

**ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA
BRATISLAVA**



**ČIASTKOVÝ MONITOROVACÍ SYSTÉM
GEOLOGICKÝCH FAKTOROV ŽIVOTNÉHO
PROSTREDIA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY**

Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych zát'aží

Správa za obdobie: rok 2011

Zodpovedný riešiteľ: RNDr. Pavel Liščák, CSc.

Správu vypracoval: RNDr. Slavomír Mikita, PhD.

2012

Obsah

1.	ÚVOD	4
2.	METODIKA	5
2.1.	CHARAKTERISTIKA MONITOROVACIEHO SYSTÉMU	5
2.2.	CHARAKTERISTIKA MONITOROVACEJ SIETE	8
2.3.	MONITOROVANÉ UKAZOVATELE A SPÔSOB ICH ZÍSKAVANIA	11
2.4.	PROGRAM MONITORINGU	14
2.5.	HODNOTENIE VPLYVU ASCHEZ NA VODNÚ ZLOŽKU PROSTREDIA	16
2.6.	DATABÁZA PODSYSTÉMU 03	20
3.	VÝSLEDKY MONITORINGU V ROKU 2011	20
3.1.	LOKALITA MODRA	21
3.1.1.	Všeobecná situácia na lokalite.....	21
3.1.2.	Charakteristika lokality	21
3.1.3.	Monitorovací systém	23
3.1.4.	Monitoring v roku 2011	25
3.1.5.	Zhodnotenie aktuálnej situácie na lokalite	26
3.1.6.	Vývoj situácie na lokalite za dlhšie časové obdobie.....	27
3.1.7.	Záverečné zhodnotenie.....	29
3.2.	LOKALITA MYJAVA – HOLIČOV VRCH.....	30
3.2.1.	Všeobecná situácia na lokalite.....	30
3.2.2.	Charakteristika lokality	30
3.2.3.	Monitorovací systém	32
3.2.4.	Monitoring v roku 2011	33
3.2.5.	Zhodnotenie aktuálnej situácie na lokalite	34
3.2.6.	Vývoj situácie na lokalite za dlhšie časové obdobie.....	34
3.2.7.	Záverečné zhodnotenie.....	43
3.3.	LOKALITA MYJAVA – SUROVÍN	45
3.3.1.	Všeobecná situácia na lokalite.....	45
3.3.2.	Charakteristika lokality	45
3.3.3.	Monitorovací systém	47
3.3.4.	Monitoring v roku 2011	48
3.3.5.	Zhodnotenie aktuálnej situácie na lokalite	49
3.3.6.	Vývoj situácie na lokalite za dlhšie časové obdobie.....	50
3.3.7.	Záverečné zhodnotenie.....	57
3.4.	LOKALITA ŠULEKOVO	62
3.4.1.	Všeobecná situácia na lokalite.....	62
3.4.2.	Charakteristika lokality	63
3.4.3.	Monitorovací systém	63
3.4.4.	Monitoring v roku 2011	65
3.4.5.	Zhodnotenie aktuálnej situácie na lokalite	67
3.4.6.	Vývoj situácie na lokalite za dlhšie časové obdobie.....	68
3.4.7.	Záverečné zhodnotenie.....	74
4.	CELKOVÉ ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE	75
5.	LITERATÚRA	77
	PRÍLOHOVÁ ČASŤ	i - viii

1. ÚVOD

Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží (ASCHEZ) predstavujú bodové zdroje znečistenia, ktoré narušujú prirodzenú kvalitu geofaktorov životného prostredia. 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. Environmentálne záťaže patria v súčasnosti k najzávažnejším environmentálnym problémom na Slovensku. Vláda SR vo svojom Programovom vyhlásení deklaruje, že riešenie environmentálnych záťaží je závažný problém a je nutné ich postupne odstraňovať.

Postupné odstraňovanie EZ predstavuje v súčasných možnostiach dlhodobý proces (10-ky rokov), ktorý je uskutočniteľný len systematicky, na základe prioritizácie. Zároveň je dôležité zabezpečiť kontrolu existujúcich a potenciálnych vplyvov z EZ na prírodné prostredie. Slovensko je ako člen európskej únie tiež viazané napĺňaním viacerých medzinárodných dohôd (napr. „Rámcová smernica o vodách“ z r. 2000 a jej tzv. „Dcérska smernica“ z r. 2006), ktoré sú zapracované vo vládnych programoch (napr. „Štátny program sanácie environmentálnych záťaží“ z r. 2010) ako aj legislatívnych požiadavkách (napr. Zákon č. 409/2011 Z.z., Zákon č. 569/2007 Z.z.).

Vysporiadanie sa s EZ si vyžaduje zabezpečiť dostatok reprezentatívnych informácií o stave a vývoji kontaminácie na jednotlivých lokalitách. K tomu je potrebné poznať procesy prebiehajúce v systéme zdroj znečistenia – horninové prostredie – voda (Fetter, 1999). Ide o pomerne komplexné a zároveň špecifické procesy, dynamicky sa meniace v priestore a čase, s trvaním často desiatky až stovky rokov (Vaníček, 2002). Mechanizmus transportu väčšiny kontaminantov je podmienený v prvom rade pohybom vodnej zložky v horninovom prostredí a následne samotnými vlastnosťami kontaminantov, ktoré sú v nej rozpustené (Christensen et al., 2001).

Situovanie ASCHEZ je na Slovensku viazané na veľmi rozdielne horninovým prostredím, z čoho vyplývajú aj rôzne formy prejavov šírenia sa znečisťujúcich látok v ich okolí. V praxi sa ukázalo, že zaužívané monitorovacie systémy sú často nastavené univerzálne a neumožňujú získavať reprezentatívne údaje vzhľadom k reálnej situácii na lokalite. Dôsledkom toho je potom nesprávne posúdenie vplyvu ASCHEZ na prírodné prostredie. Ako prínosné sa v praxi ukazuje využitie koncepčných modelov vypracovaných na základe riešenia komplexnejších prieskumov EZ s účelovým a dlhodobším monitoringom (napr. Vybíral et al., 2005).

Pristup, založený na koncepčných modeloch, je snaha využívať aj v Podsysteme 03. Uplatňuje sa pri ňom dlhodobý, účelový a zároveň finančne nenáročný spôsob monitorovania vplyvu z ASCHEZ rôzneho charakteru na horninové prostredie, v ktorom sú environmentálne záťaže (EZ) na Slovensku najčastejšie situované. Takýto spôsob umožňuje efektívnejšie a reálnejšie charakterizovať dominantný mechanizmus šírenia sa kontaminantov na lokalite a faktory, ktoré ho ovplyvňujú. Získavané poznatky a skúsenosti sú široko využiteľné pri ich aplikovaní na riešenie problémov ostatných EZ s podobnými podmienkami šírenia kontaminantov.

Podsystem sa vyvíja od roku 1998 pričom prešiel viacerými zmenami, ktoré súvisia najmä s vývojom problematiky a spoločenskými požiadavkami v predmetnej oblasti. Od roku 2005 po súčasnosť sa aktivity v rámci Podsystemu 03 zameriavajú na monitoring vybraných lokalít, ktoré predstavujú významné riziko ohrozenia jednotlivých zložiek geologického prostredia a zároveň reprezentujú typové prejavy šírenia kontaminantov v geologickom prostredí Slovenska.

Doplňujúce informácie o Podsysteme 03 a jednotlivých monitorovaných lokalitách ASCHEZ sú obsahom súhrnnej záverečnej správy za obdobie rokov 2002 – 2009 (Klukanová et al., 2010), resp. ročných správ za jednotlivé roky.

2. METODIKA

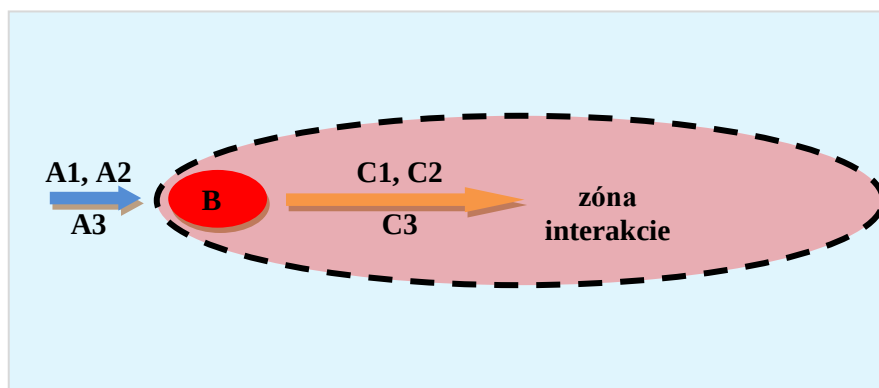
2.1 CHARAKTERISTIKA MONITOROVACIEHO SYSTÉMU

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

Účelom Podsystemu 03 je:

- dostatočne charakterizovať aktuálnu situáciu na lokalite a tiež predpovedať jej možné dôsledky na životné prostredie,
- kvantifikovaním vplyvu ASCHEZ na podzemnú vodu a povrchovú vodu objektívne posúdiť vážnosť – riziko jej ohrozenia,
- využívať nové poznatky a skúsenosti z predmetnej oblasti a ich účelným aplikovaním na reálne problémy hľadať racionálnejšie spôsoby ich riešenia.

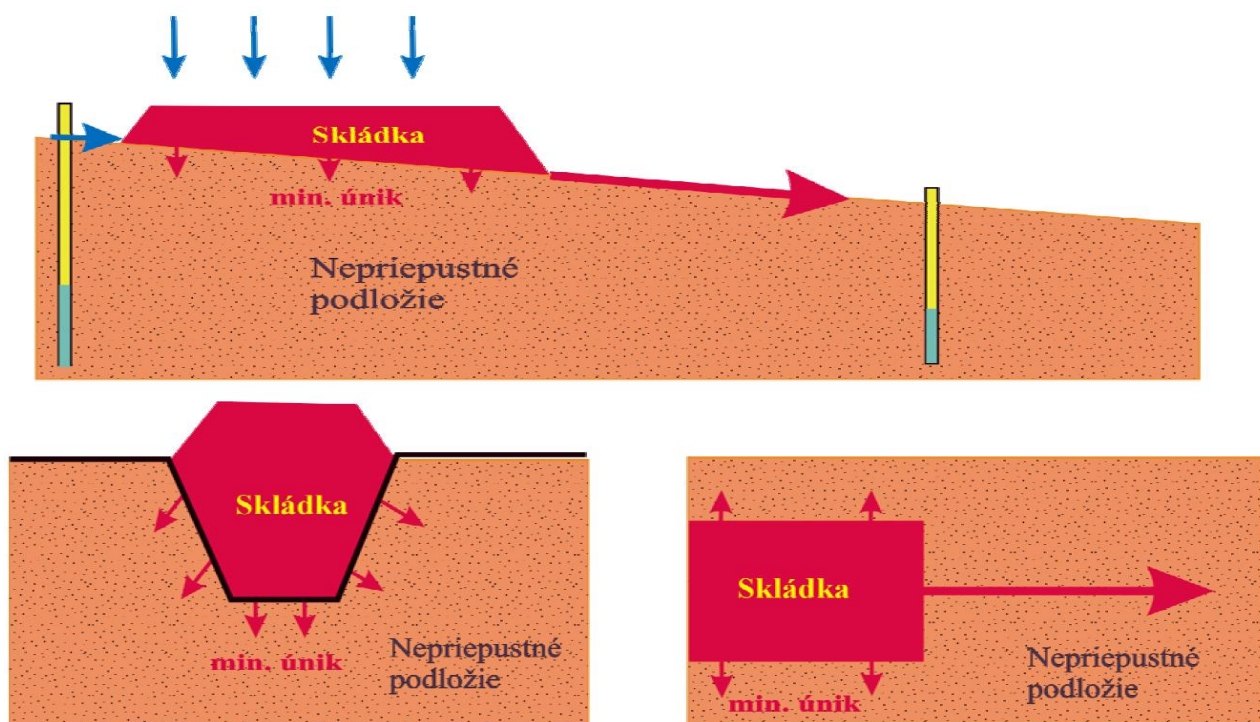
Princíp monitoringu ASCHEZ je postavený najmä na chemickom analyzovaní vôd v prostredí kontaminovanej lokality a jej blízkeho okolia. Jeho účelom je identifikovať v priestore a čase zastúpenie a mieru sledovaných parametrov tak, aby bolo možné vyhodnotiť, k akým zmenám dochádza v zóne interakcie; teda v smere prúdenia vôd medzi A – pozaďovou oblasťou (kontamináciou nezasiadnutou), B – zdrojom znečistenia, C – oblasťou zasiahnutou kontamináciou (obr. 2.1.1).



Obr. 2.1.1. Schematický model šírenia znečistenia v horninovom prostredí a rozmiestnenie monitorovacích miest vzhľadom k šíreniu sa znečistenia.

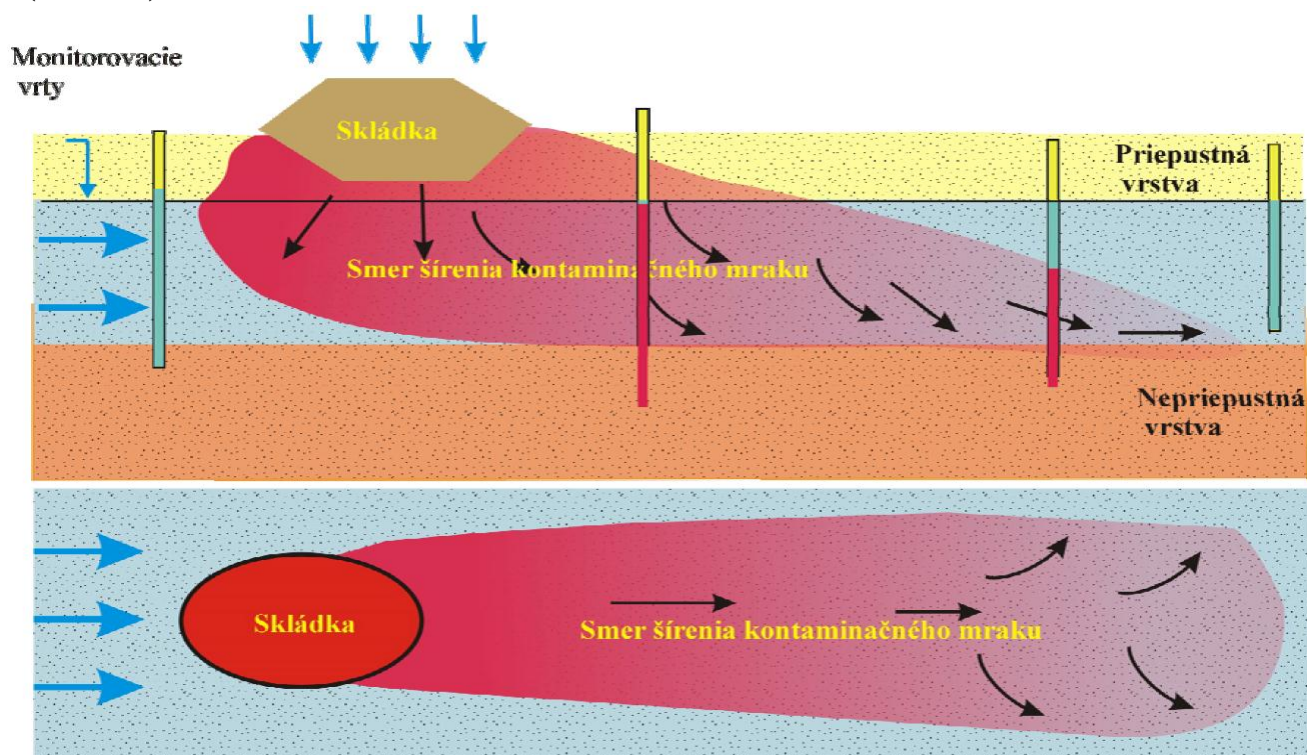
Monitorovací systém na lokalite vychádza z dominantného mechanizmu šírenia sa znečistenia v danom horninovom prostredí. ASCHEZ sú v Podsysteme 03 zaradené systematicky na základe mechanizmu šírenia sa znečistenia v horninovom prostredí SR do 5 základných typov (A – E):

A – hĺbka nepriepustného podložia je tesne pod zdrojom znečistenia, obvyčajne v prostredí s dynamickejšou morfológiou terénu, hladina podzemnej vody býva nespojitá, šírenie znečistenia je silne závislé od klimatických podmienok. Používa sa tiež označenie tzv. údolný typ (obr. 2.1.2).



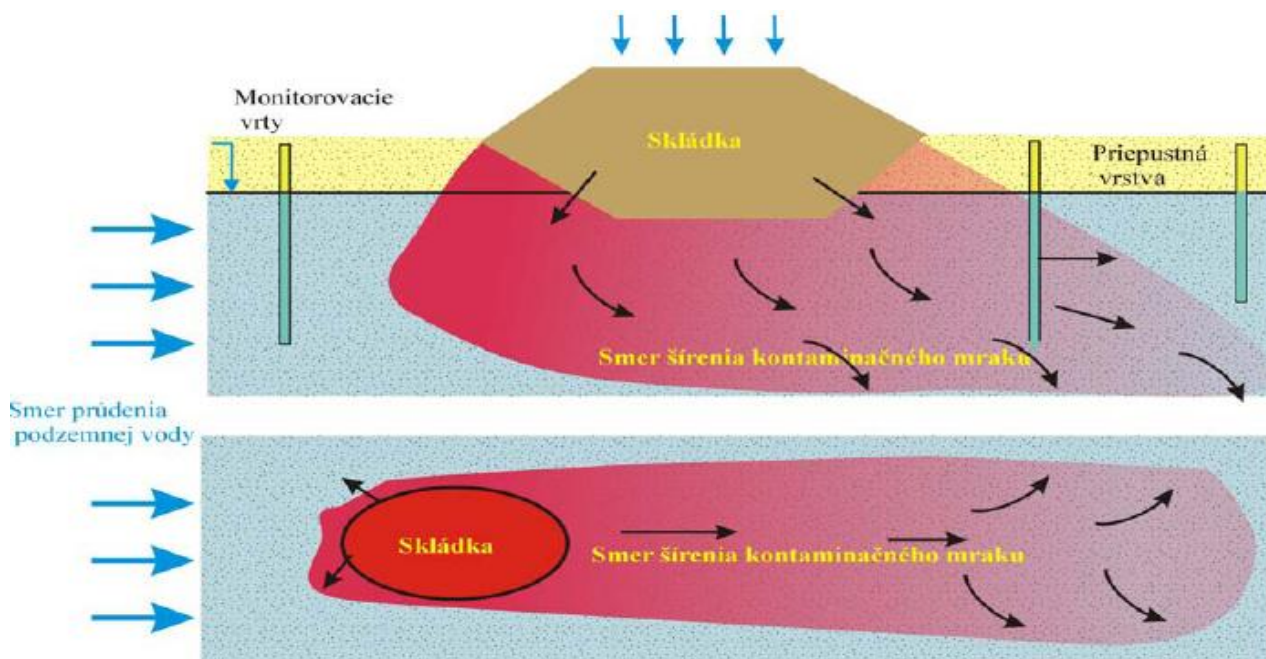
Obr. 2.1.2. Model A – záťaž s nulovou hĺbkou nepriepustného podložia; hore - prierez modelom; vľavo - pohľad spredu; vpravo - náhľad z hora.

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. Používa sa tiež označenie tzv. inundačný typ (obr. 2.1.3).



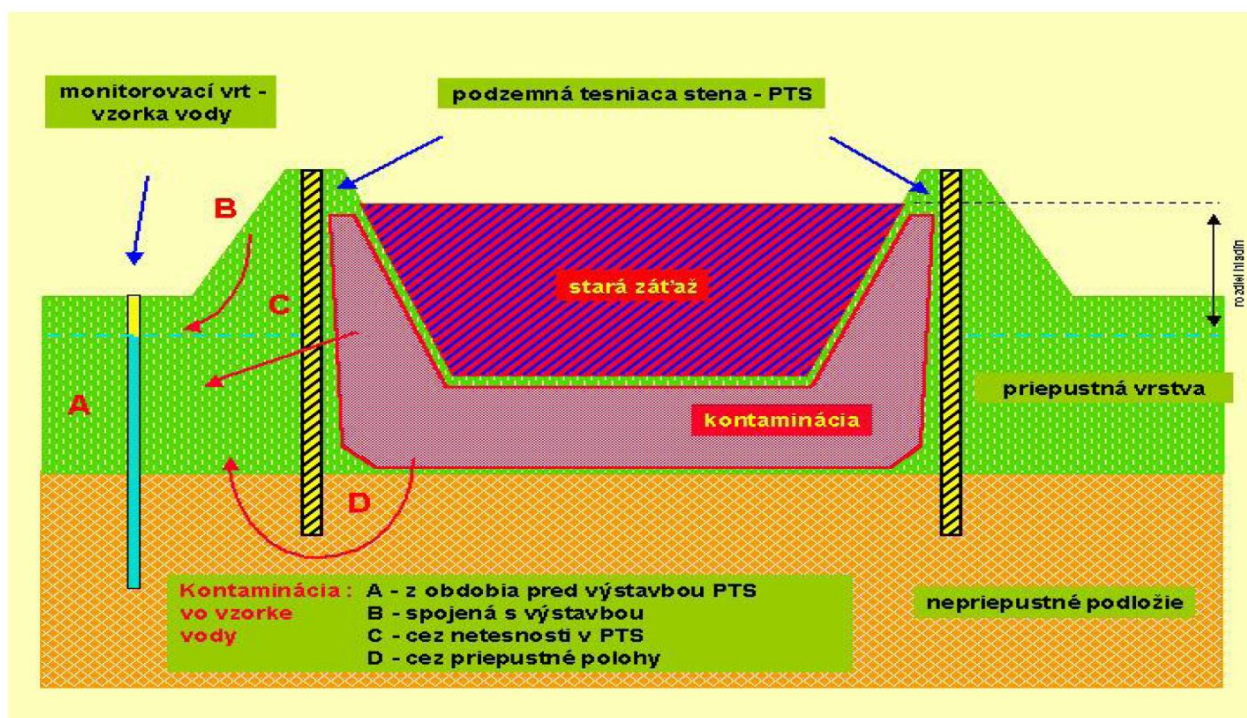
Obr. 2.1.3. Model B – záťaž s blízkym nepriepustným podložíom.

C – hĺbka nepriepustného prostredia sa nachádza v hĺbke viac ako 20 m pod zdrojom znečistenia, šírenie znečistenia prebieha v priepustnom zvodnenom horninovom prostredí, pohyb kontaminantov býva kontrolovaný najmä regionálnym prúdením podzemnej vody a charakterom kontaminantov (obr. 2.1.4).



Obr. 2.1.4. Model C – záťaž situované v priepustnej vrstve s nepriepustným podloží v relatívne veľkej hĺbke.

D – zdroj znečistenia je ohraničený podzemnou tesniacou stenou (PTS), ktorá predstavuje umelú bariéru voči prirodzenému prúdeniu podzemnej vody, resp. šíreniu znečistenia v danom prostredí (obr. 2.1.5).



Obr. 2.1.5. Model možného pôvodu kontaminácie v okolí skládky s PTS.

E – hladina podzemnej vody nie je v dosahu monitorovacích objektov, šírenie znečistenia prebieha cez nesaturovanú zónu. Model reprezentuje skládky vyčlenené v zmysle § 33 Vyhlášky 283/2001 Z.z., podľa

ktorej je skládka odpadov situovaná vo vhodnom geologickom prostredí (špecifikuje Vyhláška) a do 30 m pod základovou škárou nebola zistená hladina podzemnej vody a nie je ani predpoklad jej výskytu v budúcnosti.

Jednotlivé typy mechanizmov šírenia znečistenia v horninovom prostredí sú bližšie opísané vo viacerých dokumentoch (napr. Vybíral et al., 2005, alebo Mikita, 2010).

2.2 CHARAKTERISTIKA MONITOROVACEJ SIETE

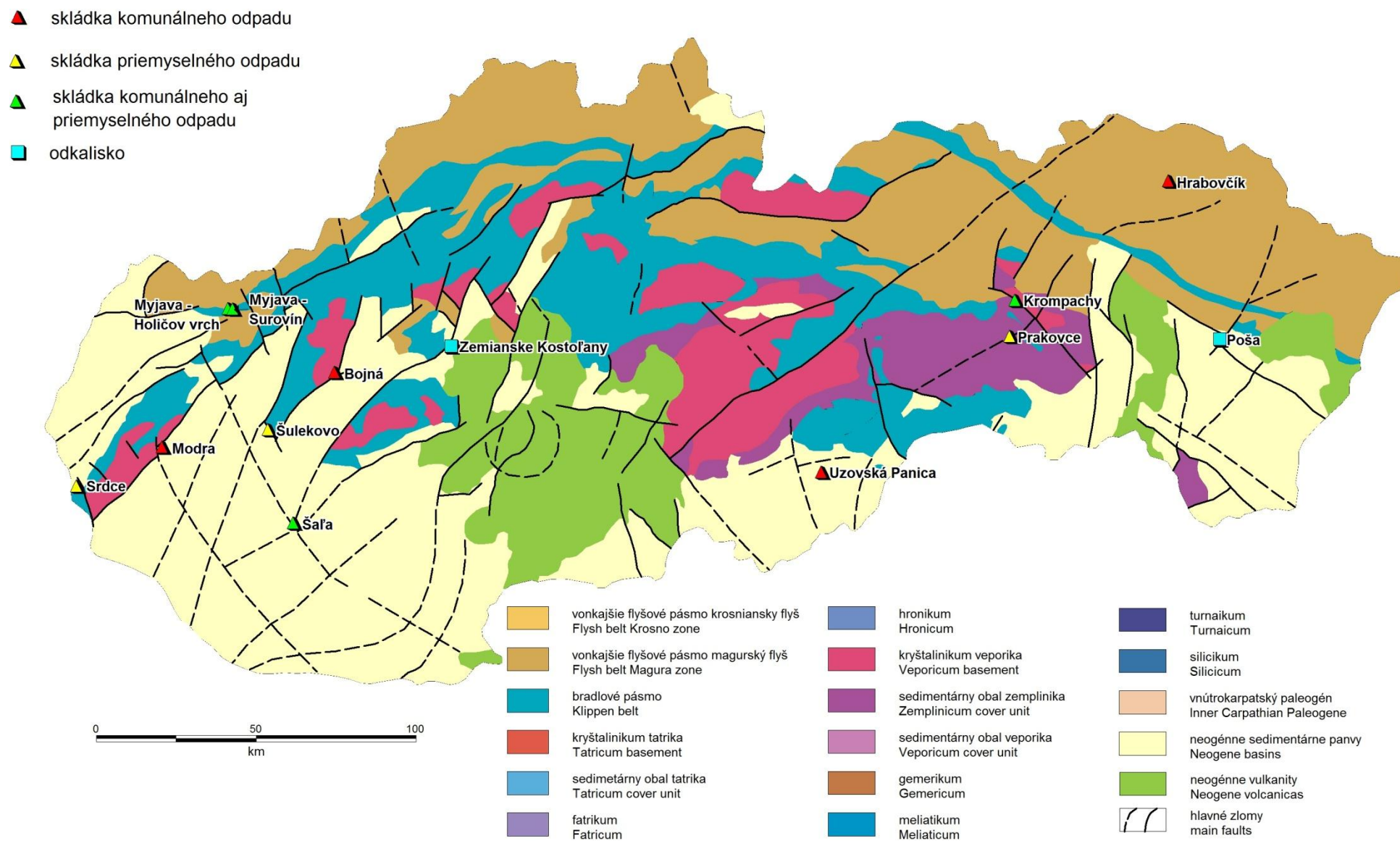
Monitorovaciu sieť tvoria vybrané lokality, ktoré **predstavujú významné riziko ohrozenia jednotlivých zložiek geologického prostredia a zároveň reprezentujú typové prejavy šírenia kontaminantov v geologickom prostredí Slovenska.**

Zaradenie jednotlivých ASCHEZ do Pod systému 03 je podmienené tiež rôznorodosťou zdroja kontaminácie z hľadiska:

- zastúpenia jednotlivých kontaminantov – skládky komunálneho odpadu, skládky priemyselného odpadu, odkaliská;
- obmedzenia možného šírenia znečistenia do prostredia – zdroj znečistenia je s technickými opatreniami alebo bez nich (nepriepustné podložie, pokryvná nepriepustná vrstva, podzemná tesniaca stena, stabilizácia čela skládky a pod.);
- veku uloženého odpadu – obyčajne s časom dochádza k degradácii materiálu, čím sa znižuje aj jeho vplyv na prostredie.

