prekračovali intervenčné kritériá pre tieto látky podľa Metodického pokynu MŽP SR č. 1/2012-7 6-násobne.** Mierne zvýšené hodnoty bóru a fluoridov oproti požadovým hodnotám typickým pre sledovaný zvodnenec poukazujú na ich pôvod zo skládky. Pre sledovanie šírenia znečistenia sa dobre uplatnili aj indikačné ukazovatele: CHSK_{Cr} a TOC, čiastočne tiež vodivosť. Vplyv skládky na podzemnú vodu je zreteľný, avšak oproti predrekultivačnému obdobiu (r. 2006) hodnoty kontaminantov vo všeobecnosti výrazne poklesli, čo sa prejavilo podobne ako v r. 2012 (Mikita, 2013).

Tab.4: Zhodnotenie výsledkov fyzikálno-chemických analýz podľa viacerých kritérií.

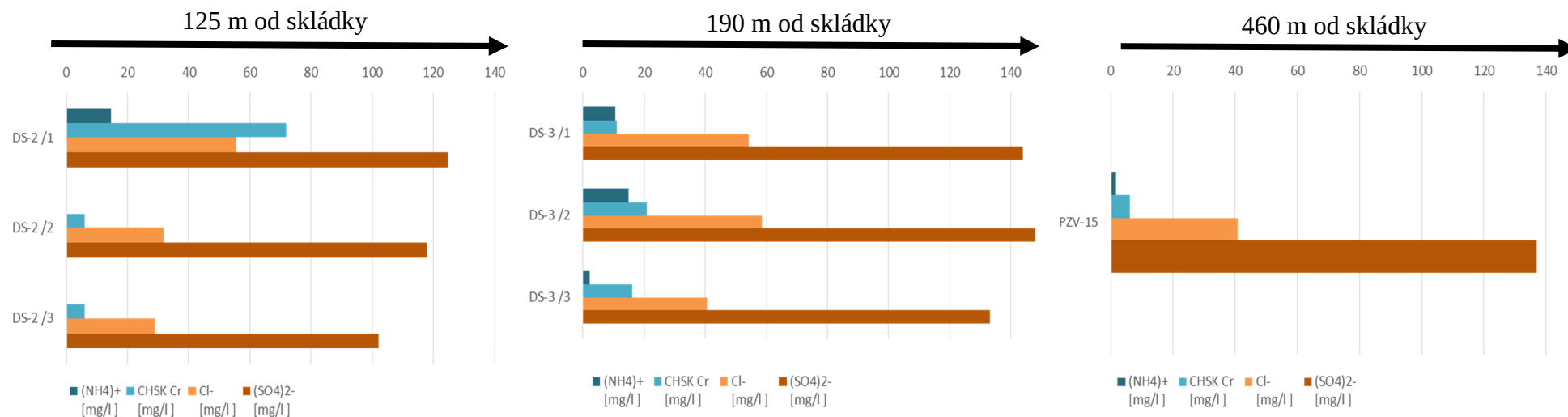
Označenie vzorky	Cl ⁻ [mg/l]	(NH ₄) ⁺ [mg/l]	(NO ₃) ⁻ [mg/l]	(SO ₄) ²⁻ [mg/l]	Fe [mg/l]	B [mg/l]	Ni [ug/l]	Zn [ug/l]	F ⁻ [mg/l]	CHSK _{Cr} [mg/l]	TOC [mg/l]	EC [mS/m]
DS-2 /1	55.6	14.70	1	125	0.49	0.16	2.0	5.0	0.10	72.0	4.4	106.6
DS-2 /2	31.80	0.26	7.5	118	0.46	0.02	3.0	3.0	0.10	6.0	1.0	76.7
DS-2 /3	28.90	0.05	25.7	102	0.03	0.02	2.0	2.0	0.10	6.0	0.3	72.0
DS-3 /1	54.20	10.60	1.6	144	0.03	0.02	9.0	2.0	0.10	11.0	3.2	102.4
DS-3 /2	58.50	14.90	1	148	0.02	0.05	10.0	3.0	0.21	21.0	3.8	102.7
DS-3 /3	40.60	2.26	1.56	133	0.08	0.02	2.0	2.0	0.10	16.0	1.8	94.9

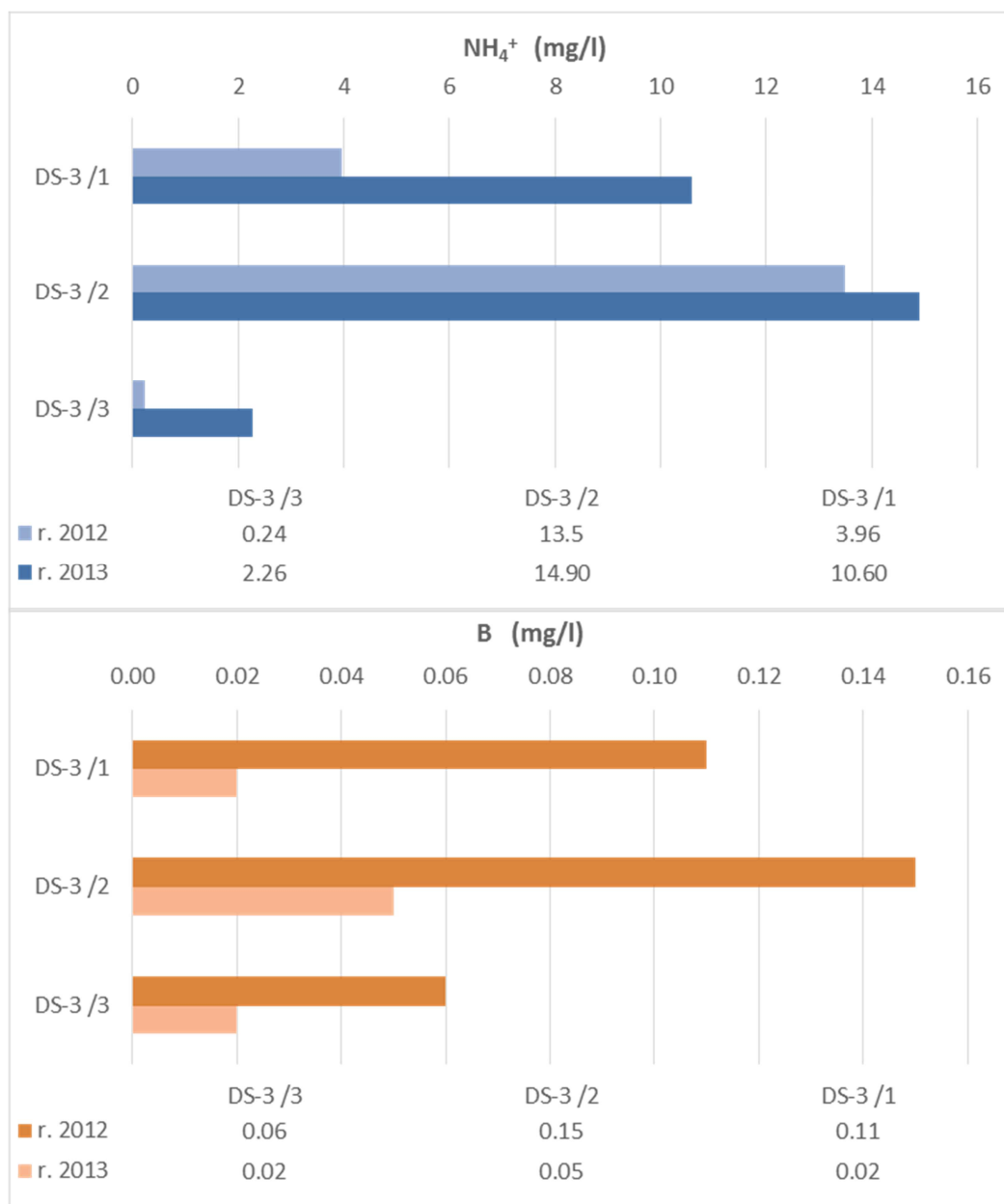
PZV-15	40.80	1.66	<u>23.2</u>	137	0.02	0.02	2.0	2.0	0.10	6.0	1.0	86.0
indikačné kritériá	100	1.2				0.5	100	1500			2	
intervenčné kritériá	150	2.4				5	200	5000			5	
požadové hodnoty	<u>45</u>	<u>0.1</u>	<u>20</u>	<u>140</u>	<u>0.4</u>	<u>0.05</u>	<u><10</u>	<u>< 50</u>	<u>0.1</u>	<u>25</u>		<u>90</u>

Zo sledovania distribúcie jednotlivých kontaminantov v smere prúdenia podzemnej vody s narastajúcou vzdialenosťou od skládky vidieť ich zaklesávanie do hlbších horizontov zvodnenca (Obr. 9). Prejavuje sa to aj na zvýšení chemickej spotreby kyslíka dichrómanom draselným vo vzdialenejších vrtoch série DS-3. Opisovaná situácia je zhodná s koncepciou vertikálneho šírenia sa znečistenia na príklade bóru (Mikita, 2013). Hodnoty sledovaných ukazovateľov vo vrte PZV-15 (V-10) sú už blízke ich pozadiu. Koncentrácie síranov môžu mať okrem pôvodu zo skládky aj iný zdroj, ktorý spôsobuje navýšenie ich obsahov vo zvodnenci. Podobne je tomu aj pri dusičnanoch, ktorých prítomnosť sa často spája so zvýšenou poľnohospodárskou aktivitou v území.