Ďalším z kritérií výberu lokalít je, že k nim existuje väčšie množstvo dostupnejších a komplexnejších informácií z prieskumu alebo monitoringu.

Od roku 2005 sa s rôznou frekvenciou monitorujú nasledovné lokality: *Bojná, Devínska Nová Ves – Srdce, Hrabovčák, Modra, Myjava – Surovín, Myjava – Holíčov vrch, Krompachy – Halňa, Poša, Prakovce, Šaľa, Šulekovo –Fe-kaly, Uzovská Panica, Zemianske Kostolany* (obr. 2.2.1).



Obr. 2.2.1. Poloha monitorovaných lokalít (zostavené podľa Biely et al., 1996).

Charakteristika monitorovaných lokalít je stručne vyjadrená v tab. 2.2.1.

Tab. 2.2.1. Charakter lokalít a frekvencia ich monitorovania.

Monitorované lokality	Charakter lokality	Koncepčný model	Frekvencia monitorovania – ročne ŠGÚDŠ/externé zdroje
Bojná	Stará a nová STKO	A + B – rôzne generácie zdrojov znečistenia	1/4
Devínska nová Ves – Srdce	Ropné látky (gudróny) v starom vápencovom lome	E	1 x za 5 rokov/0
Krompachy – Halňa	Rekultivovaná SPO	B – inundačná oblasť	1 x za 5 rokov /2
Modra	Rekultivovaná STKO	A – klimatický vplyv	1/1
Myjava – Surovín	Rekultivovaná STKO a SPO	A – zmiešavacie procesy	1/1
Poša	Odkalisko a kontaminované fluviálne náplavy	A + B	1 x za 5 rokov /1
Prakovce	Rekultivovaná SPO	B – inundačná oblasť	1 x za 5 rokov /1
Šaľa	Rekultivovaná STKO a SPO s PTS	B + D – 2 zvodnenec	1/2
Šulekovo – železité kaly	SPO s PTS	B + D – zmena smeru prúdenia podzemnej vody, inundačná oblasť	1/2
Zemianske Kostoľany	Odkalisko a kontaminované fluviálne náplavy	B	1 x za 5 rokov /2
Myjava – Holičov vrch	Rekultivovaná STKO a SPO	A – klimatický vplyv, zmiešavanie, rozdielne horninové prostredie	1 x za 5 rokov /0
Hrabovčík	Rekultivovaná STKO	A – klimatický vplyv, zmiešavanie	1 x za 5 rokov /1
Uzovská Panica	Čiastočne rekultivovaná STKO	A – zmiešavacie procesy	1 x za 5 rokov /0

Pozn.: STKO – skládka komunálneho odpadu, SPO – skládka priemyselného odpadu, PTS – podzemná tesniaca stena.

Aj keď každá z lokalít je osobitá a prebiehajú na nich špecifické prejavy šírenia sa kontaminantov, je možné rozlíšiť hlavné mechanizmy týchto prejavov a priradiť ich do niektorého z vyššie uvádzaných koncepčných modelov, resp. ich kombinácií (tab.2.2.1). Zaradenie lokalít umožňuje využiť poznatky a skúsenosti, ktoré sa spájajú s daným modelom, čo zefektívňuje a optimalizuje nastavenie monitorovacieho systému na konkrétnej lokalite.

Monitorovací systém pozostáva z monitorovacích miest (vrty, šachty, studne, pramene, toky, mláky, jazerá, drenáže a pod.). Mali by byť rozmiestnené tak, aby sa dali získať reprezentatívne informácie (dáta) o situácii na lokalite vzhľadom k šíreniu sa kontaminantov v danom priestore a čase a objektívne vyhodnotiť vplyv zdroja znečistenia na hydrosféru (obr. 2.1.1). V zmysle šírenia znečistenia, ktoré je obyčajne zhodné so smerom prúdenia podzemnej vody, možno monitorovacie miesta rozdeliť na:

- Referenčné monitorovacie miesta** – poskytujú informácie o prirodzenej kvalite vody v danom prostredí ešte pred jej vstupom do zdroja znečistenia. Referenčné miesto sa vzťahuje pri podzemných vodách na plytší 1. zvodnenec (A1) alebo hlbší 2. zvodnenec (A2), pri povrchových vodách ide obyčajne o miesto na toku pred sútokom so znečistením z ASCHEZ (A3).
- Miesta reprezentujúce priesakovú kvapalinu** – ide o vodu, ktorá sa dostala k zdroju znečistenia, zmiešala sa s výluhmi z uloženého odpadu a transformovala sa fyzikálne, chemicky a biologicky v podmienkach zdroja znečistenia na priesakovú kvapalinu (B). Priesaková kvapalina má obyčajne najmenej priaznivé hodnoty sledovaných ukazovateľov na lokalite.

- c) **Indikačné monitorovacie miesta** – indikujú únik, resp. umožňujú charakterizovať ovplyvnenie vody znečistením v mieste, v ktorom sa nachádzajú. Pri podzemných vodách sa rozlišuje ovplyvnenie plytšieho – 1. zvodnenca (C1) alebo hlbšieho – 2. zvodnenca (C2). Pri povrchovej vode ide obyčajne o miesto na toku pod sútokom so znečistením (C3). Ideálne situovanie indikačného monitorovacieho miesta je v osi šírenia znečistenia v rôznej vzdialenosti od zdroja znečistenia. Indikačné monitorovacie miesta by ďalej mali byť rozmiestnené tak, aby umožnili sledovať priestorové a časové zmeny šírenia znečistenia.

2.3 MONITOROVANÉ UKAZOVATELE A SPÔSOB ICH ZÍSKAVANIA

Znečistenie sa z ASCHEZ šíri do horninového prostredia vo forme **kontaminovaných priesakov pozostávajúcich z cudzorodých látok, resp. prirodzených látok, ktoré majú anomálne koncentrácie voči danému prostrediu**. Takýmto spôsobom dochádza k ovplyvneniu prirodzenej kvality vody. Voda je zároveň transportným médiom, prostredníctvom ktorého sa znečistenie do prostredia distribuuje.

Monitorované ukazovatele predstavujú súbor údajov, ktoré poskytujú informácie o stave a vývoji kontaminácie spôsobenej environmentálnou záťažou.

Požiadavky na monitorovanie znečistenia vody vychádzajú vo všeobecnosti z poznatkov o šírení sa kontaminantov horninovým prostredím a z potreby predchádzať jeho kontaminácii.

Pre dosiahnutie stanovených cieľov bolo potrebné získať **dáta, ktoré spĺňajú nasledovné kritériá:**

- majú reprezentatívnu informáciu o aktuálnom stave na lokalite,
- je nimi možné zachytiť priestorové a časové zmeny vo vývoji prejavov kontaminácie,
- ich množstvo by malo byť optimálne vzhľadom k situácii na lokalite a zároveň by malo spĺňať požiadavky na ich jednoduché, efektívne a finančne nenáročné získavanie.

A. Nosnú skupinu monitorovaných ukazovateľov reprezentujú chemické látky obsiahnuté v kontaminovaných priesakoch. Vzhľadom k charakteru zdroja kontaminácie môže ísť o:

1. Organické látky: významnou mierou ovplyvňujú vlastnosti a kvalitu vôd. Ich zastúpenie je veľmi rôznorodé a široké, (stovky až tisíce typov organických látok). Medzi najčastejšie sa vyskytujúce skupiny organických látok patria: prchavé mastné kyseliny, fulvonové kyseliny a humínové kyseliny. Samostatnú skupinu tvoria **xenobiotické organické látky**, ktoré pochádzajú z chemikálií používaných v domácnostiach alebo priemysle. V kontaminovaných priesakoch sú prítomné v malých koncentráciách (obyčajne menej ako 1 mg/l danej látky). Tieto zložky zahrňujú okrem iných skupinu aromatických uhlíkovodíkov, fenolov a chlórovaných alifatických uhlíkovodíkov. Z hľadiska šírenia znečistenia je dôležité poznať, či ide o látky typu LNAPL (látky tvoria voľnú fázu na hladine vody) alebo DNAPL (látky tvoria voľnú fázu pod hladinou vody). Ďalej, či ide o látky perzistentné, prchavé, degradovateľné a pod.

2. Anorganické látky obsiahnuté v priesakovej kvapaline sú prirodzenou súčasťou chemického zloženia podzemných vôd, avšak ich koncentrácie v priesakovej kvapaline bývajú obyčajne viacnásobne prekročené. Podľa ich množstvového zastúpenia a zároveň aj ich vplyvu na chemické a fyzikálne vlastnosti priesakovej kvapaliny a podzemnej vody je účelné rozdeliť anorganické látky na skupinu makrokomponentov a mikrokomponentov.

- **makrokomponenty** - ich obsah býva 10^2 až 10^3 mg/l. Medzi typické makrokomponenty patria: Ca, Mg, Na, K, NH_4^+ , Fe, Mn, Cl, SO_4^{2-} a HCO_3^- , pričom v priesakových kvapalinách dominujú hlavne

zložky: NH_4^+ , Cl , SO_4^{2+} . Aj keď ide o najmenej nebezpečné kontaminanty, je im venovaná pozornosť, pretože ovplyvňujú hydrogeochemické a fyzikálne parametre (napríklad vodivosť vody).

- **mikrokomponenty** – vyskytujú sa v stopových množstvách. Tieto prejavujú svoju toxicitu, resp. iné nepriaznivé účinky už pri nízkych koncentráciách, ale vôbec alebo nepodstatne menia fyzikálne a hydrogeochemické vlastnosti. Vzhľadom ku kontaminácii zo skládok odpadov sa sem radia predovšetkým niektoré ťažké kovy ako B, Cd, Cr, Cu, Pb, Ni a Zn. Ďalej sem možno zaradiť aj zložky ako As, Se, Ba, Li, Hg a Co, ktoré sú však obvyčajne v kontaminovaných priesakoch prítomné iba v malých koncentráciách a majú druhotný význam.

Okrem rozpustených foriem chemických látok sa nachádzajú v priesakovej kvapaline aj nerozpustné zložky, prítomné hlavne ako **koloidy**. Môžu ovplyvňovať formu výskytu ostatných látok a tiež ich niektoré fyzikálne a hydrogeochemické vlastnosti.

Bližšie sú jednotlivé látky vo vzťahu k jednotlivým zdrojom znečistenia rozpísané napr. v literatúre: Tölgyessy et al. (1989), Šráček et al. (2000), Christensen et al. (2001), Pitter (2009).

Konkrétne zloženie a obsahy kontaminantov budú závisieť od viacerých faktorov a ich dominantnosti vzhľadom k situácii na danej lokalite. Medzi hlavné faktory patrí okrem *zloženia odpadu* tiež *doba jeho uloženia a spôsob ukladania odpadu*. Bližšie informácie o jednotlivých faktoroch je možné nájsť napr. v literatúre: Pelikán (1983) alebo Vaníček (2002).

Spôsob získavania informácií o ukazovateľoch sa uskutočňuje odberom vzoriek vôd a laboratórnym stanovením ich fyzikálno-chemických ukazovateľov – spolu úzko súvisia a sú kľúčovými metódami pri štúdiu interakcií kontaminačných prejavov zo zdrojov znečistenia na hydrosféru. Umožňujú vo vodách identifikovať jednotlivé kontaminanty a sledovať ich priestorovú distribúciu alebo časové zmeny ich vývoja.

Samotný spôsob odberu vzoriek vôd sa realizuje podľa štandardných postupov a predpisov, napr. STN EN ISO 5667 (časti 1 až 18). Analýzy vôd sa vykonávajú v zmysle požiadaviek konkrétnych legislatívnych predpisov a noriem.

- B. Pomocnú skupinu monitorovaných chemických ukazovateľov predstavujú fyzikálno-chemické ukazovatele, alebo tiež tzv. indikačné ukazovatele.

V laboratóriu sa stanovujú najčastejšie tieto tzv. skupinové indikačné ukazovatele: chemická spotreba kyslíka dichrómanom (CHSK_{Cr}), biologická spotreba kyslíka (BSK_5), celkový organický uhlík (TOC), polychlórované uhlíkovodíky (PCB), alifatické organické uhlíkovodíky (AOX).

Priamo v teréne sa pri monitorovaní ASCHEZ využívajú: pH, merná elektrická vodivosť (EC), oxidačno-redukčný potenciál (Eh), teplota (T).

Z uvádzaných parametrov má v praxi najväčšie uplatnenie **meranie mernej elektrickej vodivosti vody**:

Vodivosť vody (označovaná tiež ako konduktivita alebo merná elektrická vodivosť vody, - κ , udávaná v mS/m) – je významnou veličinou v chémii 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, 2009).

V tab. 2.3.1 je uvádzaný príklad rozsahov mernej elektrickej vodivosti z monitorovacích miest reprezentujúcich pozadie a priesakovú kvapalinu na vybraných lokalitách.

Tab. 2.3.1. Rozsahy mernej elektrickej vodivosti z monitorovacích miest reprezentujúcich pozadie a priesakovú kvapalinu na vybraných lokalitách.

ASCHEZ	Vplyv	Pozadie – min	Pozadie – max	Pozadie – medián	Pomer: Pozadie – max a PK – medián	PK – min	PK – max	PK – medián
Bojná	PzV	27.1	52	40.70	22	241.0	1874.0	1130.0
Modra	PoV	27.6	188.0	67.20	2	367.0	582.0	400.0
Myjava – HV	PoV	79.5	93.5	82.30	4	223.0	652.0	368.0
Myjava – Surovín	PoV	78.5	169.0	94.30	2	121.0	840.8	295.0
Šaľa – 1.zvodnenec	PzV	212	342.0	263.50	2	241.0	922.0	833.0
Šulekovo – Fe kaly	PzV	93.0	224.0	150.00	89	1046.0	20000.0	4735.0
Uzovská Panica	PoV	80.4	116.0	95.25	4	105.0	696.0	424.0

Pozn.: PK = priesaková kvapalina, PzV = podzemná voda, PoV = povrchová voda.

Porovnávaním nameraných hodnôt vodivosti na dostupných miestach na lokalite je možné rozlíšiť dostatočne citlivo charakter vôd a mieru ich ovplyvnenia priesakmi zo skládky. Ich vhodnou aplikáciou sa dá vystihnúť rozloženie kontaminácie v priestore, či sledovať zmeny prejavov šírenia kontaminantov v závislosti od vonkajších podmienok (obr. 2.3.1). Dobré korelačné závislosti medzi hodnotami vodivosti vody a obsahmi sledovaného kontaminantu umožňujú pre konkrétne monitorovacie miesto daný kontaminant suplovať iba jednoduchým meraním vodivosti. Takýmto spôsobom sa dá efektívne získavať optimálne množstvo dôležitých informácií o kontaminačných prejavoch na lokalite. Napríklad prostredníctvom merania vodivosti pozdĺž vodného stĺpca v jednotlivých vrtoch sa dá nepriamo sledovať **vertikálna chemická zonálnosť šírenia sa znečistenia** (obr. 2.3.2). Ďalšie príklady aplikovania meraní fyzikálnych parametrov vody in-situ a ich vyhodnotenie vzhľadom k riešeným problémom sú uvedené napr. v práci Mikita, 2008.



Obr. 2.3.1. Meranie vodivosti a teploty v prirodzených výveroch



Obr. 2.3.2. Meranie vodivosti a teploty vo vrtoch

C. Dôležitou súčasťou monitorovacích prác sú ukazovatele režimových zmien:

- *vývoj hladiny podzemnej vody vo vrtoch a v povrchových tokoch* – umožňujú vyhodnocovať dynamiku zmien v závislosti od pôsobenia vonkajších činiteľov, smery šírenia podzemnej vody, rýchlosť prúdenia podzemnej vody a pod.,

- *údaje o množstvách kontaminovaných priesakov, výdatnosti prameňov a prietokov povrchovej vody v závislosti od vývoja vonkajších podmienok* – informujú o možnom dosahu šírenia kontaminovaných priesakov, určujú extrémne stavy vývoja kontaminácie vzhľadom k suchým a vlhkým klimatickým podmienkam na lokalite,
- *údaje o úhrnoch zrážok, teplote vzduchu* – dopĺňajú informácie v rámci monitorovacej siete tak, aby bolo možné vyhodnotiť súvislosti medzi pozorovanými javmi.

2.4 PROGRAM MONITORINGU

Program monitoringu predstavuje pre **každú lokalitu osobitný (cielený) harmonogram prác získavania dát reprezentatívnym a zároveň optimálnym spôsobom**. Pozostáva z viacerých súčastí:

- výber monitorovacích miest,
- rozsah stanovovaných ukazovateľov,
- nastavenie frekvencie monitorovania.

Program monitoringu závisí okrem charakteru zdroja znečistenia aj od toho, v akom stupni rozpracovania je lokalita, aký rozsah poznatkov bol zistený predchádzajúcim prieskumom a tiež, ako zložité sú prírodné podmienky na lokalite. Program monitoringu musí zohľadniť výkyvy sledovaných parametrov, ktoré vyplývajú z charakteru pôsobenia ASCHÉZ na hydrosféru. Zároveň sa ním musí zabezpečiť dostatok informácií pre dlhodobé sledovanie trendov vývoja znečistenia.

Výber odberných miest, čas a spôsob odberu, ako aj rozsah stanovených ukazovateľov vyplýva vo všeobecnosti z poznatkov o šírení kontaminantov horninovým prostredím. Ďalej tiež závisí od podmienok a účelu sledovania javov na lokalite. Operatívne sa prispôsobuje aktuálnej situácii a najnovším poznatkom na lokalite.

Práce pri monitorovaní je potrebné optimalizovať v zmysle **postupného znižovania počtu odberných miest a počtu sledovaných ukazovateľov** vzhľadom k situácii na konkrétnej lokalite. *V začiatkových štádiách* získavania informácií je vhodné, aby bol monitoring frekventovanejší, systém monitorovacích miest početnejší a rozsahy stanovovaných ukazovateľov širšie. *Postupne, s množstvom získavaných dát a informácií* o situácii na lokalite, je vhodné monitoring zamerať na kľúčové miesta. Zároveň by mala prebiehať aj optimalizácia rozsahu sledovaných ukazovateľov, so snahou o vytvorenie podmienok pre vzájomné korelovanie sledovaných ukazovateľov. Alternatívnym riešením monitorovania, najmä z praktického hľadiska, je striedanie šírky rozsahov monitorovacích miest a stanovovaných ukazovateľov.

Pri nastavení optimálneho rozsahu je dôležité si uvedomiť mierku riešenia problému na lokalite. Jednotlivé procesy, ktoré pri interakcii kontaminovaných priesakov s vodou v ich okolí nastávajú, môžu mať rôzne formy kontaminačných prejavov s rozdielnym trvaním. Programom monitoringu je snaha upriamiť pozornosť na tie procesy, ktoré majú dominantný vplyv na ovplyvňovanie kvality povrchovej vody skládkou.

Výber monitorovacích miest

Vo všeobecnosti vyplýva výber monitorovacích miest z poznatkov o šírení sa kontaminantov na lokalite. Ďalej tiež závisí od podmienok a účelu sledovania javov na lokalite. Ideálne je zabezpečiť informácie zo všetkých monitorovacích miest, ktoré na lokalite reprezentujú 1. pozadie (nenarušené podmienky), 2. zdroj znečistenia, 3. ovplyvnené prostredie kontaminovanými priesakmi. Takýmto spôsobom sa dá vyhodnotiť situácia na lokalite vzájomným porovnávaním zmien nameraných hodnôt. Tiež je pri výbere monitorovacích miest dôležité zväžiť aj legislatívne možnosti pre správne vyhodnotenie situácie na lokalite.

Pri komplikovanejších pomeroch alebo dynamickejších zmenách vývoja znečistenia je vhodné znížiť neistotu informácie väčším počtom vhodne situovaných monitorovaných miest. Monitorovacia sieť by mala

umožniť ohraničiť znečistenie aj v čase svojho maximálneho rozsahu. Zároveň by mala poskytnúť údaje o podstatných zmenách sledovaných ukazovateľov pozdĺž transportnej cesty šírenia znečistenia. Na niektorých lokalitách v suchom období nie je možné uskutočniť meranie, resp. odber vzorky nakoľko monitorovacie miesto je bez vody.

Pri dostatočnej znalosti podmienok a vývoja situácie na lokalite vývoja zmien šírenia znečistenia na lokalite je možné minimalizovať počet monitorovacích miest. Napríklad referenčné monitorovacie miesta je možné sledovať s nižšou frekvenciou, lebo sledované hodnoty sa tu obyčajne menia iba veľmi málo. Pri rozsiahlejšej monitorovacej sieti a vyššej frekvencii odberov sa často využíva princíp striedania odberu vzoriek.

Rozsah stanovovaných ukazovateľov

Nie je reálne, resp. opodstatnené, analyzovať všetky existujúce látky v kontaminovaných priesakoch. Rozsah stanovovaných ukazovateľov by mal vystihovať charakter šírenia znečistenia na danej lokalite. Potrebne je, aby vychádzal z vedomostí o zložení a koncentrácii látok v kontaminovaných priesakoch zo zdroja znečistenia. Napríklad pri komunálnom odpade je v priesakoch prítomná pomerne široká paleta organických aj anorganických látok. Naopak pri priemyselnom odpade je rozsah kontaminantov zúžený na špecifické látky, napr. kovy podľa zamerania výrobného procesu.

Dôležité je vybrať takú kombináciu ukazovateľov, ktoré svojimi vlastnosťami umožňujú interpretovať a kontrolovať šírenie sa znečistenia v priestore a čase. Ide napríklad o určenie maximálneho rozsahu znečistenia, dynamiky kontaminačných prejavov, retardácie či degradácie znečistenia, vertikálnej chemickej zonálnosti šírenia sa znečistenia, a pod.

Obyčajne sa vo vode stabilne sledujú iba indikačné ukazovatele ako pH, EC, T, CHSK_{Cr} a kľúčové kontaminanty reprezentujúce charakter znečistenia na lokalite. Pomocou nich sa na lokalite kontroluje stav a vývoj znečistenia. Pri anomálnych prejavoch je potrebné realizovať širší, resp. kontrolný rozsah a pod. Ostatné ukazovatele majú svoje opodstatnenie v závislosti od charakteru zdroja znečistenia a podmienok na lokalite.

V prípade potreby vyhodnotenia situácie na lokalite podľa relevantnej legislatívy sa rozsah stanovovaných ukazovateľov prispôsobuje požadovaným normatívom.

S množstvom poznatkov o vplyve ASCHEZ na hydrosféru je vhodné rozsah ukazovateľov optimalizovať znížením ich počtu. Zároveň je žiaduce sa zamerať na kľúčové kontaminanty a ich korelovaním s indikačnými parametrami hľadať možnosti nepriameho a operatívnejšieho sledovania vývoja situácie na lokalite.

Nastavenie frekvencie monitorovania

Vo všeobecnosti by frekvencia monitorovania mala byť nastavená tak, aby sa dala zaznamenať dynamickosť režimových zmien v šírení sa kontaminantov a tiež sa dal sledovať trend ich vývoja. Nastavenie frekvencie sledovania na lokalite by malo závisieť najmä od nasledovných faktorov:

- *celkové poznanie situácie na lokalite* – pri menšom počte informácii je vyššiu mieru neistôt potrebné kompenzovať väčším súborom dát,
- *charakter odpadu a doba jeho uloženia* – jednotlivé odpadové látky sa rozkladajú (degradujú) rôzne rýchlo. Obyčajne v začiatočnom štádiu degradácie odpadových látok dochádza aj k najširšiemu zastúpeniu kontaminantov s najväčšími výkyvmi ich koncentracii. Postupom času dochádza k ich ustáľovaniu – zúženiu rozsahu na perzistentnejšie kontaminanty,

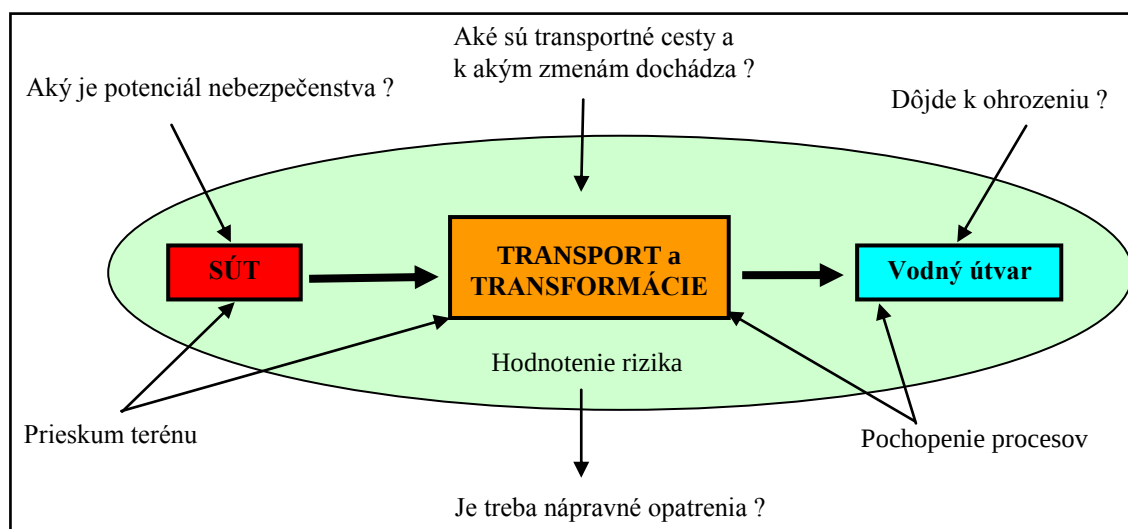
- *vplyv klimatických zmien na šírenie kontaminantov* – ovplyvnenie je závislé hlavne od hĺbky obehu podzemnej vody, v rámci ktorej sa znečistenie šíri. V prípade plytkého obehu máva klimatický vývoj výrazný vplyv na mieru a dosah znečistenia. Ideálne je frekvenciu monitorovania realizovať sezónne. Optimálna frekvencia sledovania je taká, ktorá umožňuje zachytiť situáciu na lokalite v čase extrémnych klimatických stavov – v čase vlhkého obdobia (jar) a suchého obdobia (jeseň),
- *situovanie ASCHEZ v konkrétnom horninovom prostredí* – podmieňujú dynamickosť zmien kontaminačných prejavov, napr. v inundačnom prostredí dochádza vplyvom zmien v hladine rieky k častým a dynamickým zmenám smeru šírenia znečistenia, v priepustnejšom prostredí dochádza k rýchlejšiemu prúdeniu kontaminantov, v heterogénnom prostredí s väčšou dynamikou reliéfu často existuje viacero transportných ciest šírenia kontaminantov s rozdielnymi prejavmi.

Na lokalitách sa dobre osvedčilo súbežné sledovanie režimových zmien s indikačnými ukazovateľmi. Umožňuje nepriamo vysledovať závislosti prejavov šírenia znečistenia od vonkajších vplyvov a tak vhodnejšie optimalizovať obdobie a početnosť odberov vzoriek.

Získavanie údajov je okrem zdrojov priradených k Podsystemu 03 zabezpečované tiež **v kooperácii** s prevádzkovateľmi skládok, resp. s organizáciami, ktoré zodpovedajú za monitoring jednotlivých skládok v zmysle Vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z.z. Dajú sa tak získavať komplexnejšie informácie o priestorových a časových zmenách vývoja šírenia kontaminantov na lokalite. Takýto spôsob umožňuje tiež kompenzovať neistoty a poskytovať dáta s možnosťou ich interpretácie v širších súvislostiach.

2.5 HODNOTENIE VPLYVU ASCHEZ NA VODNÚ ZLOŽKU PROSTREDIA

Hodnotenie lokalít v rámci Podsystemu 03 je postavené tak, aby sa dal zistiť orientačný (prvotný) vplyv EZ na podzemnú vodu alebo povrchovú vodu v jej okolí aj s jeho kvantifikovaním. Hodnotenie je založené **na princípe rizikovej analýzy** (napr. Zákon NRSR č. 409/201 Z.z., Metodický pokyn MŽP SR č. 1/2012), ktorá je prispôbená účelom Podsystemu 03, charakteru dát a súčasným poznatkom o šírení sa znečistenia v horninovom prostredí Západných Karpát. Z environmentálnej záťaže sa znečistenie šíri do prostredia vo forme kontaminovaných priesakov a môže narušiť prirodzenú kvalitu životného prostredia, ktorého najcitlivejšími zložkami sú podzemná a povrchová voda. Pri transporte znečistenia obyčajne dochádza k zmenám, ktoré redukujú vplyv znečistenia na zasiahnuté zložky životného prostredia. Hodnotenie vyjadruje v podstate mieru narušenia pôvodnej (prirodzenej) kvality hodnotenej zložky prírodného prostredia znečistením z environmentálnej záťaže. Uvádzaný prístup korešponduje s metódami rizikovej analýzy pre environmentálne záťaže. Ilustratívne je možné prístup k hodnoteniu objasniť na nasledujúcej schéme (obr. 2.5.1).



Obr. 2.5.1. Hodnotenie environmentálnych záťaží z hľadiska šírenia znečistenia.

Každé hodnotenie sa viaže ku charakteristickému mechanizmu šírenia znečistenia v rámci vyčleneného modelu. Zvlášť sa hodnotí vplyv na povrchovú vodu a osobitne na podzemnú vodu.

Do hodnotenia sú zahrnuté viaceré kritéria, prostredníctvom ktorých sa zohľadňujú okrem priameho vplyvu aj podmienky a situácia na danej lokalite. Takýto prístup umožňuje objektívnejšie porovnávať mieru vplyvu, resp. rizika medzi lokalitami navzájom.

Priamy vplyv – predstavuje vyhodnotenie prekročenia sledovaných ukazovateľov na indikačných monitorovacích miestach voči legislatívnym kritériám – medzným hodnotám. Medzné hodnoty sú vyjadrené legislatívnymi požiadavkami, ktoré sa vzťahujú sa k podzemnej vode alebo povrchovej vode:

- Kritériá pre kvalitu podzemnej vody:
 - Pokyn Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 15. decembra 1997 č. 1617/97-min.) – limity A, B, C;
 - Metodický pokyn č. 1/2012-7 z 27. januára 2012 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia – limity indikačné a intervenčné;
- Kritériá pre kvalitu povrchovej vody:
 - Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 25. mája 2010 (269/2010 Z. z.), ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.

Poznámka:

- V prípade potreby je možné použiť aj inú relevantnú legislatívu, napr. takú, ktorá umožňuje bližšie špecifikovanie vplyvu ASCHEZ na receptor,
- Legislatívne kritériá sa vzťahujú na dané monitorovacie miesto podľa jeho charakteru – či ide o podzemnú vodu alebo povrchovú vodu. Na jednej lokalite môže nastať situácia, kedy sa vyhodnocuje vplyv ASCHEZ na podzemnú i povrchovú vodu,
- Ukazovatele, ktoré neprekračujú medznú hodnotu, do ďalších krokov hodnotenia nevstupujú.

V danom dátume sa hodnotia všetky tie ukazovatele, ktoré sa prekrývajú s danými legislatívnymi kritériami. Príklad hodnotenia priameho vplyvu je prezentovaný vo forme čiastkového výstupu v tab. 2.5.1.

Tab. 2.5.1. Príklad výstupu hodnotenia priameho vplyvu.

Lokalita	Dátum	Indikačné monitorovacie miesta	Hodnotený ukazovateľ			
Surovín	24.5.2011	S-5, S-6, S-7, S-8	S-5	S-6	S-7	S-8
			NH ₄ , Cl, Zn, CHSK _{Cr} , B	NH ₄ , Cl, Zn, CHSK _{Cr} , B	NH ₄ , Cl, Zn, CHSK _{Cr} , B	NH ₄ , Cl, Zn, CHSK _{Cr} , B
			Prekročené ukazovatele /Legislativa – (NV SR č. 269/2010 Z.z.)/			
			NH ₄ , Cl, Zn, CHSK _{Cr} , B	Cl, B, CHSK _{Cr}	Cl, B	

V ďalšom kroku hodnotenia sa čiastkové výsledky zobjektívnia tak, že **sa zohľadní situácia a podmienky na lokalite** vo forme tzv. doplnkových kritérií pre indikačné monitorovacie miesta a tzv. regulačných faktorov pre celú lokalitu.

Pre indikačné monitorovacie miesta sú doplnkové kritériá nasledovné:

1. *násobok miery prekročenia hodnoteného ukazovateľa voči príslušnej normatíve* – pri podzemnej vode sú medzné hodnoty rozdelené podľa veľkosti do viacerých kategórií. Násobok prekročenia hodnoteného ukazovateľa sa uvažuje iba pri najnepriaznivejšej kategórii,
2. *nebezpečenstvo jednotlivých ukazovateľov* – rozdelené sú do troch kategórií podľa nebezpečnosti látok na základe relevantných legislatívnych dokumentov (napr. Smernica č. 2008/105/ES) a vedomostí o vlastnostiach jednotlivých látok: a) nepriame (indikačné) ukazovatele, b) škodlivé látky a c) nebezpečné látky,
3. *vzdialenosť indikačných monitorovacích miest od zdroja znečistenia* – vyjadruje dĺžku transportu kontaminantov horninovým prostredím, pričom sa predpokladá, že so zväčšujúcou sa vzdialenosťou od zdroja znečistenia sa miera znečistenia horninového prostredia znižuje.

Pre monitorovanú lokalitu sú regulačné faktory nasledovné:

1. *Typ lokality* – rozdelenie lokalít do 5 základných typov: A, B, C, D, E (vid vyššie) umožňuje špecifikovať spôsob a rýchlosť šírenia sa kontaminantov horninovým prostredím. Určuje tiež základné podmienky pre ohrozenie podzemnej alebo povrchovej vody na lokalite.
2. *Hazard zdroja znečistenia* – reprezentuje potenciálny vplyv zdroja znečistenia. Pre účely hodnotenia v Podsysteme 03 je vyjadrený ako miera prekročenia mernej elektrickej vodivosti priesakovej kvapaliny voči jej požadovanej hodnote. Hodnoty pozadia sa počítajú z maximálnych hodnôt za celé sledované obdobie a hodnoty pre priesakovú kvapalinu zodpovedajú najvyššej dosiahnutej hodnote za posledný rok sledovania.
3. *Trend vývoja znečistenia* – vyjadruje dlhodobejšiu zmenu vývoja hodnôt mernej elektrickej vodivosti na monitorovacom mieste reprezentujúcom priesakovú kvapalinu. Trend vývoja znečistenia je

rozdelený na klesajúci, stúpajúci alebo stabilizovaný podľa toho, ako sa mení priebeh čiary lineárnej regresie.

Postup výpočtu vyhodnotenia vplyvu ASCHEZ na podzemnú vodu a povrchovú vodu

Vyhodnotenie lokality sa vzťahuje vždy na konkrétny dátum, v ktorom boli vzorky odoberané. Nastavenie váh, resp. definovanie skóre jednotlivých doplnkových kritérií pre indikačné monitorovacie miesta a hodnoty regulačných faktorov pre lokality sú súčasťou pracovného dokumentu „Návrh metodiky hodnotenia lokalít Pod systému 03 ČMS GF ŽP“ (Mikita et al., 2012).

V 1. kroku sa pre každý prekročený ukazovateľ vypočíta skóre vzájomným vynásobením jednotlivých doplnkových kritérií pre indikačné monitorovacie miesta. Skóre pre jednotlivé ukazovatele sa spočíta. Výsledná hodnota sa potom znormalizuje vydelením celkového počtu ukazovateľov, ktoré vstupovali do výpočtu.

V 2. kroku sa znormalizovaná hodnota z 1. kroku výpočtu vynásobí jednotlivými regulačnými faktormi. Priemerná hodnota z výsledkov po vynásobení potom vyjadruje výsledné skóre za lokalitu pre daný dátum. Príklad výstupu z výpočtu pre lokalitu Surovín z 24.5. 2011 je vyjadrený vo forme tab. 2.5.2.

Tab. 2.5.2. Príklad výstupu hodnotenia výsledného skóre za lokalitu pre daný dátum odberu vzorky.

Vyhodnotenie kritérií pre indikačné monitorovacie miesta				Normalizácia	Vyhodnotenie kritérií pre lokalitu			Rizikovosť	
kritérium	skóre			$\sum$ skóre/MM/U	kritérium	regulačný faktor	čiastkové skóre	priemerné – výsledné skóre	kategória rizikovosti lokality
S-5	1x2x10	20	120	260/10 = 26	Typ lokality	x 0,9	23,4	21,23	Nízka rizikovosť
	2x1x10	20							
	1x1x10	10							
	3x1x10	30							
	2x2x10	40							
S-6	1x2x10	20	60		Hazard zdroja znečistenia	x 0,8	20,8		
	1x2x10	20							
	2x1x10	20							
S-7	1x2x20	40	80		Trend vývoja znečistenia	x 0,75	19,5		
	1x2x20	40							

Celkovo je možné dosiahnuť 6 tried rizikovosti. Najvyššia hodnota znamená najhoršie skóre ohľadom vplyvu ASCHEZ na okolie. V prípade potreby porovnávania rizika medzi jednotlivými rokmi sa na lokalitách s viacnásobnými odbermi vzoriek vody zoberie do úvahy najvyššie dosiahnutá hodnota rizika v danom kalendárnom roku.

V súčasnosti prebieha testovanie metodiky a nastavovanie citlivosti váh jednotlivých kritérií tak, aby čo najreálnejšie reflektovali hodnotenú situáciu na lokalite a zároveň sa dala porovnať s mierou vplyvu na ostatných lokalitách.

2.6 DATABÁZA PODSYSTÉMU 03

Získavané dáta sú systematicky ukladané vo forme štruktúrovaných protokolov do databázy „Monitorovanie antropogénnych sedimentov charakteru environmentálnych záťaží.“ Databáza je vytvorená v prostredí produktu Borland Paradox. Systém je interaktívny a pozostáva z nasledujúcich častí:

1. Vstup a aktualizácia základných údajov. V tejto časti je možné importovať a aktualizovať základné informácie o monitorovaných lokalitách, monitorovacích bodoch a o primárnych údajoch analýz v týchto bodoch. Je možnosť manipulácie s pomocnými údajmi (napr. normy). Základné tabuľky sú: lokality, body, analýzy, vrty a režimové informácie.

2. Vizualizácia údajov. V tejto časti je možné vizualizovať primárne údaje, prípadne sekundárne údaje, na základe interaktívneho výberu.

3. Vyhodnotenie údajov na základe metodiky prezentovanej v podkapitole 2.3. V súčasnosti prebieha jej testovanie.

4. Export údajov. V tejto časti je možné exportovať spracované údaje do iných prostredí vo formáte DBF alebo XLS. V súčasnosti sa systém rozširuje o ďalšie možnosti vizualizácie.

3. VÝSLEDKY MONITORINGU V ROKU 2011

V roku 2011 bol Podsystem 03 čiastočne pozastavený z dôvodu alokácie finančných prostriedkov na Podsystem 01 (Zosuvy a iné svahové deformácie). V monitorovaní sa pokračovalo v obmedzenej miere len na niektorých lokalitách, ktoré patria do časti „Environmentálny monitoring skládok a odkalísk“.

Monitorované boli 4 lokality: Modra, Šulekovo – SŽK, Myjava – Holíčov vrch a Myjava – Surovín. V tab. 3.1 sú súhrnne prezentované frekvencia, počet odberných miest a počet stanovených ukazovateľov v rámci aktivít Podsystemu 03.

Tab. 3.1. Monitoring Podsystemu 03 ČMS GF v r. 2011 – údaje získané v rámci Podsystemu 03.

	Modra	Šulekovo	Holíčov vrch	Surovín
frekvencia	1	1	1	1
počet odberných miest	3	3	1	1
počet stanovených ukazovateľov	7	6	10	15
spolu ukazovateľov	21	18	10	15

Výber lokalít vyplynul z možnosti časovej koordinácie monitorovacích prác so subjektom, ktorý na lokalitách zabezpečuje pravidelný, kontrolný monitoring v zmysle Vyhlášky MŽP SR č.283/2001 Z.z. Doplnujúce výsledky z monitoringu na predmetných lokalitách za rok 2011 boli dodané firmou Sensor s r.o. (tab. 3.2).

Tab. 3.2. Monitoring Podsystemu 03 ČMS GF v r. 2011 – prevzaté údaje.

	Modra	Šulekovo	Holíčov vrch	Surovín
frekvencia	1	2	1	1
počet odberných miest	1	5	2	2
počet stanovených ukazovateľov	15	7	10	5
spolu ukazovateľov	15	70	20	10

Monitoring spočíval najmä v overovaní kvality podzemnej, prípadne povrchovej vody, ktoré by vzhľadom k šíreniu znečistenia na lokalite mohli byť ohrozené. Súčasťou monitorovacích prác boli aj režimové pozorovania, ktoré sú dôležité pre poznanie závislosti šírenia znečistenia od vonkajších vplyvov. Vlastný program monitoringu bol nastavený pre každú lokalitu v zmysle vytýčených cieľov, ktoré sa okrem posudzovania rizika na lokalite zameriavajú aj na komplexnejšie monitorovanie prejavov znečistenia charakteristických pre rôzne typy horninového prostredia (viď Podkapitola 2.1).

Výsledky chemických analýz z odberov vzoriek vody sú vo forme protokolov súčasťou prílohy. Spolu s ostatnými získanými údajmi boli zahrnuté do hodnotenia situácie a vývoja vplyvu pochádzajúceho z jednotlivých environmentálnych záťaží. Prispeli taktiež k poznatkom o charaktere šírenia kontaminantov v rozdielnych horninových prostrediach.

3.1 LOKALITA MODRA

3.1.1 Všeobecná situácia na lokalite

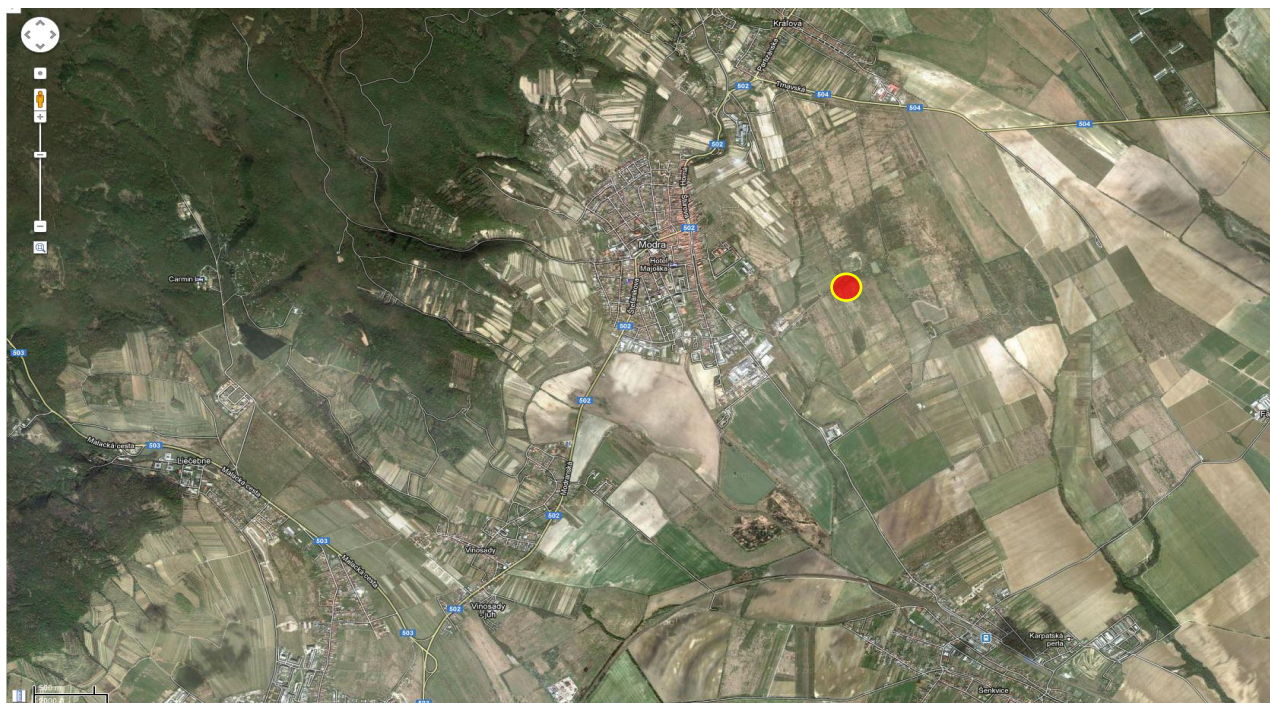
V čele skládky dochádza k celoročnému unikaniu priesakov, ktoré kontaminujú okolie, predovšetkým povrchové vody.

Lokalitu svojim charakterom je možné zaradiť medzi environmentálne záťaže typu „A“ - tzv. údolný typ (Mikita, 2010).

Monitorovaním zloženia a množstva unikajúcich priesakov v čele skládky sa dajú sledovať procesy prebiehajúce v samotnom telese starších, rekultivovaných skládok. Vplyv skládky na prostredie je výrazne závislý od vonkajších klimatických podmienok. Od poznania závislosti medzi klimatickým vývojom a distribúciou znečistenia do prostredia závisí aj reálne riziko tejto EZ voči okoliu. Cieľom monitorovacích prác na lokalite je preto posúdiť najmä možné vplyvy skládky na hydrosféru ako aj dôsledky rekultivačných prác na vývoj situácie na lokalite.

3.1.2 Charakteristika lokality

Bývalá skládka komunálneho odpadu sa nachádza cca 1 km východne od obce Modra. Je situovaná na južnom cípe plochej vyvýšeniny, v bývalom hlinisku tehelne. Samotná lokalita má extrémnu polohu, nachádza sa takmer na horizonte miernej pahorkatiny. Situácia lokality je na obr. 3.1.2.1. Skládka slúžila na ukladanie odpadu z mesta Modra, z časti Kráľová a z lokalít Piesky a Harmónia. Odpad bol ukladaný od roku 1975. V čase ukončenia činnosti, v roku 1997 tu bolo zhromaždených asi 270.000 m³ odpadov. Výmera skládky bola pri uzavretí 50 149 m², hrúbka uloženého odpadu je odhadovaná na 10 m. Skládka pozostáva z dvoch rozdielnych častí. Novšia časť skládky je čiastočne rekultivovaná, povrch a boky sú zavezené hlinou s väčšími balvanmi.



Obr. 3.1.2.1. Lokalita Modra.

Utesnením povrchu skládky sa malo zamedziť vstupom zrážok do priestoru skládky a tak obmedziť vývery priesakov v čele skládky (Obr. 3.1.2.2). Staršia časť skládky je iba vyrovnaná, je zarastená kríkmi a stromami.



Obr. 3.1.2.2. Výtok z čela skládky. Meranie prietoku v rigole.

3.1.3 Monitorovací systém

V roku 1996 bol v okolí skládky vybudovaný monitorovací systém na sledovanie jej vplyvu na podzemné vody. Pozostával z troch vrtov MS-1, MS-2 a MS-3. V roku 2001 bol doplnený o MS-4 (vrt je stále suchý).

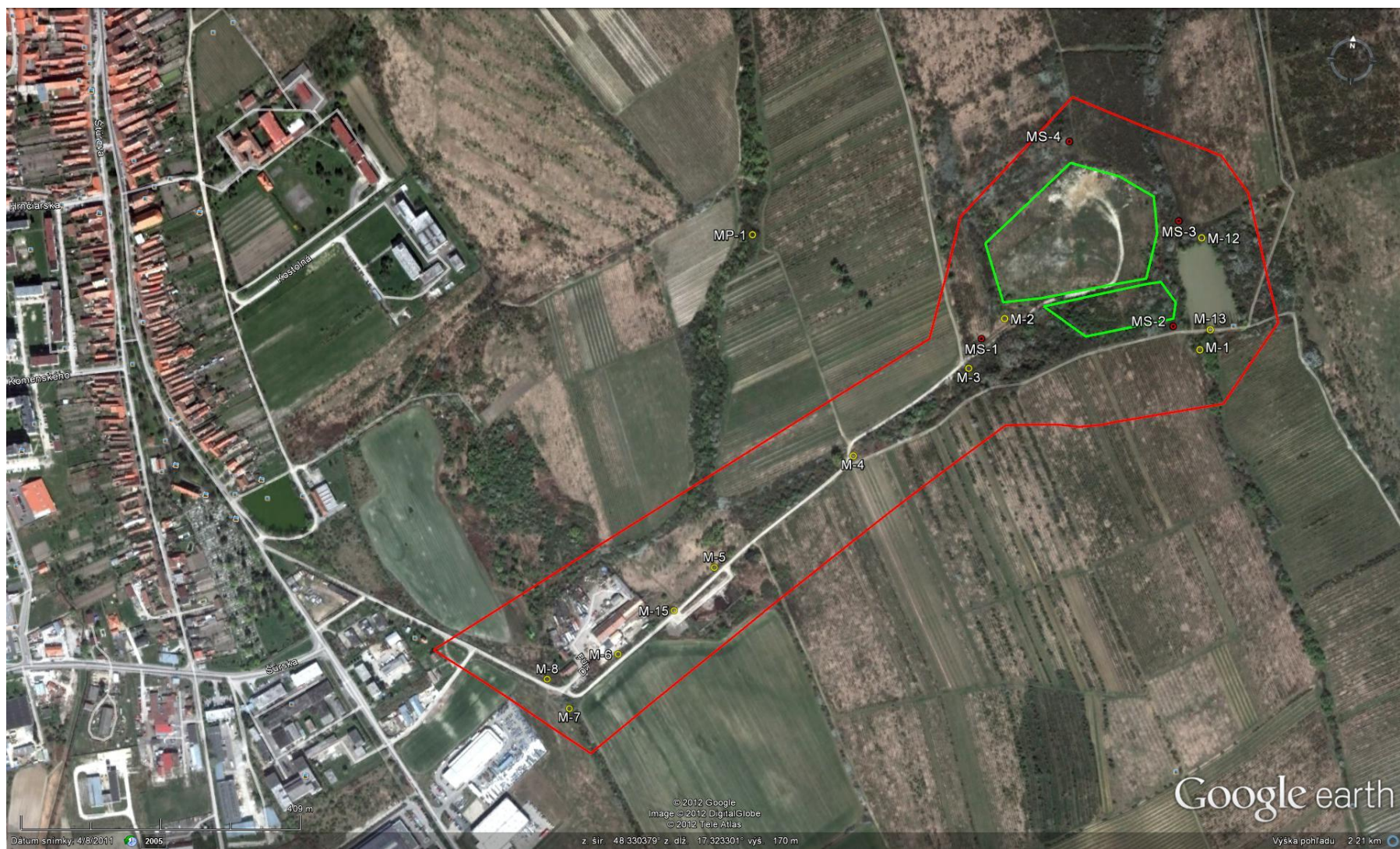
Systematický monitoring vplyvu skládky na podzemné a povrchové vody začal v marci 1999. V rokoch 1999 a 2000 mali odbery štvrtročnú frekvenciu, neskoršie boli vzorky odoberané raz ročne (august 2001, apríl 2003, apríl 2004, apríl 2005, jún 2006 a jún 2007). Monitorované boli vrty MS-1, MS-2 a MS-3. V roku 2000 boli odberné miesta operatívne rozšírené o zberný rigol.

Komplexný rozbor výsledkov ukázal, že skládka Modra – Hliny je typický **údolný typ** s nepriepustným podložím a používaný systém monitoringu nie je dostatočne reprezentatívny. Pri takomto type skládky zrážková voda prechádza cez uložený materiál a ako priesaková kvapalina vyteká formou údolného prameňa v najnižšom mieste. Kľúčovou oblasťou - zónou vplyvu skládky je jej západná časť pred čelom, kde priesaková kvapalina využíva pri výtoku cestu, po ktorej bol v minulosti odvázaný ťažený materiál. Vrty MS-2 a MS-3 nie sú, s ohľadom na hydrogeologickú situáciu, skládkou ovplyvňované a majú funkciu referenčných vrtov. Základná monitorovacia sieť postavená na báze vrtov sa operatívne rozširuje aj o ďalšie miesta (povrchové toky, vývery), ktoré súvisia s transportom kontaminantov po povrchu (M-1 až M-14). Najčastejšie využívané monitorovacie miesta sú na obr. 3.1.3.1.

Rozsah ukazovateľov bol pri prvom cykle monitoringu pomerne rozsiahly: pH, vodivosť, CHSK_{Mn}, O₂, Cl⁻, NH₄⁺, SO₄²⁻, NO₃, NO₂⁻, F⁻, CN⁻, RL, zákal, farba, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, K, Mg, Mo, Na, Ni, Pb, Se, V, Zn a NEL-IČ. Neskoršie boli analyzované iba vyselektované parametre: pH, vodivosť, CHSK_{Cr}, O₂, Cl⁻, NH₄⁺, SO₄²⁻, NO₃, NO₂⁻, RL, zákal, farba, As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb a NEL-IČ.

V rámci pravidelného monitoringu bolo v rokoch 1996 až 2011 realizovaných 27 cyklov monitorovacích prác.

V súčasnosti sa kontroluje vplyv skládky na vodu v jej okolí v rozsahu požiadaviek Vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z.z. Tieto práce pre potreby obce Modra zabezpečuje firma Sensor, s r.o. odberom vzoriek vody raz ročne. Viackrát ročne sa na lokalite sledujú režimové zmeny v množstve a kvalite priesakov zo skládky. Z pohľadu cieľov Pod systému 03 sa operatívne dopĺňajú odbery vzoriek vôd na chemickú analýzu a tiež uskutočňujú cielené režimové pozorovania.



Obr. 3.1.3.1. Monitorovacie miesta na lokalite Modra. Zelené ohraničenie reprezentuje areál skládok. Červené ohraničenie zodpovedá monitorovacej zóne skládky.

3.1.4 Monitoring v roku 2011

V roku 2011 pokračovalo pravidelné hodnotenie vplyvu skládky TKO Modra – Hliny na životné prostredie. Metodika použitých prác bola odvodená z poznatkov doterajších prieskumov a monitoringov a tiež cieľov stanovených v rámci Podsystemu 03.