Oproti roku 2012 sa mierne zvýšili koncentrácie makrokontaminantov - amónnych iónov, chloridov, síranov (tiež Cl^- , $(\text{SO}_4)^{2-}$) v celej monitorovanej zóne zvodnenca v rámci série vrtov DS-3 a naopak, znížili sa koncentrácie mikrokontaminantov – B, Zn, Ni (Obr. 11).

Obr.9 Distribúcia sledovaných ukazovateľov s hĺbkou v smere prúdenia podzemnej vody





Obr. 11 Porovnanie zmien koncentrácie makrokontaminantov (napr. NH_4^+) a mikrokontaminantov (napr. B) za r. 2012 a 2013.

Celkové vyhodnotenie a návrh ďalších postupov

Aj keď koncentrácie kontaminantov majú celkovo nižšie hodnoty oproti obdobiu pred r. 2006, vplyv skládky na kvalitu podzemnej vody je zjavný. **Najväčší vplyv na kvalitu vody majú obsahy amónnych iónov, ktoré až 6-násobne prekračovali intervenčné kritériá pre podzemné vody podľa Metodického pokynu MŽP SR č. 1/2012-7.** Z indikačných ukazovateľov so znečistením dobre korelujú namerané hodnoty TOC, CHSK_{Cr} a EC (vodivosť).

Rozloženie sledovaných ukazovateľov poukazuje na šírenie sa znečistenia v smere prúdenia podzemnej vody, pričom zároveň dochádza aj k jeho poklesávaniu do hlbších úrovní zvodnenca.

Zaujímavé sú rozdielne prejavy medzi makrokontaminantmi (NH_4^+ , SO_4^{2-} , Cl^-) a mikrokontaminantmi na lokalite (B, Ni, Zn) pri ich porovnaní s rokom 2012. Na interpretáciu týchto prejavov je potrebná dlhšia časová rada pozorovaní, nakoľko v prostredí dochádza ku komplexným a dynamickým procesom v systéme kontaminant – voda – horninové prostredie. Avšak na základe doterajších poznatkov možno usudzovať, že čo sa týka kontaminačných prejavov, **situácia na lokalite ešte nie je stabilizovaná a je potrebné ju sledovať aj naďalej.**

Vyhodnocovanie šírenia znečistenia v rozsiahlejšom zvodnenci je pomerne komplikované a podmienené mnohými interakciami jednotlivých kontaminantov so zvodneným horninovým prostredím. Pre získanie komplexnejšieho obrazu o situácii na lokalite **je potrebné disponovať väčším množstvom priestorovo-časových údajov týkajúcich sa prejavov kontaminácie vo zvodnenci.**

Vyhodnotenie reálnej situácie na lokalite je limitované ďalej najmä hĺbkovým rozsahom monitorovacích objektov. Najhlbšie vrty majú dosah 16 m pod terén, nebola nimi dosiahnutá spodná hranica zvodnenca. V daných hydrogeologických pomeroch sa existujúce vrty javia pre sledovanie šírenia kontaminačného mraku ako príliš plytké a priestorovo neumožňujú ohraničiť rozsah znečistenia. Zároveň treba poznamenať, že aplikácia viacúrovňových vrtov sa v daných hydrogeologických pomeroch ukazuje ako správna voľba sledovania kontaminačných prejavov. Potvrdzujú sa tak doterajšie poznatky o šírení sa znečistenia v relatívne homogénnom zvodnenci s neohrančeným nepriepustným podložíom (Vybíral et al., 2005). Výnimočnosť existencie viacúrovňového monitorovacieho systému v okolí pochovanej starej skládky prináša hodnotné poznatky o potrebe prístupu k lokalitám podobného typu.

2.4. Lokalita Sládkovičovo

Stručná charakteristika lokality

Ide o starú neprevádzkovanú skládku komunálneho odpadu. Odpad sa spontánne sypal do vybagrovaného starého ramena. Skládku má lineárny priebeh, zhodný s vývojom ramennej sústavy (Obr. 12). Podložie skládky je bez izolácie, predstavuje priepustné štrkovo-piesčité prostredie s pomerne veľkou hrúbkou (nad 30 m). Hladina podzemnej vody je v priamom kontakte s odpadom, navyše cez materiál skládky môže prechádzať aj zrážková voda. Z interakcie vody s odpadom sa vytvárajú kontaminované priesaky, ktoré sú obyčajne hustejšie ako voda, čím zostupujú v rámci zvodnenca smerom k jeho hlbším úrovniam. Klasický profil v rozsiahlom a priepustnom kontaminovanom zvodnenom horninovom prostredí sa pri predmetnom type znečistenia prejavuje jeho vertikálnou chemickou zonálnosťou. Opisovaný jav je na lokalite možné sledovať vďaka pomerne zachovalým trojúrovňovým vrtom s filtrami umiestnenými v rozsahu: 0-10 m, 10-20 m a 20-30 m (Obr. 13).



Obr. 12 Líniový tvar skládky kopíruje priebeh starého ramena



Obr. 13 Viacúrovňový vrt S-2/1,2,3

Činnosť v r. 2013

Na lokalite boli dňa 2.12.2013 realizované monitorovacie práce v rozsahu nadväzujúcom na predchádzajúce obdobie. Jednotlivé práce pozostávali z odberov vzoriek vody a režimových meraní hladiny podzemnej vody. Na základe nepriamych meraní mernej elektrickej vodivosti vody a teploty vody priamo v teréne sa tiež overovala vertikálna chemická zonálnosť priestorového rozloženia znečistenia (Príloha č. 3.2). Vzorky boli odobrané začerpaním vody zo série piezometrických vrtov S-1/1,2,3 a S-2/1,2,3. Rozsah stanovených ukazovateľov bol nasledovný: CHSK_{Cr} , TOC, $(\text{NH}_4)^+$, $(\text{NO}_3)^-$, $(\text{SO}_4)^{2-}$, Cl^- , Fe, B, Zn, Ni, F; vychádzal z doterajších poznatkov o situácii na lokalite a tiež z charakteru zdroja kontaminácie. V prílohovej časti správy sa nachádzajú výsledky chemických rozborov stanovených v Geoanalytických laboratóriách v Spišskej Novej Vsi (Príloha č. 1.1).

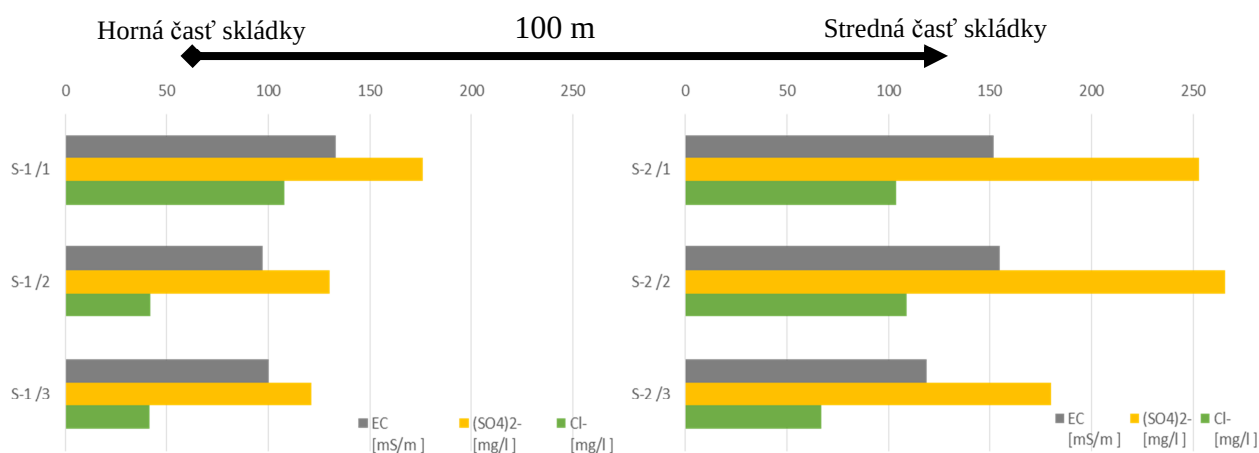
Zhodnotenie výsledkov z monitorovania za rok 2013

Vyhodnotenie fyzikálno-chemických analýz odobratých vzoriek podľa viacerých porovnávacích kritérií umožnilo vyčleniť kontaminanty v prostredí (Tab. 5). Na znečistenie zo skládky poukazujú najmä amónne ióny, čiastočne tiež sírany a chloridy. **Amónne ióny prekračovali intervenčné kritériá pre tieto látky podľa Metodického pokynu MŽP SR č. 1/2012-7 až 3,5 krát.** Oproti požadovým hodnotám typickým pre sledovaný zvodnenec sú mierne zvýšené aj hodnoty fluoridov. Vplyv skládky na podzemnú vodu je z výsledkov analýz zjavný.