Monitoring bol v roku 2011 zameraný na vyhodnotenie situácie možného šírenia sa znečistenia pod povrchom a overenie vzťahov spojených s transportom kontaminantov po povrchu. Za týmto účelom bol realizovaný odber vzoriek vody pre chemický rozbor na troch monitorovacích miestach:

- vrt **MS-1** – indikačné monitorovacie miesto cca 50 m pod skládkou, ležiaci v smere predpokladaného šírenia sa kontaminantov pod povrchom,
- **jazierko** (M-12) – vodná plocha nad hornou časťou skládky,
- **rigol** (M-3) – zberný drén pod skládkou, zhromažďujúci priesakové kvapaliny.

V rámci monitorovacieho miesta „rigol“ bol analytický rozbor rozšírený o ďalšie ukazovatele tak, aby sa dala posúdiť možnosť vypúšťania priesakov do recipienta v zmysle Nariadenia vlády (NV č. 269/2010 Z.z.) – príloha č. 9.4.

Vzorky boli analyzované v laboratóriách ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi. Odber vzoriek bol časovo a metodicky skordinovaný s prácami, ktoré v okolí skládky realizovali pracovníci firmy Sensor s.r.o. Výsledky analýz dokumentuje tab. 3.1.4.1.

Tab. 3.1.4.1. Výsledok rozboru vody z účelového odberu vzoriek.

Rozbor vzoriek odobraných na chemickú analýzu							
Lokalita: Modra - Hliny				Pokračovanie tab. XY			
Odber zabezpečoval		ŠGÚDŠ	ŠGÚDŠ	Sensor	Ukazovateľ	Meracia jednotka	rigol (M-3)
Dátum odberu vzoriek		3.11.2011	3.11.2011	18.10.2011	As	ug/l	1.9
Dátum vykonania analýz		4.11.2011	4.11.2011	19.10.2011	Cd	ug/l	<0.3
Ukazovateľ	Meracia jednotka	MS-1	Jazierko (M-12)	rigol (M-3)	Cr	ug/l	<1
CHSK _{Cr}	mg/l	53	75	84.4	Cu	ug/l	14
Cl ⁻	mg/l	330	7.5	479	Hg	ug/l	0.19
N-NH ₄ ⁺	mg/l	3.18	0.09	3.67	Pb	ug/l	<10
SO ₄ ²⁻	mg/l	304	12.7	-	Zn	ug/l	17
B	μg/l	1090	<20	1700	BSK ₅	mg/l	1.7
Ni	μg/l	28	4	26	NL (nerozp. l.)	mg/l	<10
TOC	mg/l	20.7	12.4	-	AOX	ug/l	43

Poznámky:

Text zvýraznený červenou farbou = prekročenie intervenčného limitu v zmysle Metodického pokynu č. 1/2012-7

Text zvýraznený žltou farbou = prekročenie indikačného limitu v zmysle Metodického pokynu č. 1/2012-7 alebo limitu požadovaného pre kvalitu povrchovej vody podľa Nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z.z.

Súčasťou odberov vzoriek boli aj merania in-situ, ktoré boli rozšírené aj na ďalšie monitorovacie miesta. Výsledky týchto meraní a sú vo forme protokolu súčasťou Prílohy č. 1.2.

Aby sa dal vysledovať vplyv vonkajších podmienok na vývoj situácie, na lokalite boli realizované režimové pozorovania s vyššou frekvenciou. Celkovo sa v roku 2011 uskutočnilo 7 meraní fyzikálno-chemických parametrov vody na troch monitorovacích miestach:

- **rigol** (M-3) – miesto, v ktorom dochádza ku kumulácii priesakov z čela skládky. V rigole bola vybudovaná priepusť, v ktorej sa pravidelne merali vodivosť, teplota, pH a množstvo pretekajúcej vody,
- **M-4** – miesto nachádzajúce sa v smere šírenia kontaminovaných priesakov, cca 300 m pod skládkou, v blízkosti betónového priepustu pod cestou. Vo vode bola meraná vodivosť, teplota, pH a odhadované množstvo vody,
- **potok** (MP-1) – monitorovacie miesto reprezentujúce recipient, do ktorého sa znečistenie postupujúce po povrchu môže vlievať.

Namerané hodnoty sú uvedené v tab. 3.1.4.2.

Tab. 3.1.4.2. Režimové pozorovania fyzikálno-chemických parametrov vody na vybraných monitorovacích miestach

dátum	rigol (M-3)			M-4	potok (M-8)
	vodivosť (mS/m)	teplota (°C)	Q l/s	vodivosť (mS/m)	vodivosť (mS/m)
20.01.11	352	6.1	0	152.1	72.3
23.03.11	337	11	0.666	158.6	47.3
04.05.11	320	12.7	0	236	60.8
05.08.11	323	17.1	0.097	x	65.4
13.10.11	348	12.5	0.050	x	66.8
19.10.11	344	10.1	0.063	x	66.8
04.11.11	350	8.4	0.050	x	x

3.1.5 Zhodnotenie aktuálnej situácie na lokalite

Z výsledkov chemických analýz (tab. 3.1.4.1) sa dá usúdiť, že jazierko nie je ovplyvnené kontaminantmi zo skládky. Namerané hodnoty majú charakter požadovaných hodnôt pre povrchovú vodu na lokalite. Mierne zvýšené hodnoty CHSK_{Cr} a TOC poukazujú na eutrofizáciu a oxidačno-redukčné procesy v jazierku.

Indikačný vrt MS-1, ležiaci v predpolí skládky, prejavuje zjavnú kontamináciu podzemnej vody v týchto miestach. Na tento fakt poukazujú hodnoty ukazovateľov blízke s priesakovou kvapalinou v rigole. Ide najmä o ukazovatele B, Cl, NH₄ a Ni. Vrt MS-1 nebol zakrytý, preto sa do neho môže dostávať zrážková voda, ktorá v dôsledku nariadenia môže skresľovať namerané hodnoty. Voda z vrtu mala hnilobný zápach, poukazujúci na vyhnívanie organických látok, ktoré do vrtu mohli napadať. V záujme získania reprezentatívnejších dát by bolo vhodné vodu vo vrte pred ďalšími odbermi prečerpať a vrt riadne zakryť.

V monitorovacom mieste „rigol“ boli zistené najnepriaznivejšie hodnoty, ktoré v podstate charakterizujú zdroj znečistenia.

Vzhľadom k situácii a podmienkam na lokalite je vplyv skládky na hydrosféru potrebné posudzovať z viacerých hľadísk:

1. Možnosť vypúšťania priesakovej kvapaliny do recipienta podľa NV č. 269/2010 Z.z. – príloha č. 9.4.,
2. Vyhodnotenie vplyvu na kvalitu povrchovej vody podľa NV č. 269/2010 Z.z.,
3. Vyhodnotenie vplyvu na kvalitu podzemnej vody podľa Metodického pokynu č. 1/2012-7 z 27. januára 2012 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia – limity indikačné a intervenčné.

Podľa jednotlivých hľadísk sú vyhodnotené výsledky z chemickej analýzy odobraných vzoriek v roku 2011. V tab. 3.1.5.1 je prehľad tých ukazovateľov, pri ktorých došlo k prekročeniu medzných hodnôt príslušnej legislatívy.

Tab. 3.1.5.1. Prehľad prekročených ukazovateľov podľa príslušnej legislatívy.

Monitorovacie miesto	Legislatíva		Prekročené ukazovatele
rigol	Priesaková kvapalina		–
MS-1	Podzemná voda	Indikačný limit	B
		Intervenčný limit	Cl, NH ₄ , TOC
Jazierko	Povrchová voda		CHSK _{Cr} , TOC

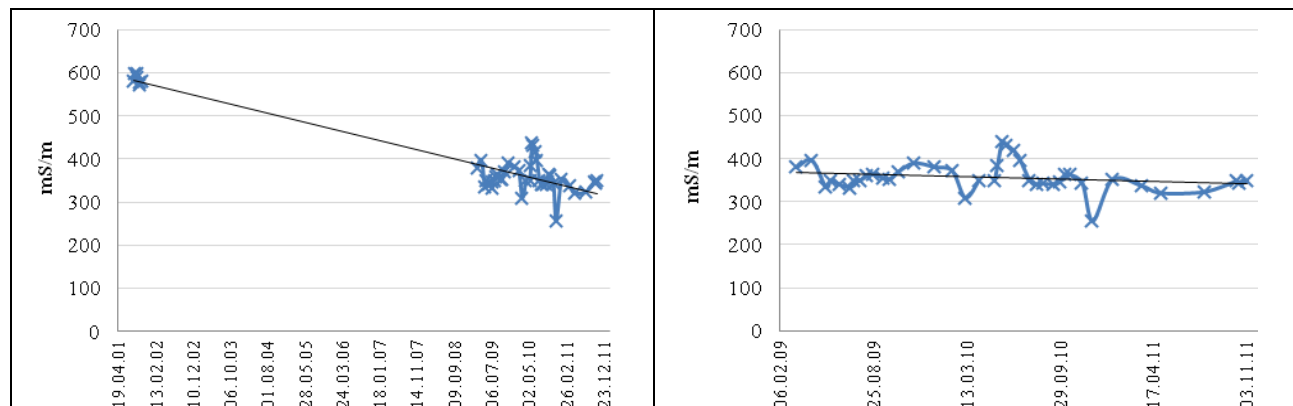
Priesaková kvapalina v rigole spĺňala v čase odberu vzorky všetky kvalitatívne požiadavky pre jej vypúšťanie do recipienta.

Pri vyhodnocovaní vplyvu skládky na okolie treba k uvádzaným výsledkom zohľadniť aj celkové podmienky na lokalite a situáciu v čase odberu:

- neboli aktívne všetky doteraz zistené transportné cesty na lokalite, šírenie kontaminovaných priesakov bolo obmedzené len na predpolie skládky, prítok do jazierka bol suchý,
- hlavný objem kontaminantov postupoval po povrchu vo forme malého povrchového toku. Znečistenie sa zjavne šírilo do vzdialenosti cca 150 m od skládky v smere sklonu svahu, na konci rigola pod skládkou sa kvapalina postupne strácala v sutinách,
- vrt MS-1 sa nachádza cca 50 m od telesa skládky v smere predpokladaného prúdenia podzemnej vody, v podstate ide o predpolie skládky, v rámci ktorého možno pozorovať odpadový materiál zo skládky, jeho reprezentatívnosť je otázná aj v dôsledku vyššie spomínaných príčin (vrt je nezakrytý, vyhnívajú v ňom organické látky).

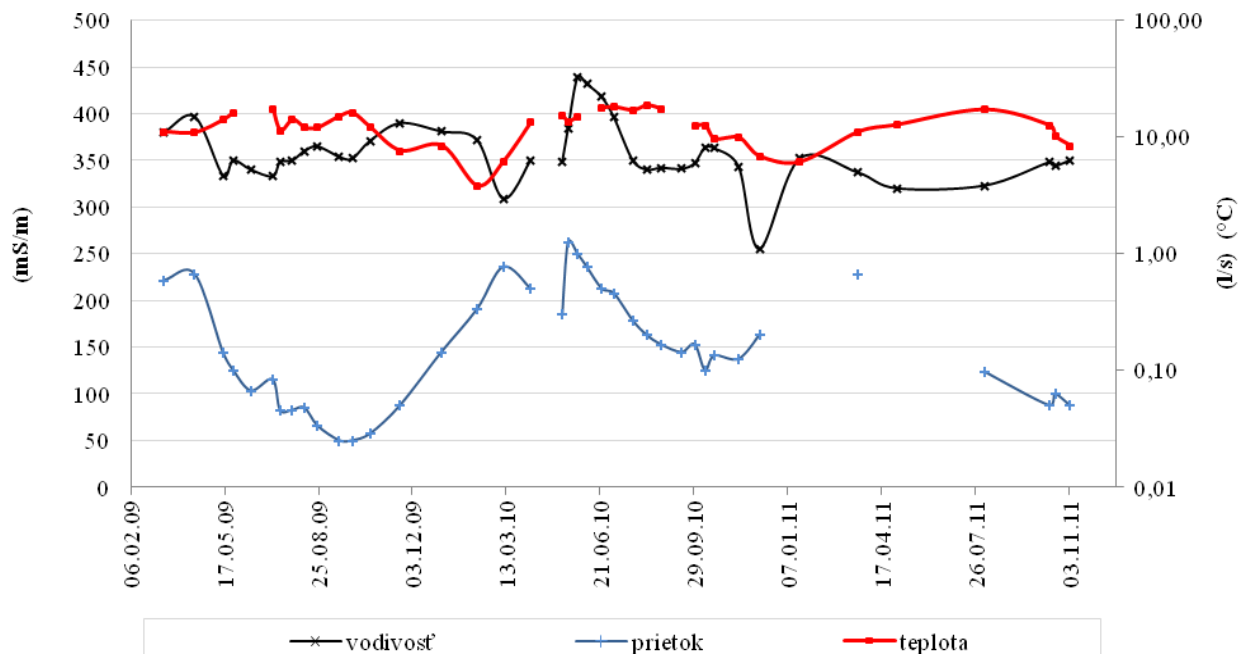
3.1.6 Vývoj situácie na lokalite za dlhšie časové obdobie

Na základe zmien mernej elektrickej vodivosti priesakovej kvapaliny možno na obr. 3.1.6.1 pozorovať celkový pokles miery pôsobenia zdroja znečistenia. V poslednom období (od r. 2009) je vývoj hodnôt vodivosti relatívne stabilizovaný, čo pravdepodobne súvisí s „vyrivovaním“ odpadového materiálu a rekultiváciou povrchu skládky.



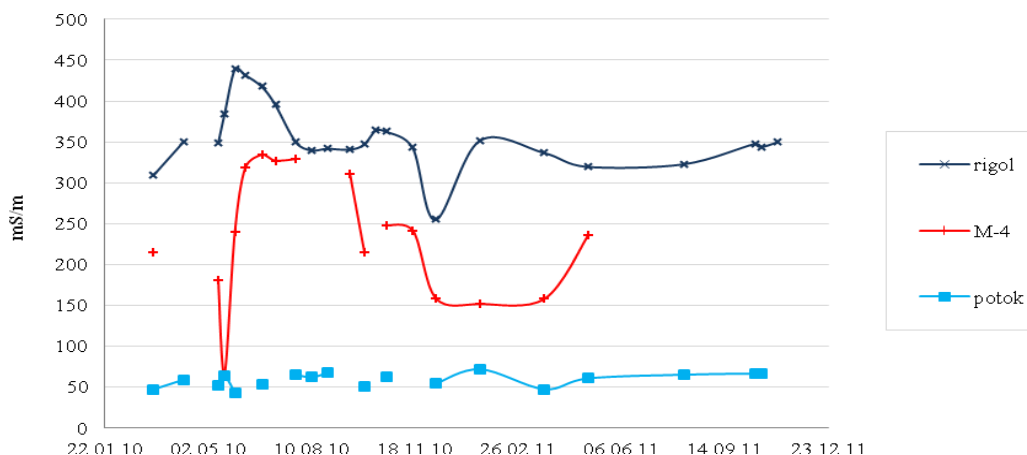
Obr. 3.1.6.1. Vývoj hodnôt mernej elektrickej vodivosti v monitorovacom mieste „rigol“, ktorý reprezentuje priesakovú kvapalinu; (vľavo vidieť vývoj od roku 2001, vpravo od roku 2009 po súčasnosť).

Zmeny nameraných hodnôt vodivosti sa počas roka menia v rozpätí cca 200 mS/m a majú nepravidelný priebeh. Na obr. 3.1.6.2 je vyjadrený priebeh hodnôt vodivosti spolu s nameranými hodnotami prietokov a teploty na monitorovacom mieste „rigol“. Za sledované obdobie s danou početnosťou meraní sa zatiaľ nejaví jednoznačná vzájomná závislosť medzi parametrami. Pravdepodobne by mohlo ísť o vplyv klimatických zmien počas roka v kombinácii s dobou zdržania priesakov v telese skládky.



Obr. 3.1.6.2. Priebeh hodnôt vodivosti, teploty a množstva priesakov od roku 2009.

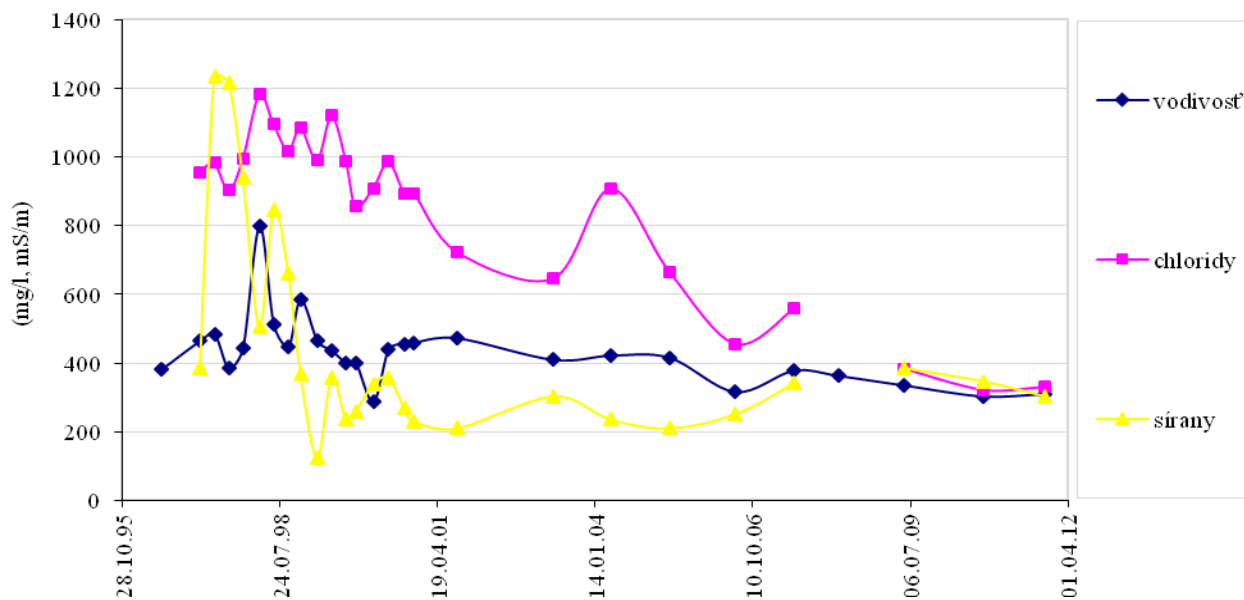
Kontaminované priesaky vo forme malého povrchového toku postupujú v smere sklonu svahu do miestnej eróznej bázy, kde sa môžu vlievať do Prochádzkovho potoka. Od množstva priesakov závisí dosah možnej kontaminácie prostredia. Namerané prietoky sa v roku 2011 menili v rozpätí 0 až 0,67 l/s. S rastúcou vzdialenosťou od skládky sa znižuje miera znečistenia. Dokumentuje to porovnanie hodnôt vodivosti na monitorovacích miestach ležiacich pozdĺž šírenia kontaminantov rigol – M-47 – potok (obr. 3.1.6.3).



Obr. 3.1.6.3. Priebeh hodnôt vodivosti na vybraných monitorovacích miestach od roku 2010.

Dosah znečistenia siaha obyčajne iba po miesto M-4, ktoré je od skládky vzdialené cca 300 m. V roku 2011 v letných a zimných mesiacoch priesaky v dôsledku malých prietokov miesto M-4 nedosiahli. Kvalita vody v potoku nie je znečistením ovplyvnená, hodnoty majú charakter pozadia a sú stabilné aj pri zmenách stavu vody.

Jediné indikačné monitorovacie miesto pre sledovanie vplyvu skládky na podzemnú vodu je vrt MS-1. Situovaný je v predpolí skládky. Z priebehu hodnôt vybraných ukazovateľov na obr. 3.1.6.4, ktoré sa na tomto mieste sledujú od roku 1996, vidieť, že po ukončení činnosti skládky dochádza k ich postupnému poklesu.



Obr. 3.1.6.4. Priebeh hodnôt vodivosti, obsahu chloridov a síranov vo vrte MS-1 1996 až 2011.

3.1.7 Záverečné zhodnotenie

Z vyhodnotenia výsledkov monitoringu z roku 2011 a zohľadnením dát z predchádzajúcich meraní sa v zmysle stanovených cieľov javí situácia na lokalite nasledovne:

1. Znečistenie zo skládky sa prejavuje vo forme únikov priesakov v predpolí skládky aj po rekultivácii povrchu skládky. Priesaky sú zrejme generované hlavne zrážkami a do určitej miery kontaktom skládky s podzemnou vodou s plytkým obehom. Ukazuje sa, že viaceré sledované kontaminanty sa začínajú stabilizovať a ich hodnoty sa menia už iba sezónne. Tento jav je potrebné naďalej overovať. Priesaková kvapalina sa ďalej zhromažďuje v rigole, odkiaľ zjavne a bez zábran postupuje po povrchu ako malý povrchový tok v smere sklonu svahu k Prochádzkovmu potoku. Na základe vyhodnotenia meraní vo vrte MS-1 sa potvrdil dlhodobý vplyv kontaminácie zo skládky na podzemnú vodu v jeho okolí. Vrty nad skládkou a jazierko s prítokom sa na základe sledovaných hodnôt dajú považovať za referenčné monitorovacie miesta pre dané prostredie.

2. Dosah a miera znečistenia vzhľadom k ohrozeniu kvality povrchovej vody na lokalite je podmienená klimatickými podmienkami počas roka a tiež postupným poklesom pôsobenia skládky z dôvodov jej vyzrievania a prekrytia nepriepustným materiálom. Priesaky infiltrujú pod povrch v priestore medzi rigolom a monitorovacím miestom M-4. Do Prochádzkovho potoka sa znečistenie nedostáva. Podľa meraní prietokov v rigole v roku 2011 (tab. 3.1.4.3.) sa dá uvažovať o množstve unikajúcich priesakov. Pri

ročnom priemernom prietoku $Q = 0,132 \text{ l/s}$ by denný odtok predstavoval $11,42 \text{ m}^3/\text{s}$; za rok $4169,51 \text{ m}^3/\text{s}$. Podľa orientačných charakteristík pre priemerný ročný úhrn zrážok a relatívnu evapotranspiráciu aproximovanú z Atlasu krajiny (2002) a údajov o plošnej rozlohe skládky sa uvádzané množstvo odtoku za rok javí ako reálne. Na základe týchto skutočností sa dá nepriamo predpokladať, že dochádza k šíreniu sa kontaminantov predovšetkým po povrchu. Charakterizovanie rozsahu kontaminácie podzemnej vody je výrazne limitované na jeden indikačný vrt ležiaci v tesnej blízkosti skládky. Vzhľadom k tomu treba zohľadniť aj jeho vyhodnotenie. Vhodné by bolo poznať jeho režimový vývoj hladiny podzemnej vody alebo uskutočniť krátku čerpaciu skúšku z dôvodov zistenia charakteru obehu podzemnej vody a hydraulických vlastností horninového prostredia.

3. Vplyv skládky na vodu v jej okolí je celkovo zmiernený vyzrievaním odpadového materiálu a menšou možnosťou vstupu zrážkových vôd do telesa skládky. Kontaminované je iba relatívne blízke okolie skládky. Ohrozená je predovšetkým povrchová voda v Prochádzkovom potoku. Nebezpečenstvo predstavujú extrémne situácie, kedy pri výdatných zrážkach môže dochádzať k transportu kontaminantov až k potoku. Priesaková kvapalina spĺňa kvalitatívne požiadavky pre jej vypúšťanie do recipienta a navyše pozdĺž transportnej zóny dochádza k tlmeniu znečistenia. V súčasnosti neexistuje zabezpečenie kontrolovaného vypúšťania priesakov do toku, ale dochádza k nemu spontánne. Optimálne riešenie situácie bude závisieť od vysledovania režimových zmien množstva a kvality priesakov. Vplyv na podzemnú vodu sa za súčasných podmienok nedá jednoznačne vyhodnotiť. Existuje iba jedno indikačné monitorovacie miesto pre monitorovanie ovplyvnenia podzemnej vody – vrt MS-1, ktorý navyše leží v tesnej blízkosti skládky, resp. je jej súčasťou. Z orientačného výpočtu bilancie priesakov na lokalite sa dá nepriamo usudzovať, že dominantné šírenie znečistenia prebieha po povrchu.

4. Aj monitoring v roku 2011 potvrdil, že skládka Modra – Hliny má viaceré špecifika podmienené jej stavbou, vývojom a geologickou situáciou. Mechanizmus šírenia sa znečistenia zodpovedá koncepčnému modelu „A“, resp. údolnému typu záťaže. V rámci monitoringu lokality je naďalej potrebné sústrediť pozornosť na predpolie skládky. Kľúčovým pre riešenie situácie na lokalite je poznanie režimových prejavov šírenia kontaminantov.

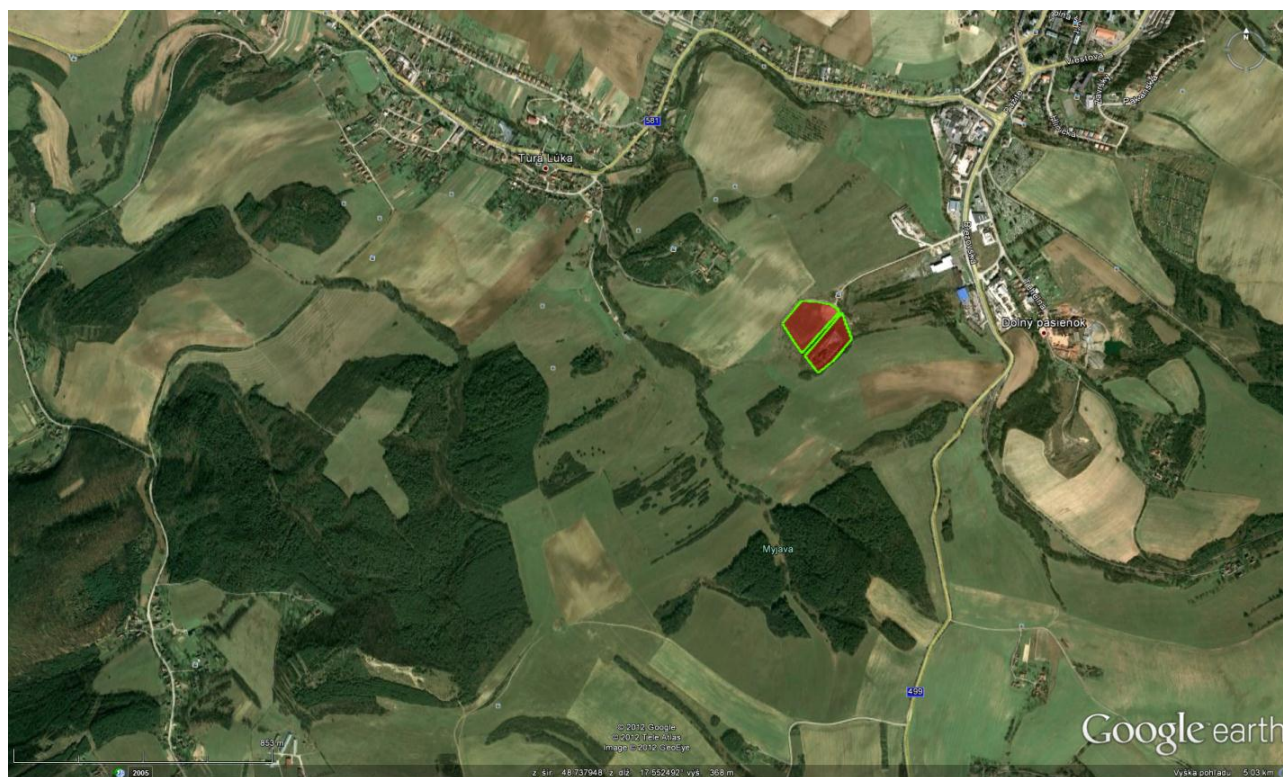
3.2 LOKALITA MYJAVA – HOLIČOV VRCH

3.2.1 Všeobecná situácia na lokalite

Lokalita predstavuje typickú skládku údolného typu (model A). V čele skládky dochádza k voľnému unikaniu priesakov kontaminovaných vôd do prostredia. Materiálové zloženie odpadu na jednotlivých skládkach je podstatne rozdielne, z čoho vyplýva pestré zastúpenie kontaminantov v priesakovej vode. Migrácia priesakov sa realizuje vo forme povrchového toku údolím sčasti po povrchu a sčasti pod povrchom smerom k miestnej eróznej báze, ktorou preteká občasný tok – Hukov potok. O pomeroch a situácii na lokalite existuje pomerne veľké množstvo informácií z viacerých prieskumných a monitorovacích prác. Rekultivácia časti skládky s komunálnym odpadom umožňuje sledovať situáciu na lokalite za zmenených podmienok s vyhodnotením efektivity prijatých opatrení.

3.2.2 Charakteristika lokality

Skládka je situovaná v juhozápadnej časti intravilánu obce Myjava, v blízkosti kopaníc Turá Lúka – Holíčovci, v nadmorskej výške 370 m (obr. 3.2.2.1). Teleso skládky je umiestnené v upravenom priestore v závere menšieho údolia na pravej strane doliny Hukovho potoka v relatívnej výške 30 – 40 m nad eróznou bázou územia, so sklonom v smere JZ-SV tiahnuca sa 300 m k Hukovmu potoku.



Obr. 3.2.2.1. Lokalizácia skládky Holičov vrch.

Skládka slúžila od roku 1989 na zneškodňovanie odpadu z mesta Myjava a jeho blízkeho okolia. Areál skládky pozostáva z dvoch kaziet, ktoré sú navzájom oddelené zemnou hrádzou. Väčšia, s projektovanou kapacitou 250 000 m³ je určená pre tuhý komunálny odpad (TKO) a menšia, s plánovanou kapacitou 6 024 m³ pre priemyselný odpad charakteru galvanických kalov. V čele skládok je vybudovaná zemná hrádza, ktorá priečne prehradzuje údolie, do ktorého bol sypaný odpad.

V kazete pre TKO bol umiestňovaný odpad III. stavebnej triedy (STN 83 8101) z mesta Myjava a zo 7 priľahlých obcí. Okrem komunálneho odpadu sa zneškodňovali aj presne vymedzené druhy odpadov z poľnohospodárskych a priemyselných podnikov mesta a obcí. Objem uloženého materiálu je cca 113 000 m³. Kazeta pre komunálny odpad nemala vybudovaný vyhovujúci tesniaci systém pre skládku III. stavebnej triedy. Chýbal aj odplyňovací systém. Neexistovala tu technická bariéra proti vstupu vonkajších vôd do priestoru, kde bol ukladaný odpad, čo spôsobovalo zhromažďovanie vody. Na odvádzanie presiaknutej vody bol vybudovaný pätný drén, ktorý vyúsťuje vo svahu hrádze na vzdušnej strane skládky. Priesaky zo skládky postupujú ďalej kopaným žľabom k zbernej nádrži, ktorá je však nefunkčná a tak dochádza k ich voľnému unikaniu do predpolia skládky smerom k Hukovmu potoku. V rámci priestoru kazety s komunálnym odpadom sa aktivizovali geodynamické javy. V hornej časti areálu vznikol menší zosuv, v ktorého čele sa vytvorilo jazierko. V rokoch 2006 - 2008 prebiehala rekultivácia kazety s komunálnym odpadom, ktorá spočívala v zakrytí časti jej povrchu zeminami s vytvorením figúry telesa skládky a vybudovaním odplyňovacieho systému. Priesaková kvapalina aj po rekultivačných prácach naďalej voľne uniká do prostredia.

V kazete pre priemyselný odpad bol umiestnený kal z galvanovni, v množstve cca 4 000 ton. Táto kazeta po vybudovaní prakticky nebola v prevádzke. Vzhľadom k terénu má priestor kazety podúrovňový charakter, čo podmieňuje akumulovanie vody v jej priestore. Voda je z priestoru skládky odvádzaná dvojicou horizontálnych vrtov HPV-1 a HPV-2 do čela skládky. Jej ďalší postup je smerom do centra údolia,

kde sa zmiešava s priesakmi pochádzajúcimi z priestoru skládky, kde bol ukladaný komunálny odpad, pričom smeruje k Hukovmu potoku.

3.2.3 Monitorovací systém

Zaužívaný monitorovací systém na skládke bol prehodnotený a následne podľa zistených skutočností upravený. Situácia aktuálnych monitorovacích miest je na obr. 3.2.3.1.

Minimálne od roku 1990 bol priestor skládky komunálneho odpadu zabezpečený monitoringom vplyvu skládky na kvalitu podzemnej a povrchovej vody, v zmysle požiadaviek v tom čase platných predpisov. Až do roku 1995 boli monitorované odberné miesta uvádzané ako sonda 1 (HG-1), sonda 2 (HG-2), sonda 3 (HG-3), sonda 4 (asi drenážna šachta v areáli) a sonda 5 (zberná šachta pred hrádzou). Rozsah sledovaných parametrov bol široký: pH, vodivosť, CHSK_{Mn} , CHSK_{Cr} , chloridové ióny, amónne ióny, sírany, dusitany, dusičnany, fosforečnany, fenolový index, kyanidy, rozpustné látky, zákal, farbu, pach, kovy (Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, V, Zn, fluorantén, benzo/a/pyrén, NEL-IČ, suma PAU.

Od roku 1995 boli využívané dva vrty: MS-2, situovaný nad skládkou - ako referenčný vrt (vrt je od začiatku roka 2007 nefunkčný). Pod skládkou je doteraz sledovaný monitorovací vrt MS-3. Laboratórne boli sledované: pH, vodivosť, CHSK_{Cr} , voľný kyslík, chloridové ióny, amónne ióny, sírany, dusitany, rozpustné látky, zákal, farba, pach, kovy (As, Ba, Be, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn), fluorantén, benzo/a/pyrén, NEL-IČ, NEL-UV.

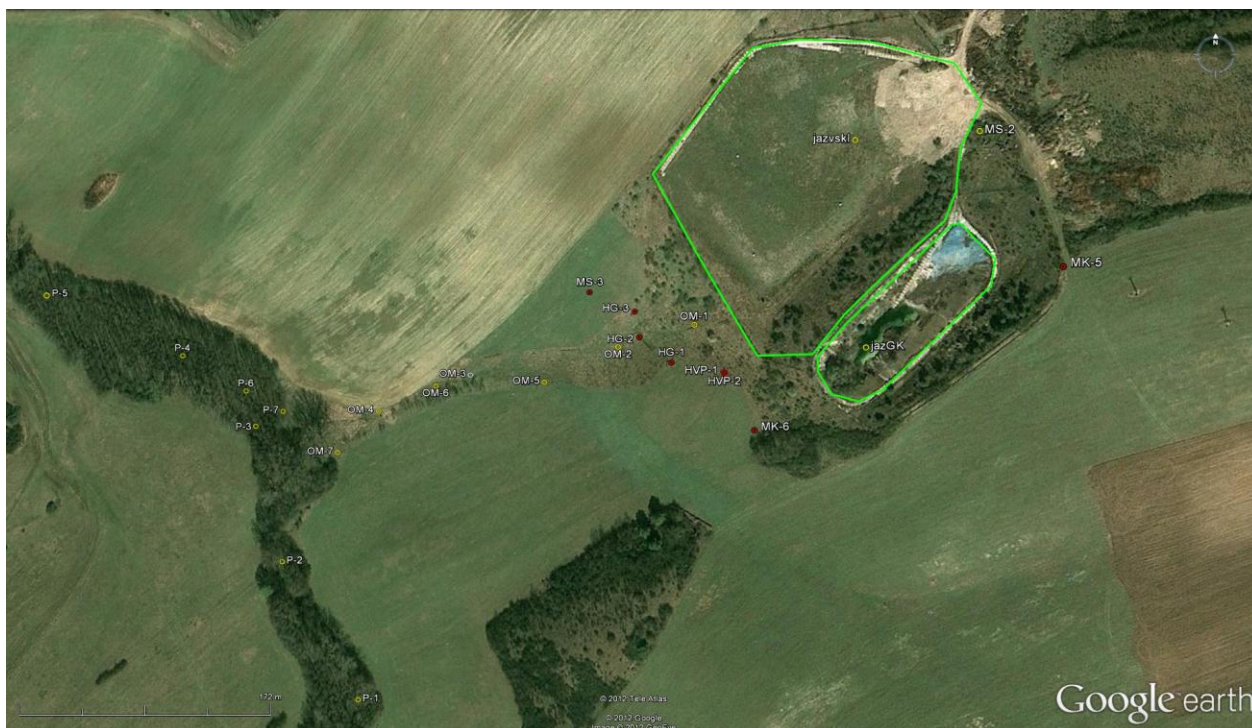
V čase, kedy bola skládka už mimo prevádzky, bol monitoring robený 1 x ročne (od 1995).

Po ukončení rekultivačných prác v priestore, kde bol ukladaný komunálny odpad (r. 2006) prebieha jej pravidelný monitoring v zmysle § 34 Vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z.z.

Vzhľadom k priebežným poznatkom a okolnostiam na lokalite boli jednotlivé informácie dopĺňané cielene, resp. operatívne, podľa – vid' vznik jazierka, rekultivácia skládky, sezónna aktivita transportných ciest a podobne.

V súčasnosti sa kontroluje vplyv skládky na vodu v jej okolí v rozsahu požiadaviek Vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z.z. Tieto práce pre potreby obce Myjava zabezpečuje firma Sensor, s r.o. odberom vzoriek vody raz ročne vzhľadom k vývoju klimatických podmienok na lokalite. Z pohľadu cieľov Podsystemu 03 sa operatívne dopĺňajú odbery vzoriek vôd na chemickú analýzu a tiež uskutočňujú ciele režimové pozorovania. Monitorovacie práce sa orientujú na širšie predpolie skládky, so snahou ozrejmiť viaceré okolnosti:

- overiť dosah a mieru znečistenia v závislosti od vývoja vonkajších podmienok,
- schopnosť povrchového toku tlmiť znečistenie,
- overiť skryté prítoky kontaminovanej vody do potoka v údolí pod skládkou,
- posúdiť vplyv skládky na podzemnú a povrchovú vodu v jej okolí.



Obr. 3.2.3.1. Situácia monitorovacích miest na lokalite Holičov vrch.

3.2.4 Monitoring v roku 2011

V zmysle stanovených cieľov bol uskutočnený odber vzoriek vody z vybraných monitorovacích miest v súčinnosti s firmou Sensor s.r.o. Snahou bolo získať najmä informácie o distribúcii kontaminantov v širšom priestore a zároveň rozšíriť rozsah analyzovaných ukazovateľov. Súčasťou odberov vzoriek boli aj režimové merania a merania fyzikálnych parametrov vody in-situ.

a) Odbery vzoriek vôd, laboratórne analýzy

Vzorky vody boli odobrané dňa 6.12.2011 z troch monitorovacích miest:

- **OM-1** – predstavuje miesto výtoku vôd drénovaných z priestoru komunálneho odpadu. Drenážou, umiestnenou na dne skládky, sú odvedené zrážkové, aj prítokové vody, ktoré sa zhromažďujú v priestore rekultivovanej skládky. S ohľadom na malú priepustnosť hornín v podloží skládky a morfológiu jej dna, vzorka vody z tohto odberného miesta má optimálnu výpovednú hodnotu pre posúdenie **celkového vplyvu** celého priestoru skládky na povrchové vody,
- **OM-4** – posledný výver v dolinke pod skládkou. Ide o kontaminovanú vodu zo skládky, ktorá preteká povrchovými a podpovrchovými cestami údolím pred recipientom – Hukovým potokom,
- **HG-3** – jedná sa o indikačný vrt pre podzemnú vodu v predpolí skládky. Situovaný je na pravej strane údolia, v päte hrádze skládky pod priestorom, kde bol ukladaný komunálny odpad.

Vzorky z monitorovacieho miesta HG-3 boli zaslané do laboratórií ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi, kde sa analyzovali v rozsahu: CHSK_{Cr} , Cl, NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , TOC, B, Cu, Ni, Pb, Zn.

Vzorky z monitorovacích miest OM-1 a OM-4 boli odovzdané prostredníctvom firmy Sensor, s.r.o. do laboratória SAŽP – Centrum odpadového hospodárstva a Bazilejského dohovoru, odbor ekoanalytiky odpadov, Bratislava. Rozsah stanovených ukazovateľov bol volený v zmysle Nariadenia vlády SR

č. 269/2010 Z.z. – príloha č.6. časť 9.4. – Skládky odpadov (priesakové vody). Optimalizovaný bol podľa výsledkov predchádzajúcich prác na 10 parametrov – pH, vodivosť, CHSK_{Cr}, Cl, NH₄⁺, B, Cu, Ni, Zn, TOC.

Výsledky laboratórnych analýz z uvedených odberných miest sú uvedené v tab. 3.2.4.1.

Tab. 3.2.4.1. *Výsledky chemickej analýzy vody na Holičovom vrchu z dňa 6.12. 2011.*

Odborné miesto	Ukazovateľ	pH	vodivosť	CHSK _{Cr}	Cl	(NH ₄) ⁺	(SO ₄) ²⁻	(NO ₃) ⁻	TOC	B	Cu	Ni	Pb	Zn
	Jednotky		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
OM-1	Sensor	8.15	398	121	310	249			34.4	8500	6.3	27		<10
OM-4	Sensor	8.08	99.3	13.2	75.7	0.085			5.66	1000	<3	25		22
HG-3	ŠGÚDŠ	7,80	96,90	41	191	2.06	3.3	<1	6.5	1580	<2	27	11	2

Poznámky:

Zvýraznenie červenou farbou = prekročenie intervenčného limitu v zmysle Metodického pokynu č. 1/2012-7

Zvýraznenie žltou farbou = prekročenie indikačného limitu v zmysle Metodického pokynu č. 1/2012-7 alebo limitu požadovaného pre kvalitu povrchovej vody podľa Nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z.z. alebo jeho prílohy č.6. časť 9.4. – Skládky odpadov (priesakové vody)

b) Režimové merania a merania fyzikálnych parametrov vody in-situ

Na odberných miestach a ďalších monitorovacích miestach boli realizované terénne režimové merania (meranie hladiny podzemnej vody, výdatnosť výverov) a merania fyzikálno-chemických parametrov vody (vodivosť, teplota, pH). Možnosti získavania informácií boli podmienené aktuálnymi klimatickými podmienkami na lokalite. Viaceré monitorovacie miesta boli v čase merania suché. Zistené výsledky sú spracované v Prílohe č. 2.3 vo forme protokolu o meraní fyzikálno-chemických parametrov.

3.2.5 Zhodnotenie aktuálnej situácie na lokalite

V čase monitorovacích prác prevládali na lokalite podmienky vyznačujúce sa suchým klimatickým obdobím. Viaceré monitorovacie miesta boli bez vody. Priesaková voda z miesta vyústenia drenáže (OM-1) vsakovala po cca 10 m pod povrch. Z viacerých výverov v údolí pod skládkou bol aktívny iba najnižší výver (OM-4). Merania vo vrtoch nad skládkou (MK-5) aj pod skládkou (HG-1, HG-3) dokumentovali najnižšie dosahované úrovne hladiny podzemnej vody. Aktivita migračných ciest kontaminantov sa tak výrazne obmedzovala len na blízke predpolie skládky.

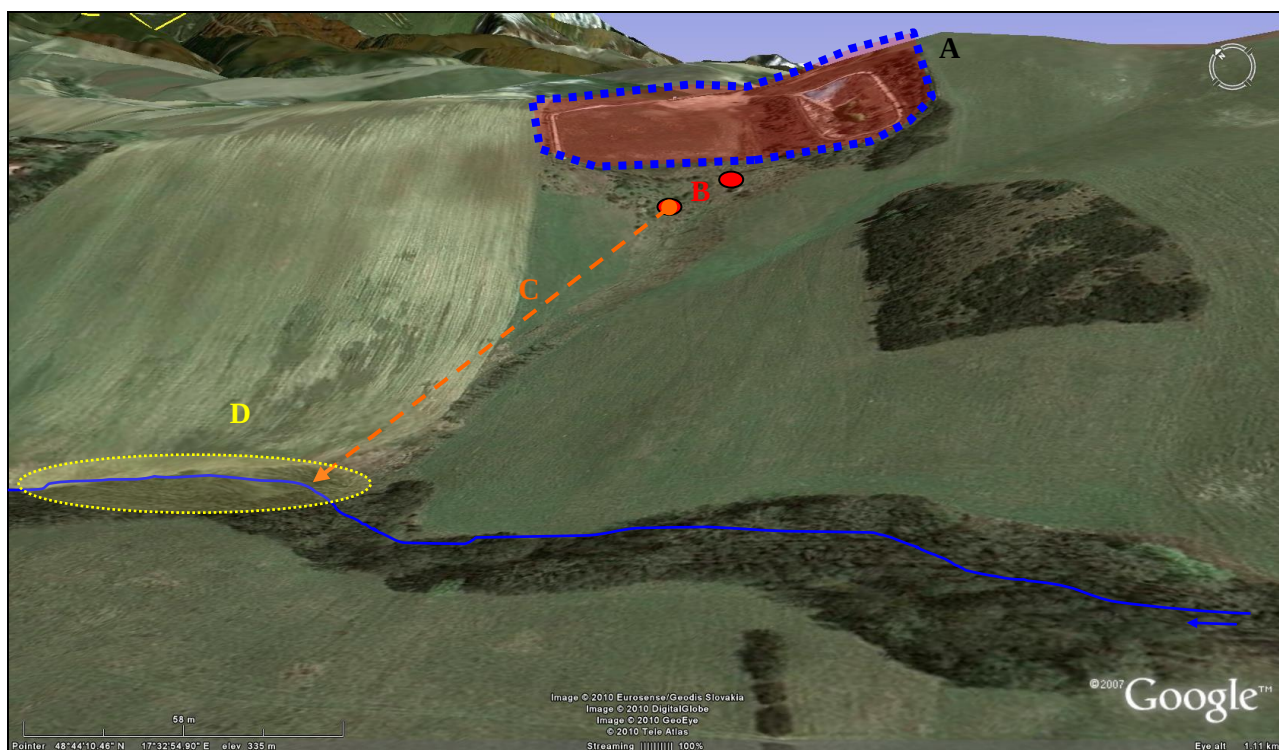
Vplyv skládky na vodu v okolí sa dá charakterizovať ako zanedbateľný.

Podľa požiadaviek pre vypúšťanie priesakovej vody zo skládky do recipienta (NV SR č. 269/2010 Z.z., príloha č.6. časť 9.4) došlo k 16,6-násobnému prekročeniu amónnych iónov. Avšak k malej výdatnosti (Q = 0,013 l/s) a krátkej migrácii je ohrozenie povrchovej vody v Hukovom potoku nereálne. Tiež dochádza k podstatnému zmierneniu kontaminácie, čo indikuje pokles hodnôt sledovaných ukazovateľov medzi OM-1 a OM-4.

Ovplyvnenie kvality podzemnej vody na základe indikačných vrtov v predpolí skládky preukázalo podľa Metodického pokynu č. 1/2012-7 prekročenie indikačných limitov v ukazovateľoch NH₄⁺ (1,72 x), B (3,16 x) a intervenčného limitu pre TOC (1,3 x). Pri interpretácii treba brať do úvahy funkčnosť indikačných vrtov v predpolí skládky, nakoľko sa transport kontaminovaných priesakov uskutočňuje po povrchu, resp. tesne pod ním (viď podkapitola Vývoj situácie na lokalite za dlhšie časové obdobie).

3.2.6 Vývoj situácie na lokalite za dlhšie časové obdobie

Interpretácia vývoja situácie na lokalite z dlhodobejšieho pohľadu si vyžaduje rozčlenenie oblasti environmentálnej záťaže na viacero hlavných zón z hľadiska tvorby znečistenia, jeho transportu a možných vplyvov na vodu v okolí (obr. 3.2.6.1).



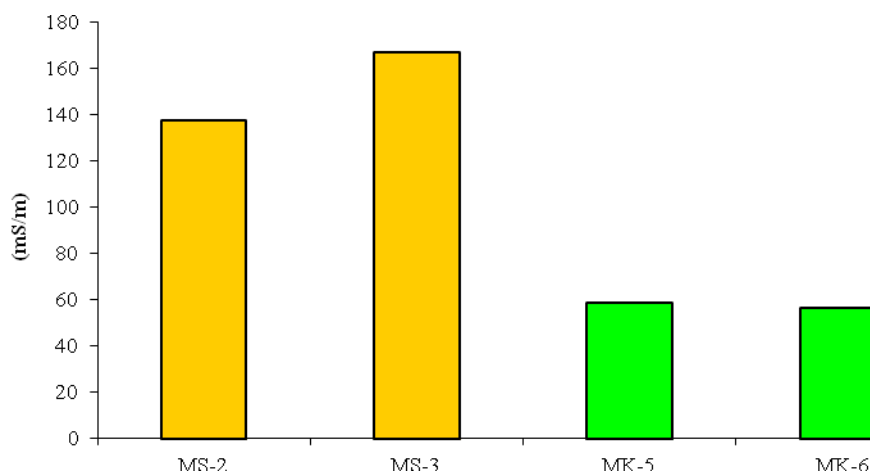
Obr. 3.2.6.1. Rozdelenie územia na štyri čiastkové pracovné oblasti: **A**, **B**, **C**, **D**

a/ oblasť vstupu vonkajších vôd do priestoru skládky

Voda sa do skládky môže dostávať prednostne zrážkami spadnutých na plochu skládky a tiež prestupmi podzemnej vody z okolia nad skládkou. Časť zrážkových vôd je odvádzaná rigolmi do okolia.

Na prenikanie podzemnej vody do skládky poukazujú viaceré skutočnosti: zistené smery prúdenia podzemnej vody a vývery v priestore skládky, ktoré sú známe z obdobia ešte pred začatím skládkovania (ústna informácia). Na tieto vývery sa viažu aj menšie zosuvy v telese skládky a vznik jazierok. Bilančnými výpočtami sa tieto predpoklady nedali priamo overiť (Mikita a Horváth, 2008). Prenikanie podzemnej vody do priestoru skládok je podmienené polohou skládok v teréne, nezabezpečením tesnosti ich dna a stien a hydrogeologickými pomermi v blízkosti skládky.

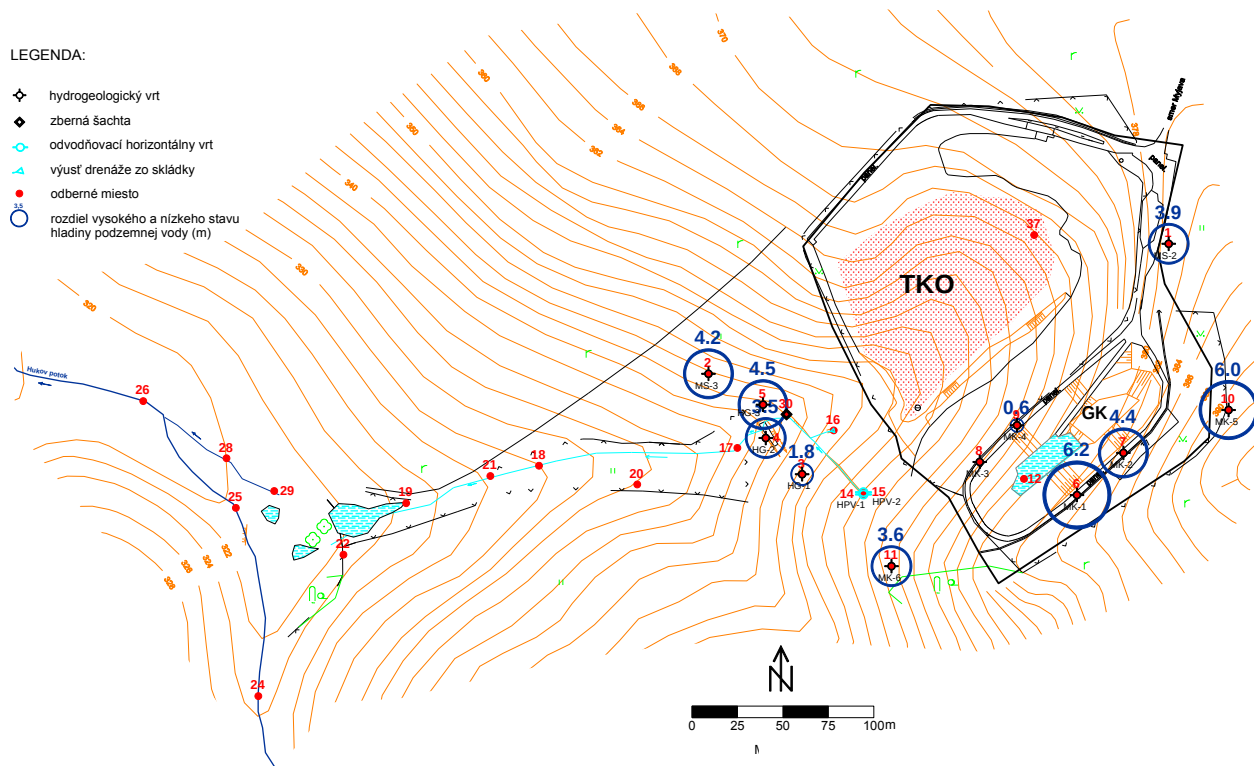
Chemické zloženie podzemnej vody vstupujúcej do priestoru s komunálnym odpadom a priestorom kazety, v ktorej je uložený priemyselný odpad nie je rovnaké. Vyplyva to z rozdielnej litológie hornín v blízkosti skládok. Poukazujú na to aj výsledky z dlhodobejšieho sledovania vybraných parametrov v referenčných vrtoch nad skládkami (MS-2 pre STKO a MK-5 pre SGK) (obr. 3.2.6.2).



Obr. 3.2.6.2. Priemerné hodnoty vodivosti vody z pozorovacích vrtov reprezentujúcich prirodzenú vodu pozadia.

Rozdielne referenčné hodnoty pre jednotlivé úložné priestory je nutné zohľadniť aj pri posudzovaní vplyvov skládok na podzemnú vodu. Nesprávne charakterizovanie referenčných hodnôt v minulosti spôsobilo nereprezentatívne hodnotenie vplyvov z jednotlivých skládok na podzemnú vodu vo vrtoch MS-3 a MK-6. Ukázalo sa, že vrt MS-3, ktorý by mal hodnotiť možný vplyv časti s komunálnym odpadom reprezentuje skôr pozadovú vodu s podobným charakterom ako má voda vo vrte MS-2 (vrty MS-2 a MS-3 ležia v oblasti budovanej slieňmi rozvetranými na íl). Podobný problém predstavoval vrt MK-6, situovaný pod kazetou s priemyselným odpadom. Bol vybudovaný za účelom monitorovania vplyvov z tejto skládok na podzemnú vodu. Avšak dlhodobé chemické zloženie vody v tomto vrte je podobné s vodou sledovanou vo vrte MK-5 (vrty MK-5 a MK-6 sú v zlepencovo-pieskovcovom súvrství).