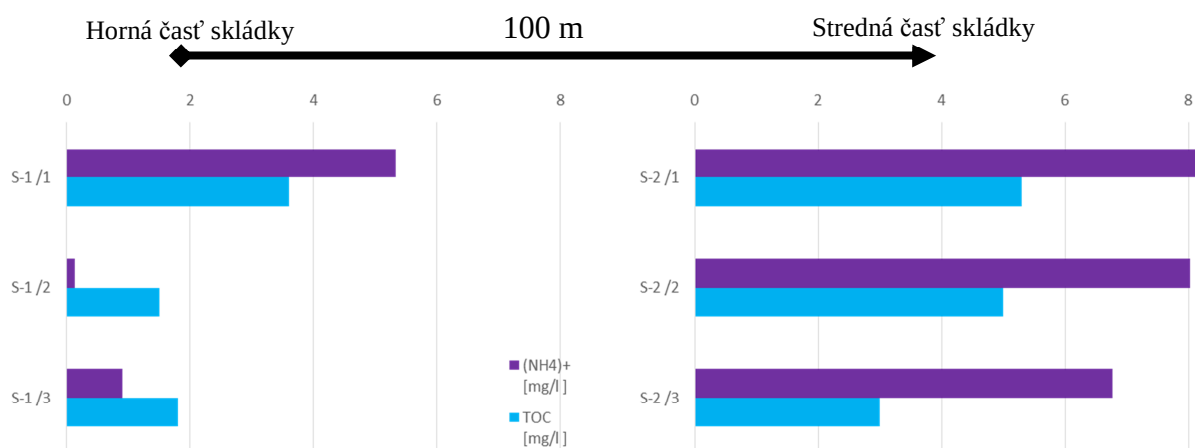
Tab.5 Zhodnotenie výsledkov fyzikálno-chemických analýz podľa viacerých kritérií.

Označenie vzorky	Cl ⁻ [mg/l]	(NH ₄) ⁺ [mg/l]	(NO ₃) ⁻ [mg/l]	(SO ₄) ²⁻ [mg/l]	Fe [mg/l]	B [mg/l]	Ni [ug/l]	Zn [ug/l]	F ⁻ [mg/l]	CHSK _{Cr} [mg/l]	TOC [mg/l]	EC [mS/m]
S-1 /1	108.0	5.34	1.00	176	0.92	0.02	<2.00	<2.00	0.34	7	3.6	133.4
S-1 /2	41.7	0.13	2.95	130	0.03	0.02	<2.00	<2.00	0.10	6	1.5	97.0
S-1 /3	41.4	0.90	7.46	121	0.08	0.02	<2.00	<2.00	0.10	6	1.8	100.0
S-2 /1	104.0	8.45	1.00	253	0.32	0.02	<2.00	<2.00	0.33	6	5.3	152.0
S-2 /2	109.0	8.03	1.00	266	2.26	0.02	<2.00	<2.00	0.29	13	5.0	155.0
S-2 /3	66.9	6.77	1.25	180	1.12	0.02	<2.00	<2.00	0.10	6	3.0	119.0
indikačné kritériá	100	1.2				0.5	100	1500			2	
intervenčné kritériá	150	2.4				5	200	5000			5	
požadované hodnoty	50	0.15	10	140	0.5	0.05	<2	<10	0.10	10		100

Z usporiadania získaných výsledkov do priestorového vyjadrenia vidieť, že v smere prúdenia podzemnej vody dochádza k celkovému nárastu znečistenia, pričom sú zároveň kontaminované už aj nižšie úrovne zvodnenca – DS-2/2,3 (Obr. 14, Obr. 15). Indikačné ukazovatele TOC (celkový organický uhlík) a EC (vodivosť) dobre korelujú so sledovanými kontaminantmi a umožňujú tak sledovať vývoj šírenia znečistenia aj nepriamo.



Obr. 14 Distribúcia vybraných ukazovateľov s hĺbkou v smere prúdenia podzemnej vody.



Obr. 15 Distribúcia vybraných ukazovateľov s hĺbkou v smere prúdenia podzemnej vody.

Oproti r. 2012 hodnoty sledovaných ukazovateľov celkovo mierne poklesli. Výraznejšie sa znížili koncentrácie bóru (6 x nižšie hodnoty), zinku (4 x nižšie hodnoty) a dusičnanov (15 x nižšie hodnoty). Rozdiel je iba pri amónnych iónoch, ktorých koncentrácia vzrástla v S2/1,2,3 priemerne 16-krát pričom zvýšené hodnoty sa prejavili aj v najspodnejšom monitorovanom horizonte (S-2/3). Z doterajšieho množstva informácií nie je zatiaľ zjavný režim zmien jednotlivých ukazovateľov.

Celkové vyhodnotenie a návrh ďalších postupov

Najväčší vplyv na kvalitu vody majú obsahy amónnych iónov, ktoré až 3,5-násobne prekračovali intervenčné kritériá pre podzemné vody podľa Metodického pokynu MŽP SR č. 1/2012-7. Z indikačných ukazovateľov so znečistením dobre korelujú namerané hodnoty TOC a EC (vodivosť).

Situácia v rozložení sledovaných ukazovateľov v rámci monitorovacích miest bola oproti predchádzajúcemu roku mierne odlišná. V záujme **lepšieho porozumenia zmenám, ku ktorým vo zvodnenci dochádza, je nevyhnutné získanie väčšieho množstva priestorovo-časových dát týkajúcich sa šírenia znečistenia.** Limitujúcimi faktormi pri interpretácii situácie na lokalite sú tiež relatívna blízkosť oboch monitorovacích vrtov pri skládke a ich hĺbkový dosah do 20 m, v rozsahu iba časti zvodnenca.

Existencia viacúrovňových vrtov na lokalite umožňuje v daných hydrogeologických pomeroch sledovať rozloženie sledovaných ukazovateľov v priestore a čase a tak charakterizovať reálny vývoj šírenia sa znečistenia.

ODKALISKÁ

2.5 Lokalita Zemianske Kostol'any

Stručná charakteristika lokality

Environmentálnu záťaž predstavuje oblasť v inundačnom území rieky Nitry, ktorá bola kontaminovaná elektrárenským popolom rozplaveným po pretrhnutí hrádze odkaliska v r. 1965. 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. Na lokalite je možné uplatniť nový prístup monitorovania situácie ohľadom vývoja pochovaného antropogénneho sedimentu a jeho potenciálneho ovplyvňovania životného prostredia. Monitoring lokality sa v rámci ČMS realizuje nepravidelne (cca raz za 5 rokov). V súčasnosti prebiehajú na lokalite viaceré aktivity – prieskumné a monitorovacie práce pre Elektrárňu Nováky (ENO), ktoré realizuje firma GEO Slovakia, s.r.o. - a výskumné práce v rámci vedeckých projektov na Katedre geochemie PriF UK. Bližšie informácie o lokalite sú napr. v Záverečnej správe za obdobie rokov 2002-2009 (Iglárová et al., 2011).

Činnosť v r. 2013

Za účelom vyhodnotenia aktuálnej situácie znečistenia vôd na lokalite boli dňa 11.12.2013 odobrané vzorky vôd zo 6 vybraných miest. Miesta boli volené tak, aby umožňovali v rámci možností posúdiť priestorové rozloženie sledovaných ukazovateľov v podzemnej vode a povrchovej vode na lokalite. Výber miest tiež vychádzal z doterajších poznatkov o lokalite. Vzorka ZK-1 bola odobratá z rieky Nitra, vzorka ZK-2 predstavuje odber z Lelovského potoka pri vyústení do rieky Nitry. Vzorka ZK-3 pochádza z vyústenia drenáže pod Pôvodným odkaliskom do Lelovského potoka. Vzorka podzemnej vody s označením ZK-4 bola odobratá zo starého hydrogeologického vrtu pri vyústení drenáže z Pôvodného odkaliska a vzorka podzemnej vody s označením ZK-6 pochádza taktiež z hydrogeologického vrtu pri brehu rieky Nitra. Vzorka CH-1 pochádza z rieky Nitra a odobratá bola v obci Chalmová (mimo mierku mapky). Situácia odberných miest je na (Obr. 16).



Obr. 16 Poloha odberných miest na lokalite Zemianske Kostoľany.

Vzorky vody boli analyzované v Geoanalytických laboratóriách v Spišskej Novej Vsi (Protokol o skúške je súčasťou Prílohy č. 1.3). Výber ukazovateľov zodpovedal predpokladaným látkam pochádzajúcim z materiálu odkaliska a tiež vybraným ukazovateľom charakterizujúcim oxidačno-redukčné pomery v odobraných vodách: Cr, Zn, As, Na, Pb, Hg, K, Ca, Fe, Mn, Al, $(\text{SO}_4)^{2-}$, NO_3^- , CHSK_{Cr} , TOC, pH a EC.

Súčasťou odberov boli tiež merania hladiny podzemnej vody, resp. prietokov na povrchových tokoch a merania fyzikálno-chemických parametrov vody (EC, T) - vid Príloha č. 2.2.

Zhodnotenie výsledkov z monitorovania za rok 2013

Výsledné hodnoty stanovených ukazovateľov sú prezentované vo forme v tabuľky 6. Nakoľko rieka Nitra predstavuje hlavný recipient pre potenciálne šíriace sa znečistenie, je v tabuľke vyhodnotené tiež prekročenie voči limitom pre kvalitu povrchovej vody podľa Nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z.z.

Tab. 6 Výsledky fyzikálno-chemického rozboru vzoriek vody z odberných miest.

Meraný parameter	Meracia jednotka	ZK-1	ZK-2	ZK-3	ZK-4	ZK-6	ZK-1
pH		7,75	8,05	8,11	7,85	7,22	7,63
EC	mS.m^{-1}	62,7	64,3	49,7	95,7	77,8	67,3
TOC	mg.l^{-1}	4,00	2,80	2,50	1,40	1,50	3,70
$(\text{SO}_4)^{2-}$	mg.l^{-1}	58,50	45,50	182,00	108,00	30,90	70,20
$(\text{NO}_3)^-$	mg.l^{-1}	13,80	6,79	1,76	<1,00	<1,00	13,60
CHSK_{Cr}	mg.l^{-1}	14,00	10,00	6,00	<6,00	<6,00	14,00
Zn	$\mu\text{g.l}^{-1}$	4,00	5,00	<2,00	<2,00	<2,00	4,00
As	$\mu\text{g.l}^{-1}$	4,00	5,00	290,00	2,00	<1,00	124,00
Na	mg.l^{-1}	27,10	5,53	11,00	15,30	19,40	26,80

Pb	$\mu\text{g.l}^{-1}$	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	5,00
Hg	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,40	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,90
K	mg.l^{-1}	5,05	2,09	8,99	11,90	3,62	5,06
Ca	mg.l^{-1}	68,90	77,00	114,00	32,10	24,50	70,50
Mn	mg.l^{-1}	0,034	0,025	0,244	0,137	0,271	0,030
Al	mg.l^{-1}	0,11	0,05	0,04	<0,02	<0,02	0,11
Fe	mg.l^{-1}	0,114	0,186	0,017	0,013	0,045	0,106

*Poznámka: **boldom** sú označené nadlimitné koncentrácie podľa limitov NV SR č. 269/2010 Z.z., Príloha 1*

Najväčšie prekročenie limitných koncentrácií bolo zistené pri arzéne, čo je v súlade doterajšími poznatkami na lokalite (Keegan et al., 2002; Čurlík, 2003; Jurkovič et al., 2008, 2011 a i.). Arzén takmer 9-násobne prekračoval limit $30 \mu\text{g.l}^{-1}$ vo vzorke z vyústenia drenáže pod Pôvodným odkaliskom do Lelovského potoka ZK-3 ($290 \mu\text{g.l}^{-1}$). Avšak prietok vody v drenáži bol takmer nulový, navyše ďalej sa voda celkom strácala (Obr. 17). Obmedzené množstvo kontaminovanej vody z drenáže spolu s tlmiačimi procesmi by vysvetľovali podlimitné koncentrácie arzénu vo vzorke z miesta z vyústenia Lelovského potoka do rieky Nitry (ZK-2). Z tlmiačich procesov by mohlo ísť predovšetkým o proces nariadenia sa vodou v Lelovskom potoku, ktorého prietok v čase odberu bol odhadovaný na cca 8 l.s^{-1} . V Lelovskom potoku boli tiež dokumentované procesy zachytávania sa kovov na oxyhydroxidoch Fe a Al – in **Jurkovič et al. (2011)**. Podlimitné hodnoty arzénu boli zistené aj v odbernom mieste na rieke Nitra pod železničným mostom (ZK-1). Táto situácia indikuje, že v rieke Nitra v úseku, kde sa dá predpokladať kontakt rieky s prípadnými drénovanými podzemnými vodami z priestoru kontaminovaného pochovanými popolčekmi, sa v čase odberov vzoriek neprejavilo ovplyvnenie jej kvality. Navyše, podzemné vody, reprezentované vzorkami z vrtov, mali výrazne podlimitné koncentrácie arzénu (ZN-4 = $2,00 \mu\text{g.l}^{-1}$ a ZN-6 = $<1,00 \mu\text{g.l}^{-1}$).



Obr. 17 Vyústenie drenáže pod Pôvodným odkaliskom – odberové miesto vzorky ZK-3.

Zvýšený obsah arzénu ($124 \mu\text{g.l}^{-1}$; 4 krát viac ako je limit pre As) sa však opäť detegoval vo vzorke z rieky Nitra pri obci Chalmová (CH-1), čo je až o 4 km nižšie po prúde rieky. Dokumentovaná hodnota je pravdepodobne ovplyvnená iným zdrojom kontaminácie, nachádzajúcim sa pravdepodobne pod

predmetnou lokalitou. Peťková (2014), ktorá sa študovanou lokalitou podrobnejšie zaoberala, uvádza, že znečistenie v lokalite Nitra - Chalmová má niekoľko zdrojov. Riečne sedimenty ako aj povrchový tok môžu byť ovplyvnené odkaliskami elektrárenských popolov z ENO v Zemianskych Kostol'anoch (Pôvodné a Dočasné odkalisko) a Definitívnym odkaliskom v Chalmovej, ale taktiež výrobou v Nováckych chemických závodoch a banskou činnosťou.

Okrem arzénu bola v dvoch vzorkách prekročená aj koncentrácia ortuti ($0,20 \mu\text{g.l}^{-1}$; podľa NV SR č. 269/2010). V oboch prípadoch ide o miesta na rieke Nitra: V-1 ($0,4 \mu\text{g.l}^{-1}$) a CHA-1 ($0,90 \mu\text{g.l}^{-1}$).

Miesto odberu vzorky vody CHA-1 je zároveň aj odberovým miestom riečnych sedimentov v rámci geologickej úlohy Čiastkový monitorovací systém, Geologické faktory, Podsystem 07: Monitorovanie riečnych sedimentov, ktorý vykonáva Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave. Priemerný obsah As v riečnom sedimente za obdobie 1996-2012 je $43,68 \pm 33,57 \text{ mg.kg}^{-1}$. Dané odberové miesto má taktiež aj vysoký obsah Hg - v priemere $22,27 \pm 32,39 \text{ mg.kg}^{-1}$ (ČMS, 2013). Pôvod Hg bol vyhodnotený ako antropogénny a jej hlavným zdrojom boli určené odpadové vody z Nováckych chemických závodov (Výboch a Földešová, 2003). Podľa správy ČMS za rok 2012 prekračuje lokalita Nitra - Chalmová limitné koncentrácie prvkov As a Hg kategórie B (indikujúce silné znečistenie) podľa Rozhodnutia MP SR č. 531/1994-540 pre neštandardizovaný sediment. V prípade Hg bola prekročená aj limitná koncentrácia kategórie C pre neštandardizovaný aj štandardizovaný sediment (Klukanová et al., 2005).

Celkové vyhodnotenie a návrh ďalších postupov

Výsledky z odberov vzoriek vody potvrdili kontamináciu povrchovej vody v rieke Nitra arzénom a tiež ortuťou. Ich prítomnosť môže byť podmienená viacerými zdrojmi znečistenia v úseku Nitra – Chalmová. Priama spojitosť pôvodu uvádzaných kontaminantov z monitorovanej lokality nebola odberom vzoriek vody dokumentovaná. Podzemná voda mala nižšie koncentrácie As a Hg ako povrchová voda v rieke Nitra pod lokalitou. Vyššie koncentrácie As mala iba voda v drenáži vyúsťujúcej z odkaliska. Na základe týchto zistení by sa dalo predbežne predpokladať, že popolček je po sanácii havárie v zemine dobre stabilizovaný a nedochádza k jeho vylúhovaniu do podzemnej vody. Avšak tento mechanizmus nie je možné charakterizovať na základe jedného odberu. Dôležité bude vysledovať stav na lokalite najmä v čase, kedy dochádza k extrémnym režimovým zmenám hladiny podzemnej vody (vysoká/nízka hladina podzemnej vody v závislosti od prietokov v rieke Nitra).