Z výsledkov režimových pozorovaní vo vrtoch tiež vyplynulo, že ide o pomerne dynamické zmeny vo vývoji hladín podzemnej vody. Tento jav je závislý od vonkajších podmienok, ako je topenie sa snehu, zrážková činnosť, či dlhodobejšie obdobia sucha a tepla. V dlhodobejšie suchšom období zvyknú niektoré vrty vyschnúť. Navyše, **rozloženie zmien vo vývoji hladín nie je rovnomerné, medzi jednotlivými vrtní nie je zjavná závislosť**. Rozdiely medzi výškou hladiny podzemnej vody nameranej vo vrtoch v tom istom čase bývajú aj niekoľkokometrové (obr. 3.2.6.3).



Obr. 3.2.6.3. Rozdiely vysokých a nízkych stavov hladín podzemnej vody vysledované na jednotlivých monitorovacích vrtoch.

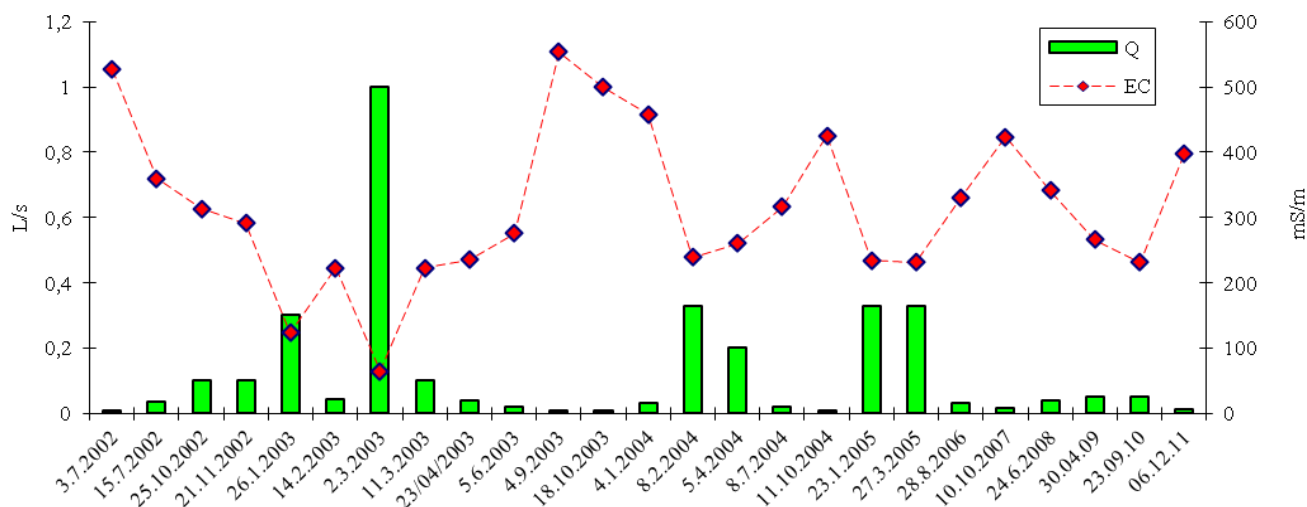
Opisované skutočnosti poukazujú na pomerne komplikované hydrogeologické pomery, s plytkým obehom podzemnej vody, viazanej na lokálne zvodnené kolektory, ktoré sú dopĺňané len v priaznivejšom – vlhkejšom období. Zistené informácie korešpondujú so všeobecnými poznatkami o hydrogeologických pomeroch v širšom okolí skládky.

b/ miesto výstupu priesakov v čele skládky

Voda pochádzajúca z priestoru s komunálnym odpadom je odvodňovaná podzemnou drenážou do plastovej rúry vyústenej v strednej časti svahu hrádze (OM-1). Vyššie, pod areálom skládky galvanických kalov, sú vyvedené do svahu zemnej hrádze dva horizontálne vrty (HVP-1 a HVP-2). Ich úlohou je odvádzať vodu z priestoru určeného pre galvanické kaly.

Väčšie množstvá kontaminovaných priesakov vystupujú z OM-1, pohybujú sa v intervale 0,01 až 0,5 l/s. Priesaky zo skládky vytekajú aj po realizovaní rekultivačných prác, čo potvrdzuje dotovanie skládky podzemnou vodou. Najväčšie výdatnosti sú obyčajne v jarných mesiacoch, v čase keď sa topí sneh a je relatívne nízky výpar. V suchých letných a jesenných mesiacoch bývajú výtoky minimálne, prípadne k výtokom nedochádza. Zjednodušené bilančné modelovanie množstiev výtokov podľa vývoja klimatických podmienok potvrdzuje ich závislosť od sezónnych klimatických zmien (Mikita a Horváth, 2008).

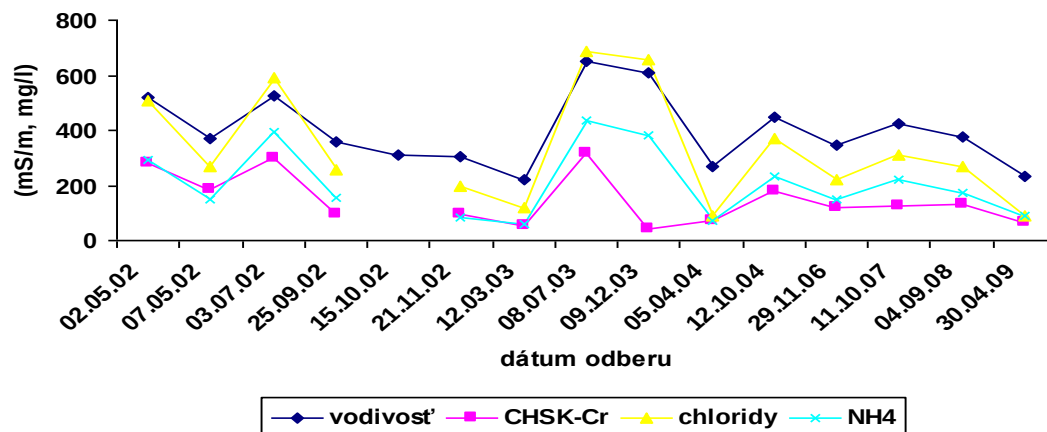
Priesaky, ktoré sa sústreďujú z oboch úložných priestorov v čele skládky, majú charakter priesakovej kvapaliny. Podstatne vyššie obsahy oproti pozadovej vode majú hlavne chloridové ióny a amónne ióny, vodivosť vody sa pohybuje od 223 do 650 mS/m. V blízkosti výtoku priesakov z OM-1 na povrchu vznikajú železité povlaky. Namerané hodnoty sledovaných parametrov majú pomerne veľké rozsahy a obyčajne súvisia s ročným klimatickým vývojom na lokalite. Najvyššie koncentrácie sledovaných látok bývajú v čase najnižších výdatností a naopak (obr. 3.2.6.4).



Obr. 3.2.6.4. Pribeh vodivosti (mS/m) a množstva priesakovej kvapaliny (l/s) v čele skládky, na OM-1 v jednotlivé merané dni v období 2002 až 2011.

Vývoj zmien sledovaných hodnôt súvisí hlavne s procesmi nariedovania, kedy sa pri výdatnejších zrážkach, či topení snehu dostáva do prostredia skládky väčšie množstvo neovplyvnenej vody.

Pri pohľade na dlhodobjší vývoj zmien v sledovaných parametroch sa vzhľadom k pomerne veľkej rozkolísanosti hodnôt nedá určiť jeho jednoznačná tendencia. Podľa výsledkov z monitoringu po rekultivačných prácach (2007 - 2011) sa zmeny podmienok na situáciu na lokalite výraznejšie neprejavili. Obsahy jednotlivých sledovaných parametrov sú v súlade s dlhodobým vývojom situácie na lokalite (obr. 3.2.6.5).

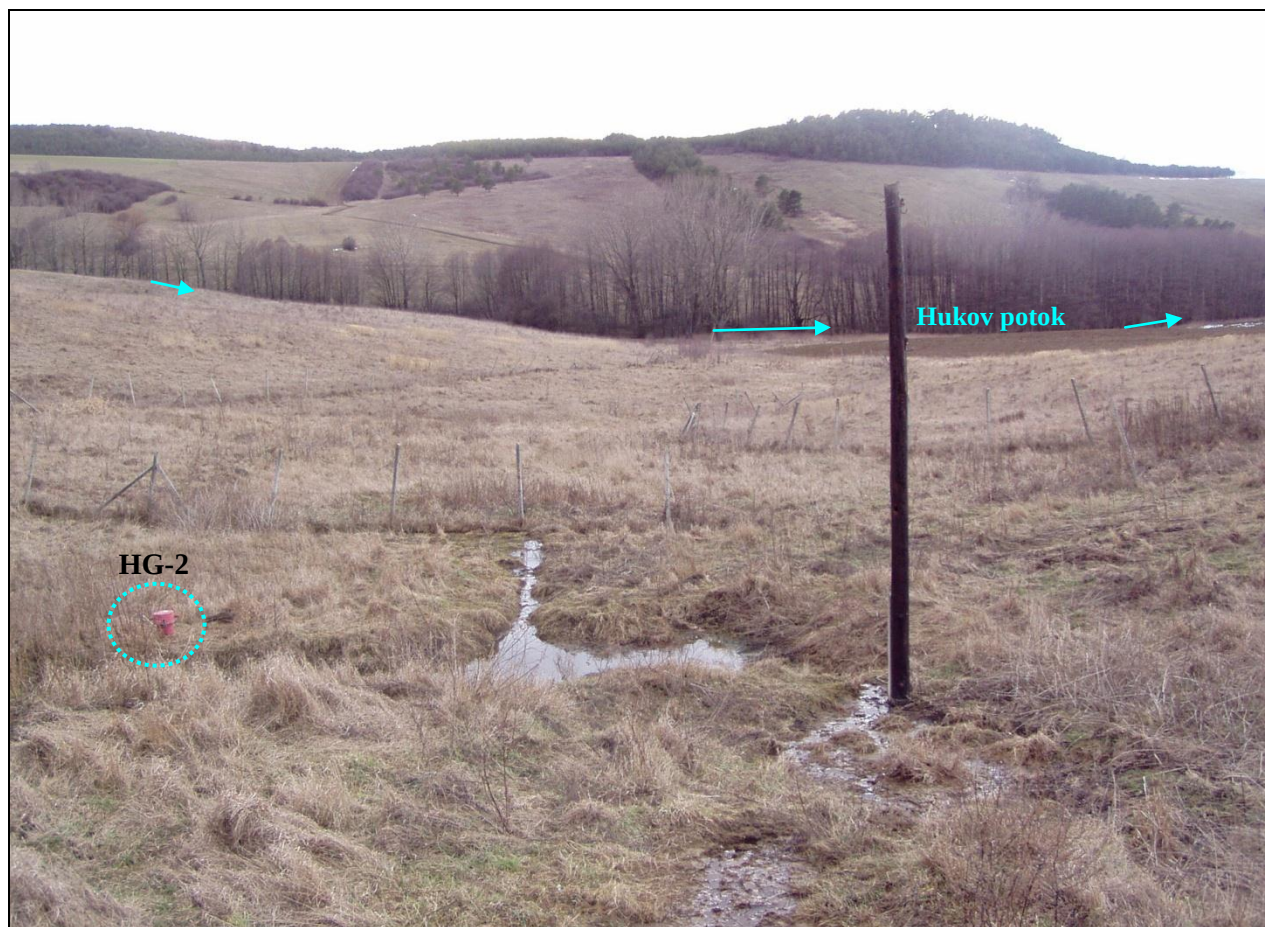


Obr. 3.2.6.5. Pribeh vodivosti vody, CHSK_{Cr}, chloridov a amónnych iónov za obdobie 1998 až 2009 na monitorovacom mieste OM-1.

Priesaky odvádzané horizontálnymi vrtmi HPV-1 a HPV-2 mali v roku 1994 zvýšené obsahy kovov Cu, Ni, Zn, čo súvisí s charakterom uloženého odpadu. Ďalšie merania od roku 2002 ukázali, že koncentrácie pre Cu a Zn sú pod hranicou detekovateľnosti a pre Ni dosahovali hodnoty blízke požadovým vodám. Je to pravdepodobne dôsledok pomerne malého množstva odpadu a jeho viacnásobného vymývania vonkajšou vodou (zo zrážok a podpovrchového prítoku) od obdobia jeho uloženia.

c/ úsek medzi skládkou a najbližším povrchovým tokom

Pred telesom hrádze skládky, v miestach drenážnej ryhy (OM-2), sa priesaky z OM-1 a HPV-1 a HPV-2 zmiešavajú a postupujú sústredene ďalej pozdĺž sklonu menšieho údolia smerom k doline Hukovho potoka (obr. 3.2.6.6).



Obr. 3.2.6.6. Postup priesakov zo skládky smerom k Hukovmu potoku.

Kontaminovaný priesak sa pozdĺž osi údolia striedavo stráca a nanovo objavuje vo forme výverov (OM-3, OM-6, OM-4). Vo vzdialenosti cca 300 m od skládky sa voda ovplyvnená skládkou mierne rozlieva do mokriny a vstupuje do koryta Hukovho potoka (okolie P-3 a P-4).

Transport kontaminovanej vody na úseku medzi skládkou a Hukovým potokom je podmienený hydrogeologickými a geomorfologickými pomermi lokality. Sklonitosť svahu v kombinácii s pomerne málo priepustnými horninami usmerňujú priesaky zo skládky k eróznej báze územia. Lokálne prestupy vody pod povrch údolia sú podmienené prítomnosťou lokálne priepustnejších polôh. Voda ďalej tečie iba tesne pod povrchom, na čo poukazuje aj zvuk tečenia vody. Voda si svojou aktivitou, pravdepodobne v dôsledku sufózie, vytvorila preferované transportné cesty, na čo poukazuje aj Danko (1994).

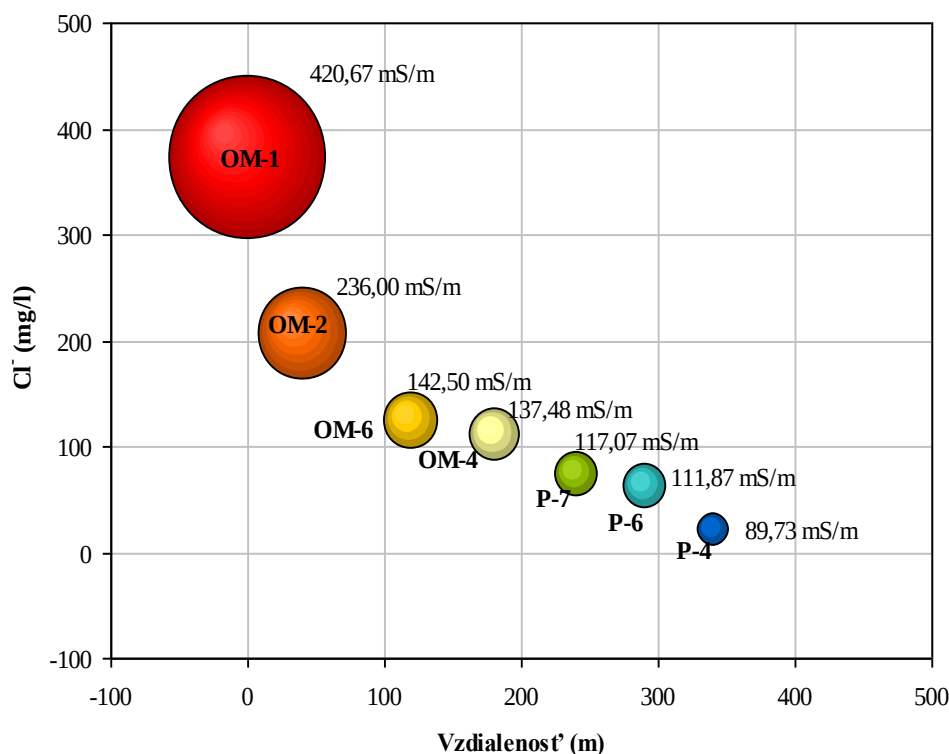
Na úseku medzi skládkou a Hukovým potokom sa občasne objavujú aj vývery neovplyvnenej vody pochádzajúcej z bočných svahov údolia (OM-5, OM-7). Niektoré pramene nemajú stabilné miesto výveru. V nich zisťované hodnoty vodivosti a teploty vody sa počas roka výrazne menia v závislosti na klimatických podmienkach, čo je znakom ich plytkého obehu, viazaného na deluviálne sedimenty. Táto voda sa zmiešava s kontaminovanou vodou zo skládky a spolu postupujú smerom k doline Hukovho potoka, čo sa prejavuje aj postupným narastaním množstva vody smerom k Hukovmu potoku (tab. 3.2.6.1).

Tab. 3.2.6.1. Množstvá vody na monitorovaných miestach v jednotlivých dňoch.

Vývery	26.1.03	14.2.03	23.4.03	5.4.04
OM-1 (l/s)	0,3	0,043	0,036	0,2
OM-2 (l/s)	0,31	0,25	0,04	0,5
OM-3 (l/s)	/	/	suché	0,7
OM-6 (l/s)	/	/	0,166	1
OM-4 (l/s)	1	1	0,3	1,5

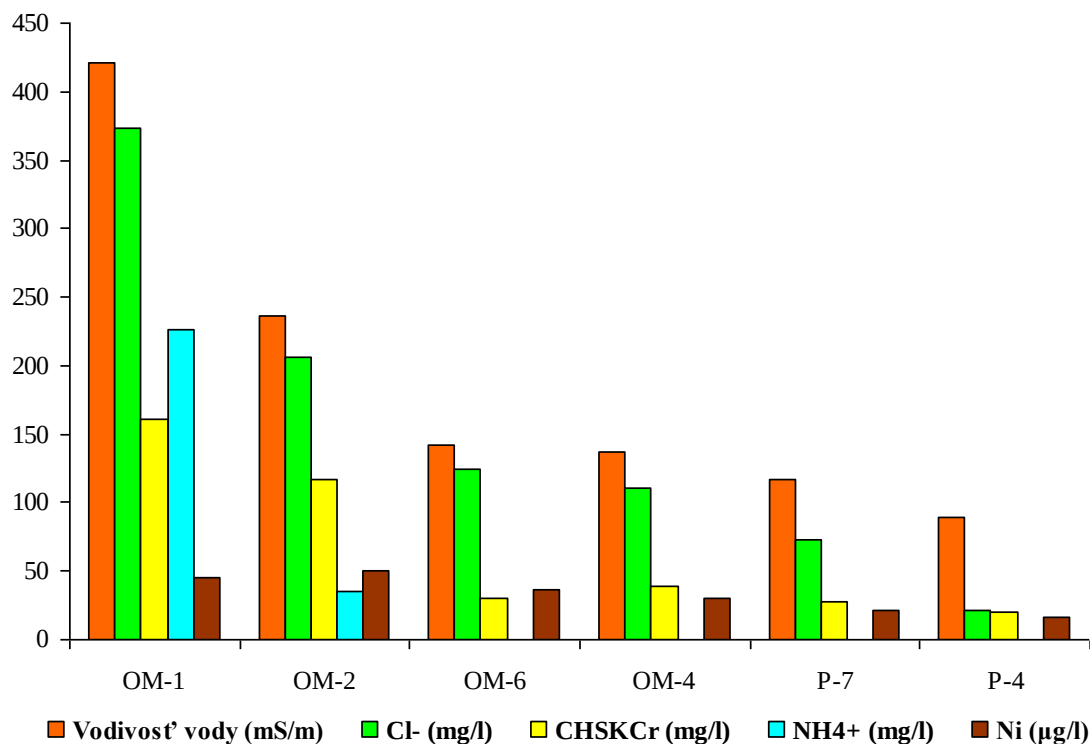
Pred Hukovým potokom od miesta, kde sa výraznejšie zmiernuje sklon údolia až po jeho otvorenie a prechod do nivy potoka, sa vytvára zamokrené územie. Rozsahy mokriny sa pohybujú od cca 5 x 10 m po 20 x 30 m. Odtiaľto kontaminovaná voda pozvoľne prestupuje do koryta Hukovho potoka, v úseku cca 30 m.

Miera znečistenia sa so vzdialenosťou od skládky celkovo znižuje (obr. 3.2.6.7.).



Obr. 3.2.6.7. Zmeny priemerných hodnôt vodivosti vody a obsahov chloridov so vzrastajúcou vzdialenosťou od skládky za podmienok aktívnych migračných ciest

Pokles je jav stabilný, je nezávislý od klimatických podmienok. Zo známych závislostí medzi obsahom chloridových iónov, vodivosťou vody a vzdialenosti od skládky je možné usúdiť, že sa jedná stále o jeden typ vody, ktorá má rovnaké vlastnosti ako voda vystupujúca zo skládky. Táto skutočnosť je spôsobená hlavne nariadením kontaminovanej vody vodami z prítokov z bočných svahov. Distribúcia jednotlivých kontaminantov v priestore a danom čase je podmienená ich vlastnosťami (napr. sorbovanie kovov a amónnych iónov, vyzrážavanie železa) (obr. 3.2.6.8).



Obr. 3.2.6.8. Zmeny priemerných hodnôt meraných parametrov pozdĺž smeru postupu znečistenia.

Závislosť aktivity migrácie kontaminantov od klimatických podmienok sa na lokalite najvýraznejšie prejavuje v rámci vyčleneného úseku. V čase vlhkejších klimatických podmienok sú aktívne vývery v údolí a dochádza k prieniku kontaminovanej vody až do Hukovho potoka, zároveň je kontaminácia najnižšia. V suchom období nastáva opačná situácia, dochádza k úbytku vody a až k vyschnutiu výverov a netečie ani Hukov potok. Miera kontaminácie je v tomto období najvyššia, ale jej dosah je značne obmedzený a obyčajne nesiahá ďalej ako niekoľko desiatok metrov od čela skládky.

Umiestnenie monitorovacích vrtov v predpolí skládky HG-1, HG-2 a HG-3 je v tesnej blízkosti čela skládky, vrty sú orientované priečne na smer šírenia sa znečistenia, a navyše v takých vzájomných rozstupoch, že neumožňujú zachytiť sústredený tok kontaminovanej vody zo skládky postupujúci predovšetkým po povrchu. Prítomnosť vody vo vrtach bola viazaná obyčajne iba na vlhkejšie obdobia, kedy dochádzalo k náhlemu nasýteniu horninového prostredia vodou v rozvoľnenej pripovrchovej zóne. V čase suchého obdobia voda vo vrtach vysychá, resp. je vody tak málo, že nie je možné odobrať vzorku vody na chemickú analýzu. Znečistenie vody vo vrtach sa môže spájať s prienikmi kontaminovanej vody zo skládky cez netesnosti ílového tesnenia vrtov alebo pochádzať z obdobia celkovo zvýšených vodných stavov na lokalite.

d/ úsek, v rámci ktorého dochádza k zmiešavaniu kontaminovanej vody zo skládky s povrchovým tokom

K sútoku vody ovplyvnenej skládkou s Hukovým potokom dochádza na viacerých miestach v oblasti vyústenia dolinky, v ktorej je situovaná skládka (ide najmä o miesta P-3 a P-4). Údolie Hukovho potoka je orientované voči tomuto údoliu priečne a predstavuje eróznú bázu študovaného územia. Hukov potok tvorí občasný ľavostranný prítok rieky Myjava. Vzdialenosť od miesta sútoku vôd (P-4), po vyústenie Hukovho

potoka do rieky Myjavy je cca 1,5 km. Potok je aktívny iba vo vlhkejšom období a väčšiu časť roka býva suchý (obr. 3.2.6.9a,b).



*Obr. 3.2.6.9a. Hukov potok v mieste P-3,
v čase jeho aktivity.*

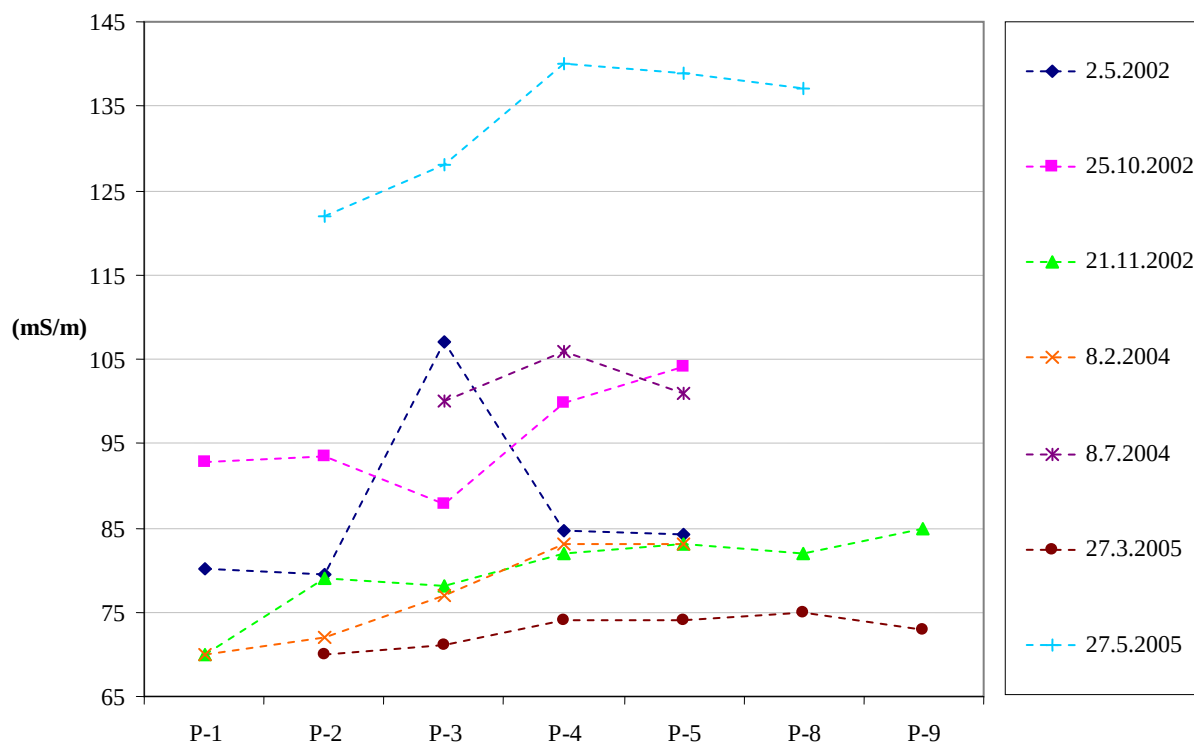


*Obr. 3.2.6.9b. Hukov potok v mieste P-3,
v suchom období.*

Hukov potok má režim, ktorý je výrazne závislý na povrchovom odtoku. Povrchová voda nemá na lokalite podstatnejší význam a využitie.

Extrémne prietoky na potoku sa pohybujú v intervale 0 až 20 l/s. Väčšie prietoky nemajú dlhé trvanie, v jarných mesiacoch (marec - apríl), kedy je potok najaktívnejší, sa jeho prietok pohybuje od 1 do 5 l/s. Vzhľadom k hydrogeologickým a geomorfologickým pomerom vznikajú v potoku povodňové stavy, poukazuje na to aj vybreženia potoka. Vo vlhkejšom období sa pozdĺž celého Hukovho potoka objavujú menšie vývery podzemnej vody (do 0,1 l/s). Prípadné skryté prestupy vody ovplyvnenej skládkou do povrchového toku (mimo oblasť vyústenia doliny v ktorej je situovaná skládka) neboli prieskumnými meraniami zistené.