V súčasnosti na lokalite prebiehajú prieskumné a vedecké práce, ktoré sa komplexnejšie zaoberajú aspektmi vplývajúcimi na potenciálne riziko kontaminácie prírodného prostredia. V tejto súvislosti stojí za zváženie pokračovať v monitorovacích prácach na lokalite v rámci Podsystemu 03.

3. ZÁVER

V rámci Podsystemu 03 sa monitorujú lokality vytvorené ľudskou činnosťou, ktoré predstavujú pre zložky geologického prostredia významné riziko. Kontinuálnym zaznamenávaním a hodnotením situácie a vývoja znečistenia na vytipovaných lokalitách sa získavajú užitočné informácie pre objektívne posúdenie a minimalizovanie tohto rizika. Nadobudnuté poznatky umožňujú zároveň ich aplikovanie aj pri ostatných environmentálnych záťažiach, existujúcich v podobných podmienkach, ako sú monitorované lokality.

V roku 2013 boli monitorovacie práce realizované zhruba v rozsahu ako boli naplánované v Pláne monitoringu na rok 2013 (Liščák, Iglárová, 2012). Práce nadviazali na predchádzajúce poznatky o situácii a jej vývoji na jednotlivých lokalitách. Pri monitorovaní sa operatívne zohľadňovali stanovené ciele vzhľadom k aktuálnej situácii na lokalite. Zistené výsledky sú spracované podľa lokalít jednak za rok 2013 a tiež v súvislosti s predchádzajúcimi výsledkami monitoringu.

V rámci celkového záverečného zhodnotenia sú výsledky prezentované súhrnne podľa jednotlivých typových modelov.

***Model Typu A.** – znečistenie sa vo forme kontaminovaných priesakov šíri predovšetkým po povrchu pozdĺž údolia, smerom k eróznej báze územia.*

Na tomto type EZ stále dochádza k unikaniu kontaminovaných priesakov v smere gravitačného spádu do ich predpolia, odkiaľ sa voľne šíria ako povrchový tok údolím do nižšie položených miest. Zo všeobecného hodnotenia lokalít typu A sa ukazuje, že sa nedajú monitorovať dostatočne reprezentatívne len zaužívaným spôsobom prostredníctvom vrtov. **Potrebné je monitorovať hlavné migračné cesty úniku kontaminantov, ktoré vo forme kontaminovaných priesakov postupujú obyčajne po povrchu.** Je zjavné, že posúdenie miery a dosahu vplyvu tohto typu záťaží na zložky geofaktorov životného prostredia výrazne závisí od vonkajších vplyvov. Načasovanie odberov vzoriek vôd musí byť preto také, aby vystihlo extrémne stavy vôd na lokalite a aby umožnilo objektívnejšie vyhodnotiť riziko vyplývajúce zo záťaže.

Na kvantifikovanie vplyvu z tohto typu EZ sa ako najvhodnejšie ukazuje použitie legislatívy pre vypúšťanie priesakovej kvapaliny do recipienta podľa Nariadenia vlády SR č. 269/2010 - príloha č.6, časť B, 9.4 – Skládky odpadov (priesakové vody). Z existujúcej platnej legislatívy najlepšie vystihuje charakter transportu kontaminantov. Pri reprezentatívnom a funkčnom monitoringu sa dá pre hodnotenie využiť metóda porovnávania jednotlivých ukazovateľov medzi referenčnými a indikačnými monitorovacími miestami.

Tento typ ASCHEZ predstavuje vo všeobecnosti relatívne malé riziko pre vodnú zložku životného prostredia. Najväčšiu hrozbu kvôli ich rýchlemu postupu a zanedbateľnej infiltrácii do podložia predstavujú priesaky voči kvalite povrchovej vody tečúcej obyčajne v miestnej eróznej báze. Dôležité je určiť kľúčové faktory, prostredníctvom ktorých je možné objektívne vyhodnotiť situáciu na lokalite. Miera ich charakterizovania by mala zodpovedať potrebe pre formulovanie metodického pokynu špecifikujúceho prístup a postupnosť prieskumných a monitorovacích prác na EZ tohto typu.

Zistené poznatky je žiaduce aplikovať na ostatné ASCHEZ lokality tohto typu. Bude tak možné prehodnotiť aktuálnu situáciu na lokalitách podľa nového konceptu. Umožní to tiež minimalizovanie miery neistoty pri rozhodovacích procesoch ohľadom nakladania s týmito ASCHEZ. Zároveň sa overí praktický prínos z optimalizovaného monitoringu v zmysle daného koncepčného modelu. Úspešnosť

tohto prístupu vidieť napr. pri lokalite Sverepec, kde sa darí zhodnotiť reálnu situáciu a odporučiť ďalšie potrebné kroky vedúce k nápravným opatreniam.

Model typu B – *hĺbka nepriepustného podložia sa nachádza do cca 20 m pod zdrojom znečistenia, šírenie znečistenia prebieha v prvom zvodnenci s voľnou hladinou podzemnej vody, smer prúdenia podzemnej vody býva často ovplyvňovaný väčším povrchovým tokom.*

Pri tomto type EZ je **dôležité vystihnúť režim prúdenia podzemnej vody v okolí zát'áže**. Ten je výrazne ovplyvňovaný blízkosťou väčšieho povrchového toku. Pri odbere vzoriek vody a vyhodnocovaní chemických analýz je potrebné zohľadniť aj chemickú stratifikáciu šírenia sa znečistenia.

Z doterajších zistení sa ukazuje, že inundačných oblastiach, kde je vysoká litologická variabilita geologických pomerov, sa nedá spoliehať na nepriepustnosť tenších ílovitých polôh, ktoré navyše zvyknú v priestore často vyklíňovať. Vysoké koncentrácie kontaminovaných priesakov preto za dlhší čas dokážu zjavne postupovať aj cez relatívne menej priepustné prostredie.

Vyhodnotenie situácie na lokalitách tohto typu je pomerne komplikované, závisí od komplexnosti pôsobiacich faktorov a väčšej miery neistôt. Táto skutočnosť je dôsledkom najmä dynamickosti zmien šírenia kontaminácie v závislosti od prevládajúceho smeru prúdenia vôd, ako aj nehomogenosti nepriepustného podložia.

Z uvádzaných dôvodov sa pre zníženie neistôt javí účelným uskutočniť detailnejší prieskum tohto typu EZ s jeho širším okolím. Tiež by bolo užitočné zaradiť k monitoringu aj aplikovanie environmentálneho izotopového prieskumu, ktorý sa v zahraničí v danej problematike bežne využíva. Dal by sa využiť napr. pri interpretácii chemickej stratifikácie vody v okolí EZ a jednoznačnejšom charakterizovaní zmiešavajúcich sa vôd.

Typ C – *hĺbka nepriepustného podložia nie je prakticky ohraničená, nachádza sa v hĺbke viac ako 20 m pod zdrojom znečistenia, šírenie znečistenia prebieha vo forme kontaminačného mraku, v rámci regionálneho zvodnenca s voľnou hladinou podzemnej vody.*

Pri interpretácii situácie na lokalitách tohto typu sa javí, že dochádza vo všeobecnosti k zníženiu kontaminácie okolia zo zdrojov znečistenia. Avšak z doteraz zistených údajov je ovplyvňovanie zvodnenca danou environmentálnou záťažou zjavné. Navyše pozorované kontaminačné prejavy nie sú stabilizované. Vo zvodnenci nastávajú podstatné zmeny v miere a distribúcii sledovaných ukazovateľov. Až na základe získania väčšieho množstva priestorových a časových údajov sa bude dať interpretovať mechanizmus šírenia znečistenia v danom prostredí. Vyhodnotenie reálnej situácie na lokalitách tohto typu býva často limitované tiež hĺbkovým rozsahom monitorovacích objektov. Ich dosah v daných hydrogeologických pomeroch neumožňuje pozorovať vývoj šíriaceho sa kontaminačného mraku, ktorý obyčajne zaklesáva do hlbších polôh zvodnenca. Na základe existencie viacúrovňových vrtov v daných hydrogeologických pomeroch je možné lepšie charakterizovať komplexné a dynamické interakcie v systéme kontaminanty – zvodnenec, a tak objektívnejšie posúdiť environmentálne riziko.

V rámci ďalších prác by mali byť prehodnotené súčasne monitorované lokality. Je potrebné tiež zvážiť ich nahradenie vhodnejšími, a to najmä vzhľadom k možnostiam sledovania kontaminačných prejavov charakteristických pre dané typové modely.

V rámci Pod systému 03 sa v r. 2013 pokračovalo v riešení úlohy **Komplexný monitoring odkalísk SR na vybraných lokalitách**. Cieľom úlohy je postupná inovácia identifikačných listov odkalísk s následnou prehľadnou kontrolou, plánovaným prístupom k sanáciám, likvidáciám, k prevádzke a využívaniu

odkalísk. Výstupom je samostatná správa: Masarovičová et al., (2013), ktorá je už deviatou časťou realizovanej spolupráce medzi ŠGÚDŠ a Katedrou geotechniky STU v Bratislave.

4. LITERATÚRA

Google Earth, 2012: Informácie o produkte. Dostupné na internete: <<http://earth.google.com/intl/sk>>

CHRISTENSEN, T.H., KJELDSSEN, P., BJERG, P.L., JENSEN D.L., CHRISTENSEN, J.B., BAUN, A., ALBRECHTSEN, H.-J., HERON, G., 2001: Biogeochemistry of landfill leachate plumes. DTU, Denmark. Applied Geochemistry, Volume 16, Number 7, p. 659-718

ČURLÍK J., 2003: Mapa kontaminácie pôd v regióne Horná Nitra. Záverečná správa, ŠGÚDŠ, Bratislava, 69 pp.

IGLÁROVÁ, Ľ., KLUKANOVÁ, A., WAGNER, P., HRAŠNA, M., CIPCIAR, A., FRANKOVSKÁ, J., MIKITA, S., BAJTOŠ, P., SMOLÁROVÁ, H., GLUCH, A., VLČKO, J., BODIŠ, D., ONDRÁŠIK, M., ONDREJKA, P., LIŠČÁK, P., PAUDITŠ, P., PETRO, Ľ., DANANAJ, I., HAGARA, R., MOCZO, P., LABÁK, P., KRISTEKOVÁ, M., FERIANC, D., VANKO, J., KOVÁČIKOVÁ, M., ZÁHOROVÁ, Ľ., MATYS, M., GAJDOŠ, V., MASAROVICHOVÁ, M., SLÁVIK, I., VYBÍRAL, V., RAPANT, S., GREIF, V., BRČEK, M., KORDÍK, J., SLANINKA, I., 2011: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory, správa za obdobie 2002 – 2009, čiastková záverečná správa. MŽP SR, ŠGÚDŠ, Bratislava

JURKOVIČ, Ľ., VESELSKÁ, V., GUČKOVÁ, V., FRANKOVSKÁ, J., 2008: Geochemické zhodnotenie kontaminácie pôd arzénom v oblasti Zemianskych Kostolian. Acta Environmentalica Universitatis Comenianae, Bratislava, 16, 1, 47 - 55.

JURKOVIČ, Ľ., HILLER, E., VESELSKÁ, V., PEŤKOVÁ, K., 2011: Arsenic concentrations in soil impacted by dam failure of coal-ash pond in Zemianske Kostolany, Slovakia. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 86, 4, 433 - 437.

KEEGAN, T., HONG, B., THORNTON, I., FARAGO, M., JAKUBIS, P., JAKUBIS, M., PESCH, B., RANFT, U., NIEUWENHUIJSEN, M.J., THE EXPASCAN STUDY GROUP, 2002: Assessment of environmental arsenic levels in Prievidza district. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology, 12, 3, 179 – 185

LIŠČÁK, P., IGLÁROVÁ, Ľ. 2012: PLÁN MONITORINGU NA ČMS GF NA ROK 2013. BRATISLAVA: ŠGÚDŠ

MASAROVICHOVÁ, M. 2013: Komplexný monitoring odkalísk SR na vybraných lokalitách – 9 časť. Katedra Geotechniky STU, Bratislava.

Metodický pokyn č. 1/2012-7 z 27. januára 2012 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia, MŽP SR.

MIKITA, S. 2012: Podsystem 03 - Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží. Správa za rok 2011. ČMS GF, Podsystem 03, ŠGÚDŠ, Bratislava, 77 s.

MIKITA, S. 2013: Podsystem 03 - Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží. Správa za rok 2012. ČMS GF, Podsystem 03, ŠGÚDŠ, Bratislava, 77 s.

Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.

PEŤKOVÁ, K. 2014: Elektrárenské popoly ako zdroj arzenu a využitie bioremediačného potenciálu mikroorganizmov pri odstraňovaní arzenu, 2013: Dizertačná práca, Katedra geochemie, PríF UK, Bratislava, 194 strán

- Predchádzajúce správy z riešenia úlohy Čiastkový monitorovací systém geologických faktorov SR (Klukanová et al., 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 a 2010). Archív Strediska ČMS GF, Oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ Bratislava, <http://dionysos.gssr.sk/cmsgf/>
- Pokyn Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 15.decembra 1997 č. 1617/97-min k uplatňovaniu ukazovateľov a noratívov pre asanáciu znečistenej zeminy a podzemných vôd.
- SLOVÁKOVÁ, J. 2012: Optimalizácia monitoringu skládok komunálneho odpadu. Rigorózna práca. Bratislava. PRIF UK. 111 s., 8. príloh.
- VYBÍRAL, V., GAJDOŠ, V., MATYS, M., NÉMETHYOVÁ, M., 2005: Monitorovanie vplyvu environmentálnych záťaží na geologické činitele životného prostredia vo vybraných regiónoch Západných Karpát. Úloha MŽP SR: 140901/1136/Prj/Sk. Bratislava: Sensor spol. s r.o.
- VYBÍRAL, V. 2013: ZÁVEREČNÁ SPRÁVA Z MONITORING NA LOKALITE SVEREPEC ZA ROK 2013. PEZINOK: Sensor spol. s r.o.
- VÝBOCH, M., FÖLDEŠOVÁ, K., 2003: Vplyv antropogénnych faktorov na kvalitu povrchovej a podzemnej vody v povodí Hornej Nitry. Podzemná voda, 9, 1, 23 - 3

5. PRÍLOHOVÁ ČASŤ

Prílohová časť č. 1

Protokoly o skúške vzoriek vody z jednotlivých monitorovacích miest za rok 2013
realizovaných v rámci ČMS GF – Podsystem 03.

1.1 Lokality Dunajská Streda a Sládkovičovo

	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves Geanalytické laboratóriá Akreditované skúšobné laboratóriá podľa STN EN ISO/IEC 17025 Referenčné laboratórium MŽP SR	
	Protokol o skúške č.: 13/00278	Strana č. 1 z počtu 1 Výtlačok č. 1 z počtu 3

Zákazník - objednávateľ skúšok

Objednávateľ: (meno a adresa)	ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA Mlynská dolina 1, 81704 Bratislava	Dátum prevzatia vzorky:	03.12.13
Odosielať:		Dátum vykonania skúšok od:	03.12.13
Zmluva / objednávka:	207	do:	17.01.14
Zákazka:	13-01187 207	Dátum vystavenia protokolu:	17.01.14
Počet vzoriek:	13		

Výsledky skúšok

P.č.	Číslo vzorky	Označenie vzorky	Cl- [mg/l]	(NH4)+ [mg/l]	(NO3)- [mg/l]	(SO4)2- [mg/l]	Fe [mg/l]	B [mg/l]	Ni [ug/l]	Zn [ug/l]	F- [mg/l]	CHSK Cr [mg/l]	TOC [mg/l]
1	13-008497	S-1 /1	108	5.34	<1	176	0.915	<0.02	<2	<2	0.34	7	3.6
2	13-008498	S-1 /2	41.7	0.13	2.95	130	0.030	<0.02	<2	<2	<0.1	<6	1.5
3	13-008499	S-1 /3	41.4	0.90	7.46	121	0.083	<0.02	<2	<2	<0.1	<6	1.8
4	13-008500	S-2 /1	104	8.45	<1	253	0.322	<0.02	<2	<2	0.33	6	5.3
5	13-008501	S-2 /2	109	8.03	<1	266	2.260	<0.02	<2	2	0.29	13	5.0
6	13-008502	S-2 /3	66.9	6.77	1.25	180	1.120	<0.02	<2	<2	<0.1	<6	3.0
7	13-008503	DS-2 /1	55.6	14.7	<1	125	0.490	0.16	<2	5	<0.1	72	4.4
8	13-008504	DS-2 /2	31.8	0.26	7.50	118	0.461	<0.02	3	3	<0.1	<6	1.0
9	13-008505	DS-2 /3	28.9	0.05	25.7	102	0.029	<0.02	<2	<2	<0.1	<6	0.3
10	13-008506	DS-3 /1	54.2	10.6	1.06	144	0.026	0.02	9	<2	<0.1	11	3.2
11	13-008507	DS-3 /2	58.5	14.9	<1	148	0.024	0.05	10	3	0.21	21	3.8
12	13-008508	DS-3 /3	40.6	2.26	1.56	133	0.079	<0.02	2	<2	<0.1	16	1.8
13	13-008509	PZV-15	40.8	1.66	23.2	137	0.023	<0.02	<2	<2	<0.1	<6	1.0

1.2 Lokalita Sverepec



Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
Markušovská cesta 1, 052 40 Spišská Nová Ves
Geoanalytické laboratóriá
Akreditované skúšobné laboratóriá podľa STN EN ISO/IEC 17025
Referenčné laboratórium MŽP SR