Mieru a dosah vplyvu skládky na povrchový tok je možné sledovať porovnávaním kvalitatívnych zmien vody v miestach nad oblasťou prieniku kontaminovanej vody do potoka a pod ňou. V čase aktivity transportných ciest sa v oblasti sútoku vôd zvyšovali hodnoty v sledovaných parametroch iba mierne a obyčajne po 10 až 150 m v smere toku už nadobúdali pôvodné hodnoty typické pre vodu v Hukovom potoku nad sútokom (obr. 3.2.6.10).



Obr. 3.2.6.10. Vodivosť vody v Hukovom potoku na sledovaných miestach.

Vyhodnotenie meraní vodivosti vody in-situ od P-1 až po P-9 poukazuje na dynamiku zmien počas sledovaného obdobia. K maximálnym nárastom hodnôt vodivosti vody dochádza v úseku medzi P-3 a P-4, ojedinele až P-5.

Pozdĺž toku, cca 500 nižšie od sútoku s kontaminovanou vodou priteká do toku neovplyvnená voda z výveru z pravej strany nad údolím, čím sa celkovo zlepšujú kvalitatívne podmienky pre povrchovú vodu v potoku.

3.2.7 Záverečné zhodnotenie

Rekultivovaná skládka Holičov vrch je stavebne riešená tak, že voda v skládkovom priestore je po kontakte s uloženým odpadom kumulovaná drenážou a výpustom cez hrádzu je bez obmedzenia vypúšťaná do priestoru pred jej čelom. Odtiaľto postupuje údolím pred čelom skládky až do recipienta – Hukovho potoka. Miesto vyústenia, označené ako OM-1, je od vybudovania výpustu využívané ako optimálne kontrolné miesto kvality priesakov opúšťajúcich skládkový priestor.

Podľa výsledkov monitoringu realizovaného v roku 2011 je voda vytekajúca zo skládky cez uvedené odberné miesto OM-1 naďalej kontaminovaná. Má zvýšenú vodivosť, zvýšený obsah chloridov, bóru a najmä amónnych iónov.

Pre posúdenie stupňa kvality vody z tohto odberného miesta sú optimálne použiteľné limitné hodnoty pre priemyselné vody a osobitné vody vypúšťané do povrchových vôd uvedených v Nariadení vlády SR č. 269/2010 Z. z. – príloha č.6. časť 9.4. – skládky odpadov (priesakové vody). Podľa tejto legislatívy je vo vzorke vody z 6.12.2011 prekročený limit obsahu N-NH₄. Ide ale o kontaminant, ktorý sa v priebehu toku prirodzenou cestou degraduje – pred recipientom, v odmernom mieste OM-4, má hodnotu 0,085 mg/l (limit pre pitnú vodu).

Voda v indikačných vrtoch v predpolí skládky je dlhodobo kontaminovaná. Poukázali na to zvýšené hodnoty NH_4^+ , TOC a B. Vzhľadom k pomerom na lokalite a pozícii vrtov voči šíreniu znečistenia je potrebné interpretovať informácie z týchto miest kriticky.

Hodnoty jednotlivých analyzovaných parametrov sú v súlade s dlhodobým trendom vývoja kontaminácie v jednotlivých sledovaných odberných miestach.

Výsledky monitoringu v roku 2011 reprezentujú stav za suchých klimatických podmienok. Priesaková voda vyteká z drenáže v čele skládky napriek rekultivácii priestoru s komunálnym odpadom, a to aj v klimaticky suchom období, keď sú viaceré monitorované miesta suché. Viaceré monitorovacie miesta boli suché a k transportu kontaminantov do údolia pod skládkou nedochádzalo. Vplyv skládky na vodu v okolí sa dá podľa zisteného stavu charakterizovať ako zanedbateľný.

Dosah a miera kontaminácie sa v závislosti od klimatických podmienok v priebehu roku mení. Posúdenie rizika na lokalite závisí od poznania zmiešavacích pomerov jednotlivých kontaminantov s povrchovou vodou pod skládkou. Hlavne meraniami vodivosti vody a teploty vody, ale aj viacerými analytickými rozborami vody sa za sledované obdobie získali reprezentatívne výsledky, ktoré poukazujú na viacero skutočností:

- k ovplyvneniu potoka môže dochádzať iba vo vlhkejšom období, v čase jeho aktivity,
- ovplyvnenie Hukovho potoka je mierne a nastáva iba v relatívne krátkom úseku (10 až 50 m),
- tlmiace schopnosti potoka voči kontaminantom sú spôsobované predovšetkým nariadením neovplyvnenou vodou, sorpciou na dnových sedimentoch a ďalšími samočistiacimi schopnosťami povrchového toku.

Monitorovací systém pozostávajúci z vrtov umiestnených nad a pod skládkou v smere prúdenia podzemných vôd nie je pre reálne posúdenie znečisťujúcich procesov vyhovujúci. Vrt MS-3 je situovaný vo svahu, asi 50 m od skutočného priestoru, ktorým sa šíria kontaminované vody po povrchu, aj čiastočne podzemím (nedá sa jasne odlíšiť, odkiaľ pochádzajú vody vo vrtoch).

V súvislosti so získavaním informácií o situácii na lokalite sa dobre osvedčili dáta z *aplikovaného merania vodivosti a teploty vody priamo na lokalite*. Rozsah nameraných hodnôt umožňuje rozlíšiť charakter vôd v skúmanom území. Bolo tak možné uskutočňovať častejšie a podrobnejšie merania, napríklad sledovanie vzťahov medzi šírením znečistenia a meniacimi sa klimatickými podmienkami.

Hodnotenie vplyvu skládky na hydrosféru je vzhľadom k spoločnému transportu kontaminantov nutné posudzovať jednotne (ako priestor s komunálnym a priemyselným odpadom), vzhľadom k reálnej situácii. Výstup priesakov čele hrádze predstavuje zdroj, ktorý kontaminuje povrchové vody a mal by byť posudzovaný ako priesaková kvapalina, v zmysle limitných hodnôt ukazovateľov znečistenia vo vypúšťaných odpadových vodách platných pre Nariadenie vlády SR č. 269/2010, prílohy č.6. časť 9.4. – Skládky odpadov (priesakové vody). Objektívnemu posúdeniu vplyvu skládky na povrchové vody bráni neujasnenosť skutočného rozsahu skládky a nekvalitne urobená rekultivácia skládky (vybudovaná drenáž ukončená jednoduchým vývodom na lúku). V prípade uvažovania Hukovho potoka ako najbližšieho povrchového toku pre vypúšťanie priesakov zo skládky, by tieto limity v mieste sútoku vôd nemali byť podľa doterajších zistení prekračované. Do hodnotenia je potrebné zahrnúť aj úsek medzi skládkou a recipientom, v rámci ktorého dochádza k poklesu hodnôt na požadovanú úroveň. Ďalej je nutné zohľadniť pomerne časté vysychanie Hukovho potoka. V čase sucha by najbližším recipientom bola rieka Myjava, vzdialená cca 1,5 km od skládky. Túto možnosť podporuje aj fakt, že koryto Hukovho potoka tvorí prirodzenú migračnú cestu na odvedenie prívalových vôd zo študovanej oblasti.

3.3 LOKALITA MYJAVA – SUROVÍN

3.3.1 Všeobecná situácia na lokalite

V predpolí skládky tuhého komunálneho odpadu (TKO) dochádza aj po rekultivácii k unikaniu kontaminantov vo forme priesakov a ich zlievaniu s povrchovým tokom tečúcim v údolí pod skládkou. Dlhodobejším sledovaním fyzikálno-chemických parametrov vôd sa ukazuje, že vplyvom nariedovania kontaminantov s neznečistením povrchovým tokom a samočistiacich procesov v rámci ich transportu sa miera znečistenia prostredia skládkou výrazne limituje. Na lokalite je možné celoročne sledovať zmiešavacie pomery vybraných kontaminantov z priesakovej kvapaliny s neovplyvnenou povrchovou vodou.

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 sú 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.

Zaradenie skládky do Pod systému 03 vyplynulo najmä z nasledovných skutočností:

- skládka predstavuje klasický model environmentálnej záťaže typu „A“, je situovaná v hlbšom údolí, pričom priestor uloženia má exponovanú polohu voči možnému recipientu, z čela skládky trvale vystupujú priesaky, ovplyvnené znečistením zo skládky,
- kontaminované priesaky sa v predpolí skládky zlievajú s povrchovým tokom a smerujú k rieke Myjava,
- skladba odpadov je pomerne pestrá, s rôznym vekom uloženia,
- na skládke bola realizovaná rozsiahla rekultivácia,
- prieskumnými a monitorovacími prácami bolo zistené nadštandardné množstvo informácií o pomeroch na lokalite.

3.3.2 Charakteristika lokality

Bývalá skládka komunálneho a priemyselného odpadu leží južne od mesta Myjava, na severnom svahu vrchu Surovín v nadmorskej výške 380 m n.m (obr. 3.3.2.1). Sklony svahov sa pohybujú okolo 6-10°, ojedinele i 14°. Skládka je umiestnená do oblasti začiatku systému väčších erózných rýh. Priestor, do ktorého bol ukladaný odpad, bol v minulosti umelo rozšírený v dôsledku ťažby hlin.

Skládka Surovín pozostáva z dvoch, vzájomne prepojených samostatných častí – skládky tuhého komunálneho odpadu (STKO) a skládky galvanických kalov (SGK).



Obr. 3.3.2.1. Lokalizácia skládky Surovín.

Skládka TKO vznikla dlhodobým nekontrolovaným sypaním komunálneho i priemyselného odpadu do eróznych rýh, resp. ťažobných jám na svahu kopca Surovín (pravdepodobne už v 60. rokoch minulého storočia). Oficiálna prevádzka skládky trvala do roku 1980, ale aj potom sa na skládku spontánne vyvážal hlavne odpad z domácností. Druhovú skladbu odpadov je pomerne pestrá, s rôznym vekom uloženia. Išlo o rôzny odpad z domácností, stavebnej činnosti a údržby, hlina, galvanické kaly z Myjavy a jej okolia.

Hlavná masa odpadového materiálu je zhromaždená v hlbokom výmole, ktorý ma hĺbku 8 až 18 m. Výmol začína na severe v čele skládky pri vrte HGM-3 a pokračuje cez vrt HGM-2 až za skládku neutralizačných kalov. Vo zvyšnom rozsahu skládky má skládkový materiál hrúbku 3 až 4 m. Meraniami boli lokálne zistené miesta ukladania odpadu mimo vlastný priestor skládky, a to vpravo od príjazdovej cesty.

Pôvodná rozloha skládky bola cca 2,1 ha. Skládka nemala vybudovaný systém odvedenie zrážkových vôd mimo vlastný priestor a ani na zber priesakov zo skládky. Tiež chýbal monitorovací a odplyňovací systém. Podložie tvoria pôvodné horniny bez zabezpečenia tesnenia požadovaného pre skládku tohto typu. Na povrchu skládky sa okrem náletového porastu nachádzali jamy s výpalkami z pálenice, ktoré predstavovali drenážny prvok. Podmáčaním a erodovaním údolia na boku skládky došlo v minulosti k zosunutiu svahu spolu s uloženým skládkovým materiálom. Zosunutý materiál spôsobil prehradenie potoka a vznik jazierka severovýchodne od skládkového telesa. Páta zosuvu v priestore potoka bola v čase realizovania prieskumu podmáčaná a erodovaná vodami z jazierka a hrozilo nebezpečenstvo aktivizácie zosuvu najmä pri výdatných zrážkach. V čele skládky dochádzalo k nekontrolovaným únikom priesakov a výluhov do údolia, ktorým preteká menší povrchový tok. V roku 2006 bola skládka TKO rekultivovaná, pričom išlo predovšetkým o pokrytie povrchu skládky tesnením z HDPE a zeminy, vytvorenia figúry telesa skládky, stabilizovania a odvodnenia čela skládky a meliorácie potoka tečúceho okrajom skládky, taktiež bol

vybudovaný odplyňovací systém. Vody zo skládkového priestoru sú zhromažďované do drenážnej studne v čele skládky, kde sa zmiešavajú s povrchovým tokom z priestoru nad skládkou pričom následne odtekajú voľne do potoka v údolí.

Skládka GK sa nachádza nad skládkou TKO, s rozlohou cca 350 m² a kubatúrou cca 300 m³ (obr. 3.3.2.2). Skládka bola riešená ako odkalisko, to znamená, že boli vybudované hrádze a do takto vytvorenej „nádrže“ boli potom vylievané kaly po úprave kovov. Odparovaním prebytočnej vody a sadaním sa kaly zahusťovali. Druhovú a vekovú skladbu odpadu je pomerne jednotná. Skládka fungovala zhruba do roku 1975. Ako izolácia dna a stien nádrže pravdepodobne slúžili ílovité hliny z neďalekej tehelne. Oblasť úložiska neutralizačných kalov je zakrytá väčšou vrstvou ílovitého materiálu, pričom má voči okoliu nadúrovňový charakter, takže sa predpokladá, že ani povrchová, ani podzemná voda sa do nej nedostáva. Táto časť skládky je riadne ohradená a občasne monitorovaná.



Obr. 3.3.2.2. Skládka neutralizačných kalov.

3.3.3 Monitorovací systém

Monitorovacie práce na lokalite majú za cieľ:

- určiť dosah a mieru znečistenia povrchovej a podzemnej vody na lokalite,
- vysledovať režim množstva a kvality vody na jednotlivých monitorovacích miestach a charakterizovať hlavné faktory, ktoré na ne vplývajú,
- posúdiť skutočný vplyv skládky na podzemnú a povrchovú vodu v jej okolí,
- zhodnotiť vykonanie rekultivačných prác a ich účinnosť.

Pôvodný monitorovací systém založený na báze hydrogeologických vrtov (HGM-1 až HGM-4) sa ukázal ako nefunkčný. Monitorovacie miesta sú od roku 2000 situované do predpolia skládky tak, aby umožňovali sledovať výtoky kontaminovaných priesakov v čele skládky TKO (S-3, Výtok / S-4), kontrolovať ich transport v údolí pod skládkou (S-5, S-6, S-7, S-8, S-9) a porovnávať s neovplyvnenou vodou pozadia (S-1, S-2, S-10). Situácia súčasnej monitorovacej siete je na obr. 3.3.3.1.

Monitoring skládky sa uskutočňuje odberom vzoriek vôd pre laboratórne analýzy, režimovými meraniami výdatnosti výtokov zo skládky, terénnymi meraniami fyzikálno-chemických parametrov vody a vizuálnym zhodnotením stavu monitorovacieho systému a povrchu skládky.

Frekvencia monitoringu je raz ročne. Okrem aktivít v rámci Podsystemu 03 sa na lokalite uskutočňuje pravidelný povinný monitoring skládky v zmysle Vyhlášky MŽP SR č. 283/2001 Z.z. Tieto práce zabezpečuje pre mesto Myjava firma Sensor s.r.o. s frekvenciou 1 x do roka. Všetky monitorovacie sú vzájomne koordinované.



Obr. 3.3.3.1. Situácia aktuálnych monitorovacích miest na lokalite.

3.3.4 Monitoring v roku 2011

V zmysle stanovených cieľov bol uskutočnený odber vzoriek vody z vybraných monitorovacích miest. Práce prebehli v súčinnosti s firmou Sensor s r.o. Snahou bolo získať najmä informácie o distribúcii kontaminantov v širšom priestore a zároveň rozšíriť rozsah analyzovaných ukazovateľov. Súčasťou odberov vzoriek boli aj režimové merania a merania fyzikálnych parametrov vody in-situ.

a) Odbery vzoriek vôd, laboratórne analýzy

Vzorky vody boli odobrané dňa 6.12.2011 z troch monitorovacích miest:

- **Výtok** z drénu – ide o monitorovacie miesto, používané po uzavretí skládky. Výsledky získané odberom z tohto miesta predstavujú informáciu o fyzikálno-chemických vlastnostiach vody, ktorá sa z priestoru celej rekultivovanej skládky zhromažďuje v zbernej studni v najnižšom mieste čela skládky a odtiaľ odteká do potoka. Je reprezentatívne pre hodnotenie kvality vypúšťanej skládkovej vody z hľadiska Nariadenia vlády SR č.269/2010, príloha č. 6. časť B.9.4. Skládky odpadov (priesakové vody). Výsledky sú pracovne zrovnateľné s bodom, ktorý bol monitorovaný pred rekultiváciou pod označením **S-4**,
- **S-1** – odberné miesto v údolí nad skládkou. Je považované za referenčné odberné miesto. Voda bola odobratá z potôčka nad bývalým jazierkom,
- **S-5** – odberné miesto vzdialené asi 50 m pod čelom skládky. V tomto priestore sú sústredené všetky prítoky, vyskytujúce sa v čele skládky a voda má charakter zmiešanej vzorky vhodnej na hodnotenie celkového vplyvu skládky na povrchové vody.

Vzorky z monitorovacieho miesta Výtok (S-4) boli zaslané do laboratórií ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi. Rozsah stanovených ukazovateľov bol volený v zmysle Nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z.z. – príloha č. 6.

časť B 9.4. – Skládky odpadov (priesakové vody): CHSK_{Cr} , Cl, NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- , NL, AOX, TOC, B, Cu, Ni, Pb, Zn, Cd, As, Cr, Pb, Ba.

Vzorky z monitorovacích miest S-1, S-5 boli odovzdané prostredníctvom firmy Sensor do laboratória SAŽP – Centrum odpadového hospodárstva a Bazilejského dohovoru, odbor ekoanalytiky odpadov, Bratislava. Rozbor analyzovaných ukazovateľov bol optimalizovaný podľa výsledkov predchádzajúcich prác na 5 parametrov – NH_4^+ , B, Cu, Ni, Zn.

Výsledky laboratórnych analýz z uvedených odberných miest sú uvedené v tab. 3.3.4.1.

Tab. 3.3.4.1. Výsledky chemickej analýzy vody na Surovine z dňa 6.12. 2011.

Ukazovateľ	Jednotky	Odberné miesto		
		S-1	S-5	S-4
NH_4^+	mg/l	0.1	0.2	0.79
Zn	μg/l	<10	<10	62
Ni	μg/l	6.3	7.2	10
Cu	μg/l	<3	7	16
B	μg/l	150	780	760

Ukazovatele	CHSK_{Cr}	Cl ⁻	$(\text{SO}_4)^{2-}$	$(\text{NO}_3)^-$	$(\text{NO}_2)^-$	NL	AOX	TOC	Cd	As	Cr	Pb	Ba
Jednotky	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	mg/l
S-4 (výtok)	10	103	374	6.8	0	24	<0.03	3.9	<0.3	<1	<2	8	0.06

Poznámky:

Zvýraznenie žltou farbou = prekročenie indikačného limitu v zmysle Metodického pokynu č. 1/2012-7

b) Režimové merania a merania fyzikálnych parametrov vody in-situ

Súčasťou odberov vzoriek vody boli tiež terénne režimové merania (meranie výdatnosti výtoku a prietoku na toku) a merania fyzikálno-chemických parametrov vody (vodivosť, teplota, pH). Možnosti získavania informácií boli podmienené aktuálnymi klimatickými podmienkami na lokalite. Prietok v potoku postupne vyznieval, cca po 250 m pod monitorovacím miestom S-5 bolo koryto potoka už suché. Zistené výsledky sú spracované vo forme protokolu o meraní fyzikálno-chemických parametrov (Príloha č. 2.4).

3.3.5 Zhodnotenie aktuálnej situácie na lokalite

Výsledky monitoringu z dňa 6.12. 2011 reprezentujú situáciu na lokalite za suchých klimatických podmienok. Kľúčové monitorovacie miesta boli napriek tomu aktívne a je preto možné komplexne vyhodnotiť stav na lokalite.

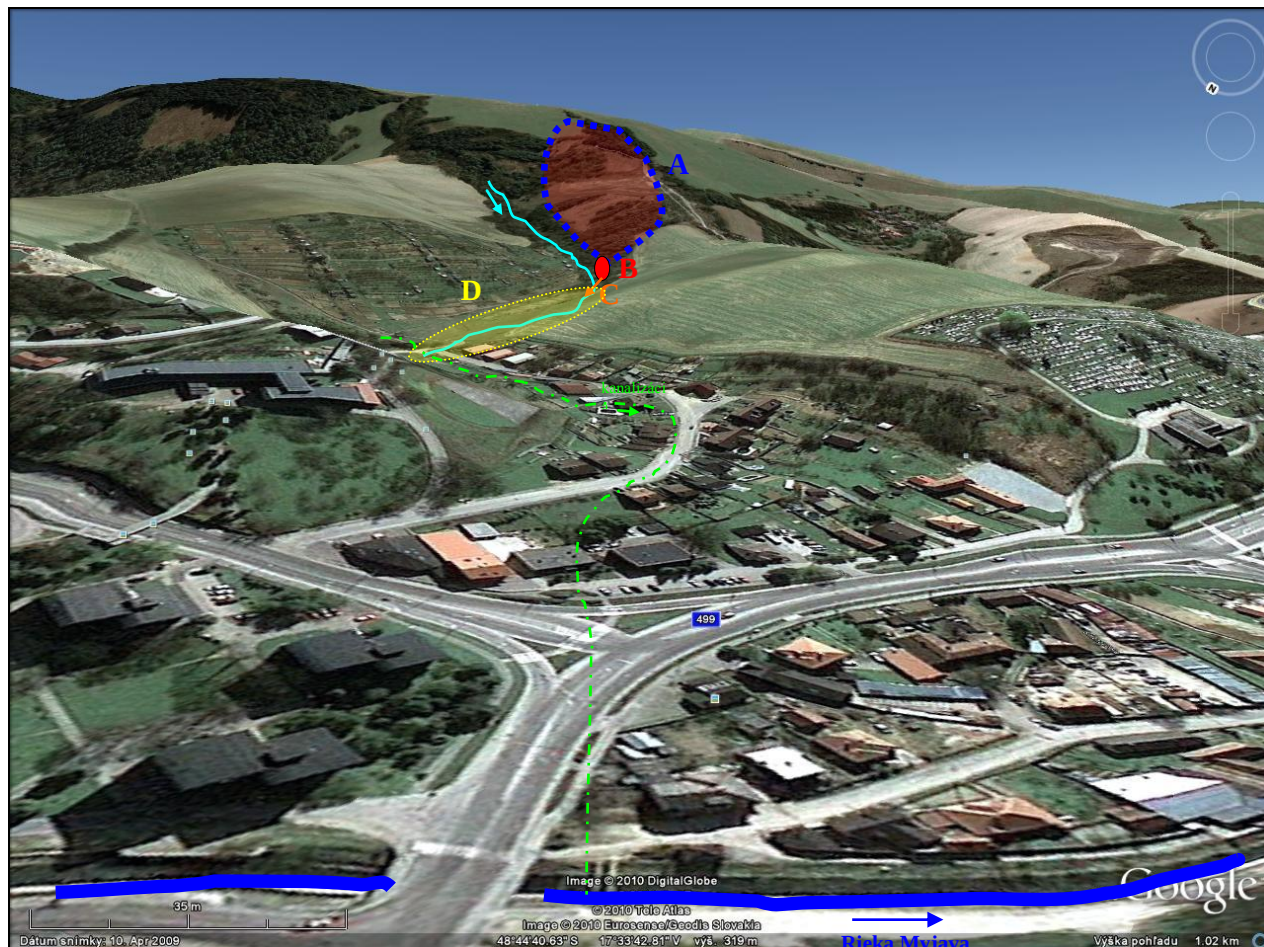
Monitorovacie miesto „Výtok z drenáže“ je naďalej aktívne aj po rekultivácii skládky a to aj v čase suchších klimatických podmienok. Množstvo priesakov s $Q = 0,133$ l/s sa dá považovať vzhľadom k podmienkam merania za minimálny ročný prietok. V prepočte na celý rok by to znamenalo, že do prostredia zo skládky môže uniknúť minimálne cca 4 195 m³ priesakov ročne.

Vyhodnotenie údajov získaných z tohto miesta je žiaduce vzhľadom k jeho charakteru a pomerom na lokalite porovnať s limitnými hodnotami ukazovateľov znečistenia odpadových vôd podľa Nariadenia vlády SR č. 269/2010 - príloha č.6, časť B, 9.4 – Skládky odpadov (priesakové vody). Vytiekajúca voda spĺňa limity uvedenej legislatívy pre vypúšťanie do povrchových tokov. Z rozšíreného rozsahu ukazovateľov žiaden neprekračoval požadované limity pre vypúšťanie.

V porovnaní s hodnotami zistenými v toku cca 50 m pod skládkou (S-5) vidieť, že počas transportu kontaminantov dochádza k ich podstatnému poklesu, a to takmer až na úroveň hodnôt pozadia (S-1). Anomálne sa prejavuje bór, ktorý má dosiahol vyššie koncentrácie v S-5 ako S-4. Jeho hodnoty mierne prekračujú indikačné hodnoty podľa limitov v Metodickom pokyne č. 1/2012-7. Z hľadiska súčasného stavu na lokalite a charakteru tohto ukazovateľa predstavuje bór najvhodnejší – kľúčový parameter pre mapovanie šírenia znečistenia zo skládky.

3.3.6 Vývoj situácie na lokalite za dlhšie časové obdobie

Pre vyhodnotenie vývoja situácie na lokalite za dlhšie časové obdobie je vhodné rozdeliť oblasť environmentálnej záťaže na viacero čiastkových zón (obr. 3.3.6.1).



Obr. 3.3.6.1. Rozdelenie územia na štyri čiastkové pracovné oblasti: A, B, C, D

a/ oblasť vstupu vonkajších vôd do priestoru skládky

Pred rekultiváciou skládky, kedy prebiehal na lokalite najrozsiahlejší výskum, sa voda z vonkajšieho prostredia skládky mohla dostávať do oblasti skládky viacerými spôsobmi: zrážkami, povrchovým odtokom zo širšieho okolia alebo občasnými vývermi podzemnej vody z bokov a dna erózných rýh, v ktorých je skládka situovaná. Tieto predpoklady vyplývajú z charakteru morfológie a hydrogeologických pomerov na lokalite. Do skládky mohla reálne infiltrovať len časť vôd z povodia so spádom k skládke, povrch skládky TKO nebol rovný, jeho sklon umožňoval odtok časti vôd zo zrážok a povrchového odtoku mimo priestor skládky smerom do menšieho údolia prebiehajúceho po pravej strane skládky. Naopak drenážny prvok predstavovali jamy s výpalkami z pálenice, ktoré sa nachádzali na niekoľkých miestach na povrchu skládky.

Voda, ktorá preniká do telesa skládky, sa obohacuje o rozpustené látky z uloženého odpadu a gravitačne postupuje smerom ku dnu skládky. Tvar eróznej ryhy a pomerne málo priepustné podložie skládky usmerňujú presiaknutú vodu k čelu skládky, do jej najnižšieho miesta. Na túto skutočnosť poukazujú aj výsledky geofyzikálneho prieskumu, získavané opakovaným meraním spontánnej polarizácie (Vybíral et al., 2005). Trvalá prítomnosť výverov v čele skládky vytvára predpoklad na vstup relatívne väčšieho množstva vonkajších vôd do skládky.

Charakter pozad'ových hodnôt v sledovaných parametroch bolo možné určiť z niektorých analýz vzoriek vody odobratých vo vrte S-1 situovanom nad skládkou proti smeru prúdenia vody (vrt býval často suchý). Hlavné miesto pre súvislejšie charakterizovanie vody pozadia predstavoval povrchový tok pretekajúci údolím po pravej strane skládky. Z výsledkov režimových pozorovaní sa ukázalo, že dochádza k pomerne veľkým zmenám v prietokoch na toku (potok občasne vysychá), ale kvalitatívne ukazovatele bývajú relatívne stabilné.