Protokol o skúške č.: 13/00279

Strana č. 1 z počtu 1
Výtlačok č. 1 z počtu 3

Zákazník - objednávatel' skúšok



Objednávateľ: ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA
(meno a adresa) Mlynská dolina 1, 81704 Bratislava
Odosielateľ:
Zmluva / objednávka: 207
Zákazka: 13-01188 207
Počet vzoriek: 6

Dátum prevzatia vzorky: 03.12.13
Dátum vykonania skúšok od: 03.12.13
do: 17.01.14
Dátum vystavenia protokolu: 17.01.14

□

Výsledky skúšok

P.č.	Číslo vzorky	Označenie vzorky	CHSK Cr [mg/l]	Cl- [mg/l]	B [mg/l]	Ba [mg/l]	Cr [ug/l]	Zn [ug/l]	(NH4)+ [mg/l]	TOC [mg/l]	F- [mg/l]	Cu [ug/l]	(SO4)2- [mg/l]
1	13-008510	S -1	36	103	0.19	0.069	3	6	0.25	15.8	0.24	10	39.9
2	13-008511	S -2	24	71.4	0.06	0.056	2	4	0.38	11.0	0.25	5	35.0
3	13-008512	S -3	47	141	0.35	0.083	5	6	0.27	23.1	0.26	12	46.7
4	13-008513	S -4	43	290	1.04	0.163	9	11	0.18	45.7	<0.1	22	59.4
5	13-008514	S -5	41	297	1.08	0.150	9	15	1.53	48.7	<0.1	27	60.6
6	13-008515	S -6	200	483	1.89	0.201	17	46	18.10	87.0	<0.2	61	69.2

1.2.1 Lokalita Sverepec – výsledky izotopových analýz kyslíka a vodíka



ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA

Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

LABORATÓRIUM IZOTOPOVEJ GEOLÓGIE

ODDELENIE ŠPECIÁLNYCH LABORATÓRIÍ

tel.č.: +421/ 2 / 59375215, +421/ 2 / 59375167

e-mail: pavel.veis@geology.sk, zuzana.grolmusova@geology.sk

VÝSLEDKY IZOTOPOVÝCH ANALÝZ KYSLÍKA A VODÍKA

Registr. č. vzorky	Označ. Žiadateľom (lokalita/séria)	$\delta^{18}\text{O}$ (‰) vs VSMOW	Chyba merania $\pm$ (‰)	$\delta^2\text{H}$ (‰) vs VSMOW	Chyba merania $\pm$ (‰)	dátum odberu
V-15716	NAD	-10.02	0.09	-70.54	0.32	7.11.2013
V-15717	MV-1	-9.47	0.06	-69.50	0.07	7.11.2013
V-15718	MV-3	-10.10	0.02	-71.19	0.33	7.11.2013
V-15719	MV-7	-9.65	0.12	-69.13	0.43	7.11.2013
V-15720	MV-21	-9.65	0.03	-68.41	0.04	7.11.2013
V-15721	potok bod 1	-9.79	0.06	-69.68	0.06	7.11.2013
V-15722	potok bod 5	-9.28	0.04	-63.16	0.17	7.11.2013
V-15723	potok bod 2	-9.63	0.01	-67.64	0.26	7.11.2013
V-15724	potok bod 3	-9.47	0.04	-65.93	0.28	7.11.2013
V-15725	potok do požiarnej	-8.73	0.00	-57.37	0.08	7.11.2013
V-15726	požiarna nádrž	-8.49	0.07	-59.20	0.04	7.11.2013
V-15727	drenáž pod skládkou	-9.09	0.10	-63.30	0.03	7.11.2013
V-15728	drenáž	-9.37	0.09	-63.44	0.12	7.11.2013
V-15729	AKUM	-8.64	0.01	-52.03	0.04	7.11.2013

Výsledky analýz je možné reklamovať do 14 dní odo dňa prevzatia protokolu.

Garantovaná nepresnosť meracej metódy:

$\pm 0,2$ ‰ ($\delta^{18}\text{O}$)

± 2 ‰ ($\delta^2\text{H}$)

Analýzy realizovali:

Mgr. Zuzana Grolmusová, PhD.

prof. Dr. Pavel Veis, CSc.
vedúci lab. izotopovej geológie

1.3 Lokalita Zemianske Kostol'any

	Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Markušovská cesta 1, 052 40, Spišská Nová Ves Geanalytické laboratóriá Akreditované skúšobné laboratóriá podľa STN EN ISO/IEC 17025 Referenčné laboratórium MŽP SR	
	Protokol o skúške č.: 13/00280	
		Strana č. 1 z počtu 1 Výtlačok č. 1 z počtu 3

Zákazník - objednávateľ skúšok

+	Objednávateľ: (meno a adresa)	ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA Mlynská dolina 1, 81704 Bratislava	Dátum prevzatia vzorky:	12.12.13
	Odosielať:		Dátum vykonania skúšok od:	12.12.13
	Zmluva / objednávka:	207	do:	17.01.14
	Zákazka:	13-01224 207	Dátum vystavenia protokolu:	17.01.14
	Počet vzoriek:	6		
	Vzorku odobral:	Objednávateľ		

Výsledky skúšok

Meraná veličina / parameter / znak	Meracia jednotka	13-008727 ZK-1	13-008728 ZK-2	13-008729 ZK-3	13-008730 ZK-4	13-008731 ZK-6	13-008732 CH-1
Cr	ug/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Zn	ug/l	4	5	<2	<2	<2	4
As	ug/l	4	5	290	2	<1	124
Na	mg/l	27.1	5.53	11.0	15.3	19.4	26.8
Pb	ug/l	<5	<5	<5	<5	<5	5
Hg	ug/l	0.4	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.9
K	mg/l	5.05	2.09	8.99	11.9	3.62	5.06
Ca	mg/l	68.9	77.0	114.0	32.1	24.5	70.5
Mn	mg/l	0.034	0.025	0.244	0.137	0.271	0.030
Al	mg/l	0.11	0.05	0.04	<0.02	<0.02	0.11
Fe	mg/l	0.114	0.186	0.017	0.013	0.045	0.106
(SO4)2-	mg/l	58.5	45.5	182	108	30.9	70.2
(NO3)-	mg/l	13.8	6.79	1.76	<1	<1	13.6
CHSK Cr	mg/l	14	10	6	<6	<6	14
pH		7.75	8.05	8.11	7.85	7.22	7.63
TOC	mg/l	4.0	2.8	2.5	1.4	1.5	3.7

Prílohová časť č. 2

Protokoly o terénnom meraní fyzikálno-chemických parametrov
z monitorovaných lokalít za rok 2013 realizovaných v rámci
ČMS GF – Podsystem 03.

2.1 Protokol o meraní fyzikálno-chemických parametrov na lokalite Sverepec



PROTOKOL Z MERANIA FYZIKÁLNYCH PARAMETROV č. 1/2013

Lokalita: Sverepec Dátum: 01-12-2013

Podmienky merania: polojasno, 8 °C , snežilo, odmák

Použitý prístroj: WTW konduktometer s 20 m káblom (ŠGÚDŠ, Mikita, S.)

Označenie odb. bodu na mape	Bližší opis odberného miesta	Vodivosť (mS/m)	Teplota (°C)	Poznámky
S-6	Drenáž, začiatok potoka	392	7,2	Q = cca 0,01 l/s
S-5	Potok 150 m od výtoku	234	4,8	
S-4	Potok 300 m od výtoku, včelín	223	4,2	
S-3	Potok 540 m od výtoku, prvý dom	144,4	6,1	
S-2	Potok 690 m od výtoku, mostík	119,5	6,7	
S-1	Potok 940 m od výtoku, obec	101,8	6,7	Q = cca 0,35 l/s

Meranie vykonal:

RNDr. SMikita, PhD.

Meno, podpis

Zodpovedný riešiteľ:

RNDr. PavelLiščák, CSc.

Meno, podpis

2.2 Protokol o meraní fyzikálno-chemických parametrov na lokalite Zemianske Kostofany



PROTOKOL Z MERANIA FYZIKÁLNYCH PARAMETROV č.1/2013

Lokalita:	Zemianske Kostofany	Dátum:	11.12.2013
Podmienky merania:	Polooblačno, teplota vzduchu 1 °C	Poznámky:	
Použitý prístroj:	Konduktomer WTW (Mikita)		

+

Označenie	Bližší opis odberného miesta	Vodivosť (mS/m)	Teplota (°C)	Q (l/s); HPV (m)
CHA-1	pravý breh rieky Nitra, cca 40 m pod mostom	67.3	3.8	
ZK-1	pravý breh Nitry, cca 30 m pod železničným mostíkom	62.7	3.3	
ZK-2	<u>Lelovský</u> potok pri vyústení do Nitry	64.3	4.6	8
ZK-3	Vyústenie drenáže z odkaliska do <u>Lelovského</u> potoka, pred železničným mostíkom	49.7	1.5	0.01
ZK-4	starý vrt v <u>pravo</u> od drenáže z odkaliska, cca 20 m pred železnicou, dno = 6.34 m	95.7	11.6	3.3
ZK-5	vrt pod <u>dkaliskom</u> , pri ceste, dno = 4.95 m	x	x	3.69
ZK-6	vrt, pravý breh Nitry, ľavá strana železnice, nad <u>želez.</u> mostom, označ. ako DOX-1, dno = 9.8 m	77.8	11.1	4.15
ZK-7	vrt cca 10 od ZK-4, vrt z úlohy <u>Geoslovakia</u> , dno = 9.92 m	132.8	11.1	2.97

Meranie vykonal:

Zodpovedný riešiteľ:

RNDr. Slavomír Mikita, PhD.
Meno, podpis

RNDr. Pavel Liščák, CSc.
Meno, podpis

Prílohová časť č. 3

Protokoly z merania vodivosti a teploty vody vo vrtoch z monitorovaných lokalít
za rok 2013 realizovaných v rámci ČMS GF – Podsystem 03

3.1 Lokalita Dunajská Streda



PROTOKOL Z MERANIA VODIVOSTI A TEPLoty VO VRTOCH Č.1 2013

Lokalita:	Dunajská Streda	Dátum:	02-12-2013
Počasie:	jasno, 10°C		

Vrt: DS-2/1 HPV = 3,97			Vrt: DS-2/2 HPV = 3,74			Vrt: DS-2/3 HPV = 3,71		
Hĺbka	vod (mS/m)	T (°C)	vod (mS/m)	T (°C)	vod (mS/m)	T (°C)		
0								
-1								
-2								
-3								
-4	106.6	12.3	69.2	12.7	53	12.5		
-5	105.8	12.6	74.7	12.7	57.1	12.6		
-6			76.4	12.5	67.7	12.5		
-7			76.3	12.3	69.8	12.3		
-8			76.5	12	71.2	12.2		
-9			76.7	11.9	71.6	12.1		
-10			76.7	11.8	71.7	11.9		
-11					71.8	11.8		
-12					71.9	11.7		
-13					72	11.6		
-14					72	11.6		
-15								
dno = 5.36 m, pažnica od terénu = 1.05 m, chem. rozbor			dno = 9.82 m, pažnica od terénu = 0.8 m, chem. rozbor			dno = 14.12 m, pažnica od terénu = 0.9 m, chem. rozbor		

Meranie vykonal:
RNDr. S. Mikita, PhD.

Zodpovedný riešiteľ:
RNDr. P. Liščák, CSc.

Meno, podpis

Meno, podpis

Štátny geologický ústav Dionýza Streda
Mlynska dolina 1,
Bratislava 11,
817 04

Telefón: 02 / 59375111,
Fax: 02 / 54771940,
E-mail: sekretary@geology.sk
Web: www.geology.sk



PROTOKOL Z MERANIA VODIVOSTI A TEPLoty VO VRTOCH Č.2 2013

Lokalita:	Dunajská Streda	Dátum:	02-12-2013
Počasie:	jasno, 10°C		

Vrt: DS-3/1 HPV = 3,08			Vrt: S-3/2 HPV = 3,05			Vrt: S-3/3 HPV = 3,3			Vrt: PZV-15 HPV = 3,74		
Hlb ka	γ_{sd} (mS/m)	T (°C)	γ_{sd} (mS/m)	T (°C)	γ_{sd} (mS/m)	T (°C)	γ_{sd} (mS/m)	T (°C)			
0											
-1											
-2											
-3											
-4	99.4	12.5	102.7	12.9	93.8	12.7	84.1	12.7			
-5	99.4	12.7	102.7	12.9	93.7	12.8	84.1	12.8			
-6	100.1	12.8	102.7	12.9	93.5	12.9	84.1	12.9			
-7	101.4	12.9	102.7	12.9	93.4	13	84.6	12.9			
-8	102.4	12.9			93.3	12.9	84.9	12.8			
-9	102.7	12.9			93.2	12.9	85	12.7			
-10					93.1	12.8	85.1	12.4			
-11					92.9	12.6	85.7	12.1			
-12					93	12.5	86	11.9			
-13					94.9	12.1	86.3	11.8			
-14					98	11.9					
-15											
dno = 8.93 m, pažnica od terénu = 0.73 m, chem. rozbor + izotopy O, H			dno = 5.73 m, pažnica od terénu = 0.68 m, chem. rozbor + izotopy O, H			dno = 14.2 m, pažnica od terénu = 0.86 m, zápacha, chem. rozbor + izotopy O, H			dno = 13.61 m, pažnica od terénu = 0.4 m, zápacha, chem. rozbor + izotopy O, H		

Meranie vykonal:
RNDr. S. Mikita, PhD.

Zodpovedný riešiteľ:
RNDr. P. Liščák, CSc.

Meno, podpis

Meno, podpis

Štátny geologický ústav Dionýza Streda
Mlynska dolina 1,
Bratislava 11,
817 04

Telefón: 02 / 59375111,
Fax: 02 / 54771940,
E-mail: sekretary@geology.sk
Web: www.geology.sk

3.2 Lokalita Sládkovičovo



PROTOKOL Z MERANIA VODIVOSTI A TEPLOTY VO VRTOCH Č.1 2013

Lokalita: Sládkovičovo Dátum: 02-12-2013

Vrt: S-2/1 HPV = 2,42			Vrt: S-2/2 HPV = 2,43			Vrt: S-2/3 HPV = 2,41		
Hĺbka	κ _{sd} (mS/m)	T (°C)	κ _{sd} (mS/m)	T (°C)	κ _{sd} (mS/m)	T (°C)	κ _{sd} (mS/m)	T (°C)
0								
-1								
-2								
-3	142.6	11.1	134.3	11.9	79.2	11.8		
-4	144.8	11.7	147.6	11.9	90.5	11.9		
-5	147.3	12	151.3	12.1	95.3	12.1		
-6	151.3	12.1	154.6	12.2	96.3	12.2		
-7	152.3	12.1	155	12.2	97.3	12.2		
-8	153.4	12.1	155.2	12	97.3	12.1		
-9					98	12		
-10					98.1	11.7		
-11					98.3	11.6		
-12					98.4	11.5		
-13					98.5	11.4		
-14					98.6	11.3		
-15					98.7	11.3		
-16					118.6	11.2		
-17					119.7	11.2		
-18								

Meranie vykonal:
RNDr. S. Mikita, PhD.

Meno, podpis

Zodpovedný riešiteľ:
RNDr. P. Liščák, CSc.

Meno, podpis

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
Mlynska dolina 1,
Bratislava 11,
817 04

Telefon: 02 / 59375111,
Fax: 02 / 54771940,
E-mail: secretery@geology.sk
Web: www.geology.sk



PROTOKOL Z MERANIA VODIVOSTI A TEPLOTY VO VRTOCH Č.2 2013

Lokalita: Sládkovičovo Dátum: 02-12-2013

Vrt: S-1/1 HPV = 1,95			Vrt: S-1/2 HPV = 1,95			Vrt: S-1/3 HPV = 1,92		
Hĺbka	κ _{sd} (mS/m)	T (°C)	κ _{sd} (mS/m)	T (°C)	κ _{sd} (mS/m)	T (°C)	κ _{sd} (mS/m)	T (°C)
0								
-1								
-2	116.4	10.6	64.8	11.4	61.5	11.5		
-3	117.4	10.7	66.6	11.4	61.5	11.6		
-4	121.2	11.1	79.7	11.8	61.5	11.7		
-5	131.9	11.9	83.5	11.9	62.4	11.8		
-6	133.4	12	86.3	12	66	11.9		
-7	137.9	11.9	87.1	12	67.2	12		
-8			87.4	11.8	67.5	11.9		
-9			87.5	11.7	67.7	11.7		
-10			87.7	11.5	67.7	11.6		
-11			88.6	11.4	67.6	11.5		
-12			92.5	11.3	67.7	11.4		
-13			95.6	11.2	67.7	11.2		
-14			96.6	11.1	67.7	11.2		
-15			96.7	11.1	67.8	11.1		
-16			96.9	11	73.8	11		
-17			97	11	93	11		
-18			97	11	97.2	11		
-19			97	11	100	11		
-20					123	11		

Meranie vykonal:
RNDr. S. Mikita, PhD.

Meno, podpis

Zodpovedný riešiteľ:
RNDr. P. Liščák, CSc.

Meno, podpis

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra
Mlynska dolina 1,
Bratislava 11,
817 04

Telefon: 02 / 59375111,
Fax: 02 / 54771940,
E-mail: secretery@geology.sk
Web: www.geology.sk