V snahe zamedziť prenikaniu vonkajších vôd do skládky bola v rámci rekultivácie skládky v roku 2006 vytvorená figúra skládky, povrch skládky prekrytý tesniacou fóliou a vytvorený systém na odvádzanie vôd z povrchového odtoku. Napriek tomu sa kontaminovaná voda v čele skládky stále objavovala, a to aj v čase, keď iné zdroje vody v okolí boli vyschnuté. Tento fakt potvrdzoval domnienku o prestupe podzemnej vody do telesa skládky cez jej boky aj zo širšieho okolia.

Negatívnym fenoménom na rekultivovanej skládke sú viaceré prejavy nestabilného povrchu skládky ako sú menšie erózne ryhy a zosuvy. Ďalší vývoj týchto javov môže spôsobovať lokálne dotovanie vody do narušených miest s následným ohrozením stability skládky.

b/ miesto výstupu priesakov v čele skládky

V čele skládky dochádza trvale k vystupovaniu priesakov, ktoré sú ovplyvnené látkami z uloženého odpadu. Pred rekultiváciou skládky mali výstupy priesakov charakter rozptýleného výveru s plochou cca 5 x 10 m. Výver dosahoval najväčší rozsah v jarných mesiacoch a najmenší v letných a jesenných mesiacoch. Prítomnosť priesakov sa prejavovala aj v suchom období, keď vysychali všetky zdroje vody v okolí skládky. Výdatnosť výveru sa pohybovala v rozsahu 0,05 – 0,3 l/s.

V dôsledku prítomnosti rozptýleného výveru v čele skládky bývala táto oblasť často dlhodobo podmačaná, čo oslabovalo stabilitu skládky. Poukazoval na to aj nerovnomernejší reliéf terénu v tejto oblasti. V minulosti došlo k zosunutiu časti pravého boku čela skládky, pričom došlo k čiastočnému prehradeniu menšieho potoka obtekajúceho skládku sprava a vytvoreniu jazierka.

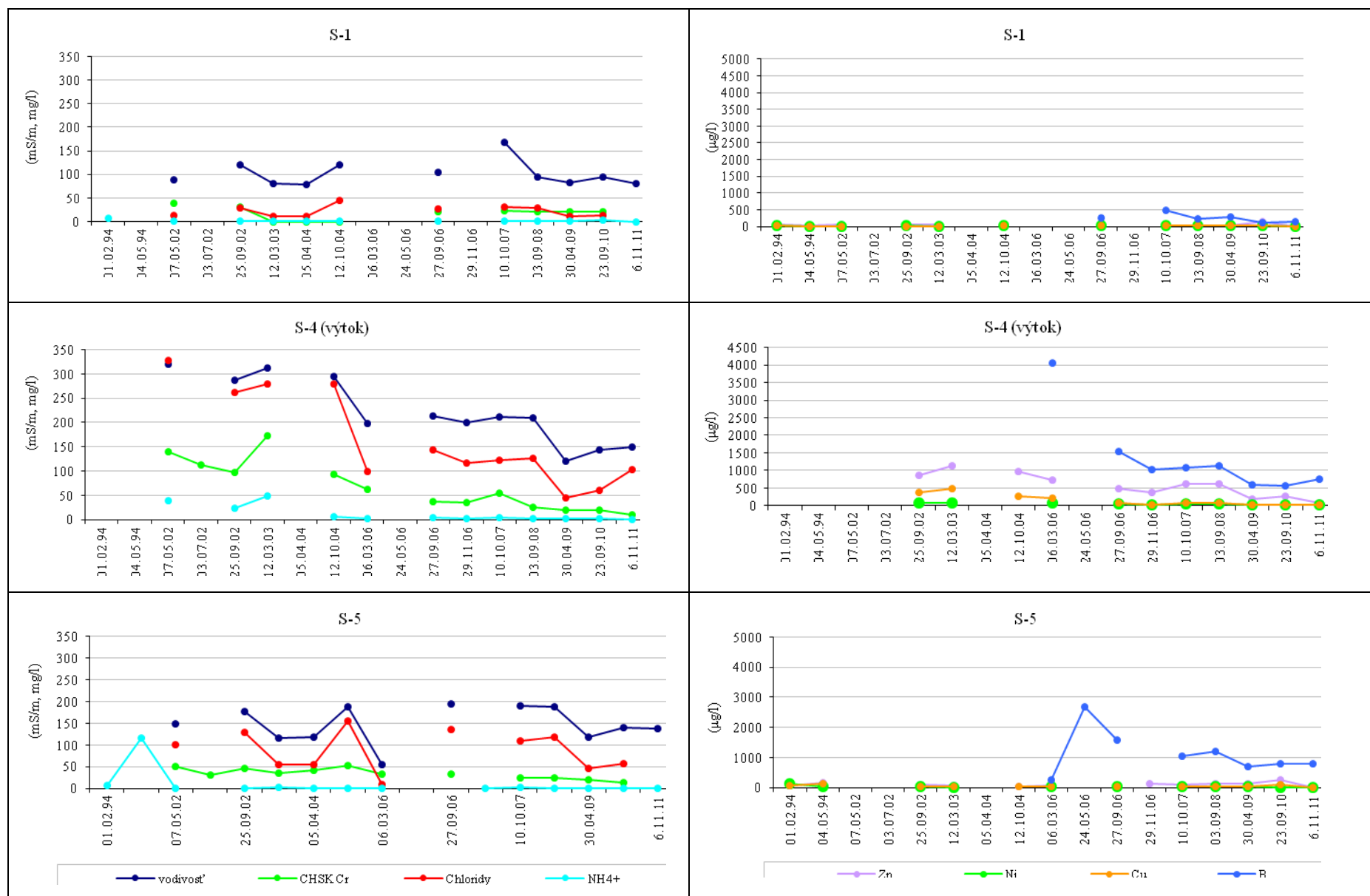
Charakter priesakov v čele skládky poukazuje na priesakovú kvapalinu vyzretejších komunálnych skládok, s celkovo nižšími koncentraciami zastúpených látok. Vybrané sledované ukazovatele sú zhodnotené v rámci vývoja sledovaných ukazovateľov (obr. 3.3.6.2). Zvýšené obsahy viacerých látok v priesakoch zo skládky sú zjavné z ich porovnania s pozad'ovými hodnotami z potoka nad skládkou. Priebehy sledovaných ukazovateľov boli v období najrozsiahlejšieho prieskumu lokality (r. 2002 – 2005) relatívne ustálené, prípadné zmeny mali len sezónny charakter. Oproti roku 1994 boli takmer u všetkých kontaminantov zaznamenané výrazné poklesy obsahov v priesakovej kvapaline.

Vrt HGM-3, situovaný priamo v mieste výstupu priesakov z čela skládky, bol zavalený a nebolo ho možné použiť. Avšak pri šírení sa priesakov po povrchu by jeho funkcia bola aj tak irelevantná.

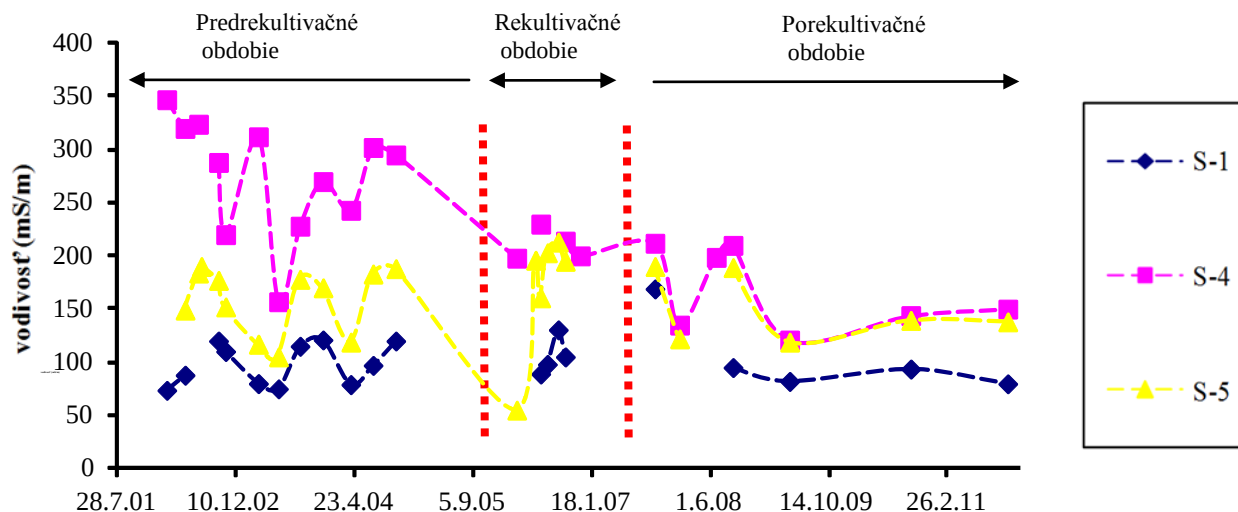
Počas realizovania rekultivačných prác na lokalite bolo nutné riešiť (mimo rozsah naplánovaných projekčných prác) situáciu ohľadom stálych výverov v čele skládky, ku ktorým dochádzalo aj napriek tomu, že boli urobené opatrenia na zamedzenie vstupu vonkajších vôd do telesa skládky. Tieto priesaky boli sústredené podzemnou drenážou do zbernej šachty v predpolí skládky (do oblasti monitorovacieho miesta S-4). Zároveň sem bola odvedená aj skládkou neovplyvnená voda z povrchového toku pritekajúca z údolia vpravo od skládky. Takýmto spôsobom sa vody v zbernej šachte zmiešavajú a následne vystupujú odtokovou rúrkou voľne do prostredia.

Zo zistení pri sledovaní situácie na lokalite po ukončení rekultivácie sa potvrdila vhodnosť zachytenia výveru v čele skládky a jeho vyvedenie do zbernej šachty, kde sa zmiešava s vodou neovplyvnenou skládkou. **Voda zo zbernej šachty vyteká za každých klimatických podmienok, a to aj v čase, keď je potok nad skládkou suchý** (pozorovania do konca roka 2011).

Po kvantitatívnej a kvalitatívnej stránke dosahuje voda vystupujúca zo zbernej šachty (predtým S-4) podobné hodnoty s tými, ktoré boli zisťované až cca 50 m pod čelom skládky (S-5). Na tento fakt poukazuje aj vývoj vodivosti vody sledovanej v „kľúčových“ monitorovacích miestach v období pred a po rekultivácii skládky (obr. 3.3.6.3).



Obr. 3.3.6.2. Vývoj sledovaných ukazovateľov na kľúčových monitorovacích miestach za obdobie rokov 1994 – 2011



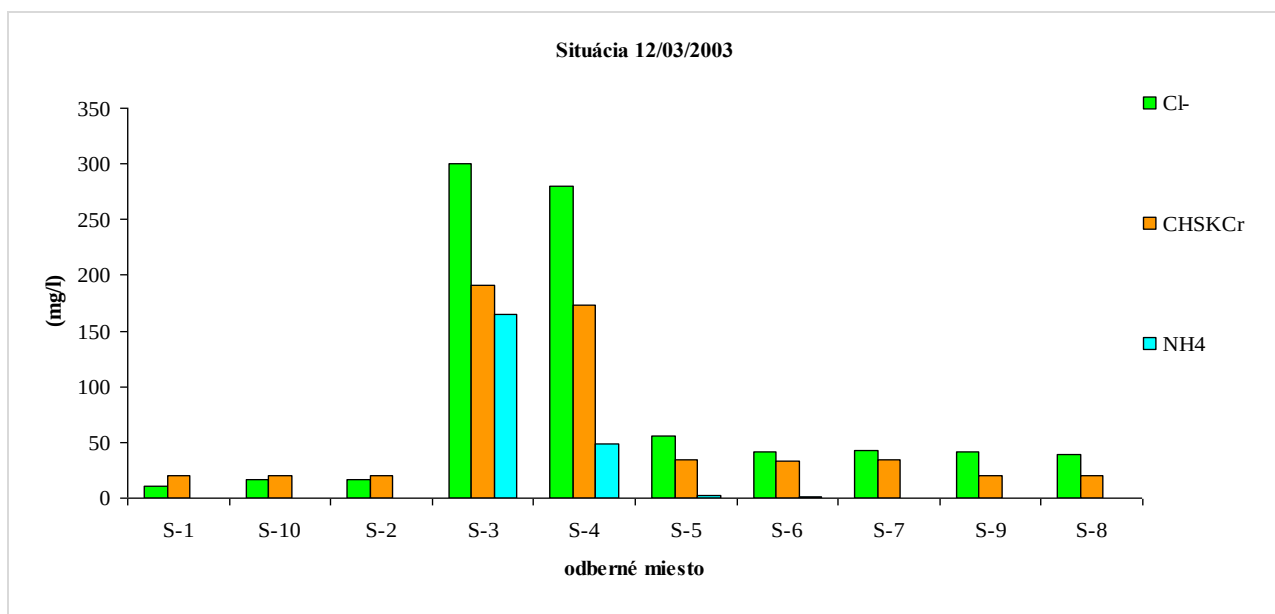
Obr. 3.3.6.3. Situácia na monitorovacích miestach pred, počas a po rekultivácii skládky.

c/ úsek medzi skládkou a najbližším povrchovým tokom

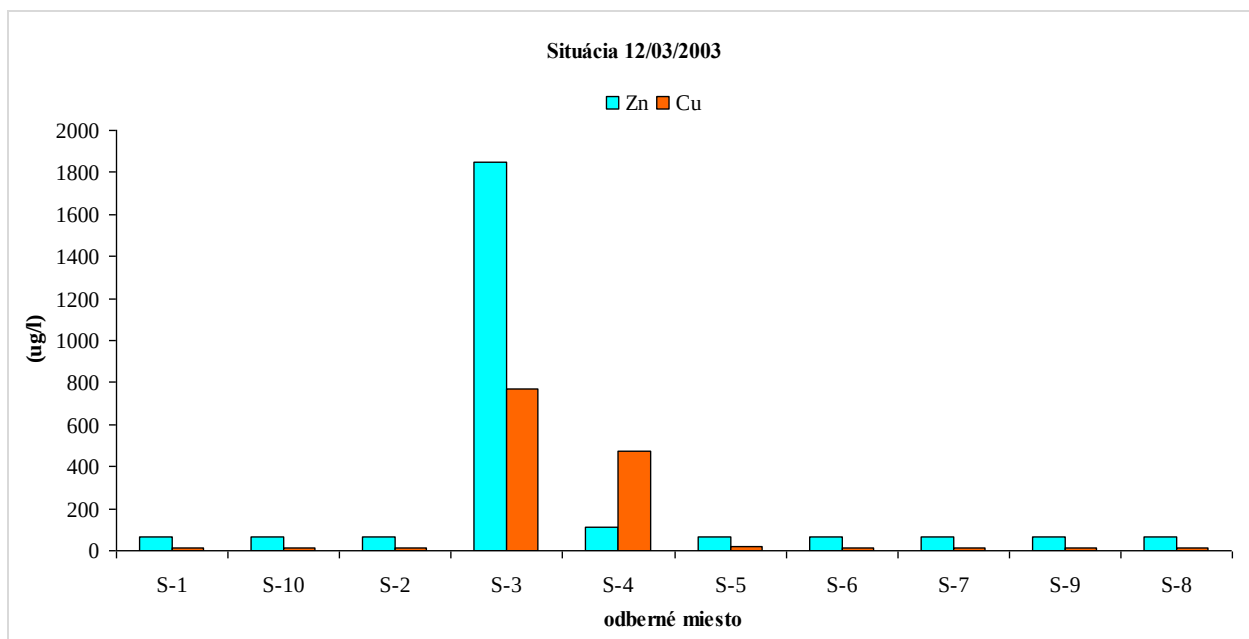
V období pred rekultiváciou skládky vystupovali priesakové vody z čela skládky v rozptýlenej forme, pričom dĺžka úseku od miesta ich výveru (S-3) po zjavné zmiešavanie s povrchovým tokom pritekajúcim z pravej strany (S-4) bola cca 20 m. Tento úsek možno vzhľadom k charakteru jeho prejavov priradiť stále k „b“ zóne - ako miesto výstupu priesakov z čela skládky. Navyše po rekultivačných prácach bola výverová oblasť priesakov zachytená drénom s vyústením do zbernej šachty, čím sa rozptýlený výver sústredil do jedného miesta.

d/ úsek, v rámci ktorého dochádza k zmiešavaniu kontaminovanej vody zo skládky s povrchovým tokom

K zmiešavaniu medzi kontaminovanými priesakmi zo skládky a povrchovou vodou v potoku dochádzalo postupne na úseku cca 50 m od čela skládky (od S-4 po S-5). Od tohto miesta ďalej mávali namerané hodnoty už pomerne vyrovnaný charakter. Názornú predstavu o šírení znečistenia zo skládky reprezentuje výber ukazovateľov zo situácie z 12.3. 2003 (obr. 3.3.6.4, obr. 3.3.6.5). Podobný charakter priebehu hodnôt bol sledovaný aj počas ostatných meraní. Tento prejav je všeobecný a nezávislý od klimatických podmienok.



Obr. 3.3.6.4. Namerané hodnoty Cl^- , CHSK_{Cr} a NH_4^+ na jednotlivých monitorovacích miestach.



Obr. 3.3.6.5. Namerané hodnoty Zn, Cu na jednotlivých monitorovacích miestach.

Po rekultivácii skládky platí pre miesto výstupu nariedených priesakov zo zbernej šachty analogická situácia ako v monitorovacom mieste S-5. Kontaminácia vody sa pozdĺž toku od skládky postupne zmiernuje. Vyplýva to najmä z dôvodov postupného naried'ovania čistejšími vodami z bočných strán údolia. Zníženie koncentrácií sledovaných látok je tiež podmienené ich vlastnosťami pri interakcii s prostredím, pričom je reálny predpoklad, že dochádza k viacerým samočistiacim procesom (napr. k oxidácii, denitrifikácii, sorpcii).

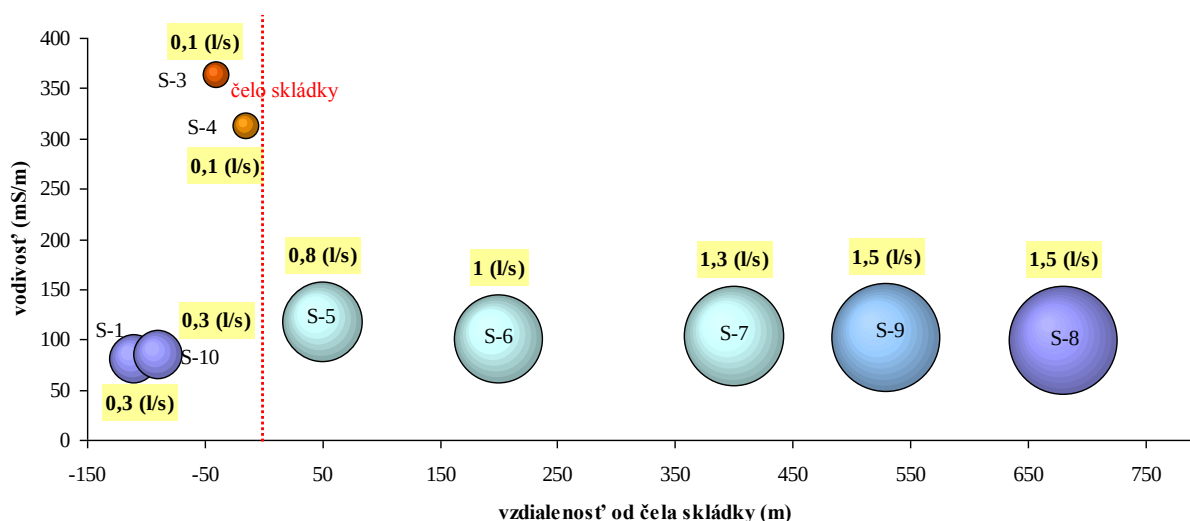
Ďalej od skládky postupuje nariedená voda vo forme povrchového toku pomerne úzkym údolím, smerom do nižšie položených miest (obr. 3.3.6.6).

Po cca 250 m od skládky sa údolie otvára a pred záhradkárskou oblasťou (za odberným miestom S-6) dochádza čiastočne k prestupu vody pod povrch. Voda s rovnakým charakterom a množstvom vody nie menším ako pred S-6 sa opäť objavuje na povrchu po cca 240 m, pod záhradkárskou oblasťou, pri jej vyústení do stokovej siete mesta (S-8). Odtiaľto je spolu s ostatnými vodami odvádzaná do rieky Myjava. Na základe týchto skutočností je možné uvažovať, že pozdĺž skúmaného úseku nedochádza k hlbšiemu prestupu vody pod povrch. Tečenie vody pod povrchom v rámci tohto úseku môže súvisieť s viacerými dôvodmi, napr. dochádza k čiastočnej zmene litológie, zmierňuje sa sklon svahu alebo je to dôsledok umelých zásahov uskutočnených v súvislosti so záhradkárskymi aktivitami.



Obr. 3.3.6.6. Potok v údolí pod skládkou.

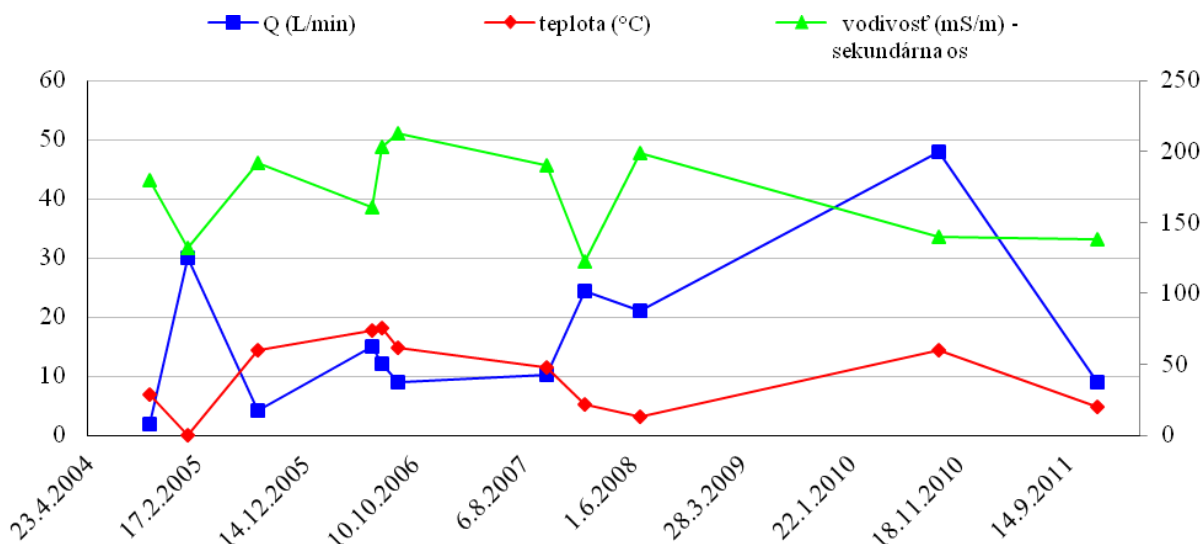
Opisovaná situácia je reálna iba v čase aktivity všetkých transportných ciest, ktoré sú vo všeobecnosti viazané na vlhkejšie obdobie. V tomto čase bývajú pozdĺž toku zaznamenané aj viaceré bodové vývery z bočných strán údolia, ktoré majú charakter pozad'ových vôd. **Množstvo vody postupom do nižšie položených miest vo všeobecnosti narastá**, resp. sa nezmenšuje (obr. 3.3.6.7).



Obr. 3.3.6.7. Porovnanie vodivosti a množstva vody na monitorovaných miestach vzhľadom k ich vzdialenosti od skládky z 12.3. 2003.

Bežný (priemerný) prietok potoka je 0,1 l/s. Najviac vody ním tečie v čase jarného topenia snehu alebo v období intenzívnych zrážok (1 – 5 l/s). V suchých obdobiach potok z oblasti nad skládkou má minimálne prietoky alebo úplne vysychá. V takomto čase v toku pod skládkou dominujú priesaky z jej čela, pričom ich dosah obyčajne nepresahuje 100 m.

Klimatické podmienky okrem dosahu znečistenia výrazne ovplyvňujú aj hodnoty meraných ukazovateľov počas roka. Z priebehu vývoja hodnôt za dlhšie časové obdobie sa dá vysledovať závislosť, kedy pri väčších množstvách vody, býva vodivosť najnižšia. Ak je množstvo vody menšie, vodivosť máva naopak zvýšené hodnoty (obr. 3.3.6.8).



Obr. 3.3.6.8. Vývoj zmien sledovaných parametrov na monitorovacom mieste S-5.

Opisovaný prejav vzniká v dôsledku nariadenia kontaminovaných priesakov zo skládky väčším množstvom vody v povrchovom toku. Väčšie prietoky v toku sa viažu na jarňé topenie snehov alebo výdatnejšie zrážky.

Priebeh hodnôt vodivosti, CHSK_{Cr} , chloridov, amónnych iónov, Zn, Cu, Ni a B za uvedené obdobie, uvedené na obr. 3.3.6.2 ukazuje, že znečistenie, ktoré sa šíri do okolia zo skládky, má už **dlhšiu dobu pomerne nízku úroveň a pozitívny trend poklesu**.

Hlavnou cestou šírenia vody zo skládky je zberný drén v jej čele, odkiaľ postupne vteká do potoka. V potoku, v závislosti od klimatických podmienok, dochádza k evidentnému zníženiu kontaminácie nariedením a prirodzenou atenuáciou. Hlavnou zložkou kontaminácie sú stále NH_4^+ , Zn, Cu, Ni a B.

3.3.7 Záverečné zhodnotenie

Hlavnou cestou šírenia vody zo skládky je zberný drén v jej čele, odkiaľ postupne vteká do potoka tečúceho údolím pod skládkou. V závislosti od vývoja klimatických podmienok dochádza k nariadeniu kontaminovaných priesakov s neznečistenou povrchovou vodou. 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 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.

Situácia na lokalite sa v kontexte s dlhodobým pozorovaním javí pomerne stabilizovaná s postupným poklesom miery znečistenia. Ukazuje sa, že po zrealizovaní rekultivačných opatrení sa podstatne znížilo zaťaženie kvality vody pod skládkou na prípustnú mieru. Avšak k úplnému zastaveniu výtokov priesakov z drenáže v čele skládky nedošlo. Táto skutočnosť poukazuje na dotovanie priestoru skládky vodou nielen zo zrážok, ale aj prítokmi zo širšieho okolia.

Čelo skládky je potrebné naďalej kontrolovať z hľadiska jeho stability. Pri zanesení drenáže sa môžu zvýšiť tlaky v tomto priestore, čím by mohlo dôjsť až k havárii skládky a vyplaveniu odpadu do údolia pod skládkou.

Voda z výveru v čele skládky odteká po sútoku s povrchovým tokom z bočného údolia ďalej smerom do rieky Myjava ako povrchový tok. Miera a dosah znečistenia sú závislé od klimatického vývoja počas roka a od vlastností jednotlivých kontaminantov. Vo všeobecnosti platí, že pri vlhkejších podmienkach je dosah znečistenia väčší (až po S-8) a miera znečistenia menšia.

Potenciálne riziko ohrozenia sa vzťahuje iba na povrchovú vodu tečúcu údolím pod skládkou. Za pôsobenia súčasného mechanizmu šírenia znečistenia sa tlmiace procesy pozdĺž transportnej cesty prejavujú natoľko, že dochádza k zanedbateľnému ovplyvneniu povrchovej vody pod skládkou. Najbližšiu funkciu receptora predstavuje súbor činností v záhradkárskej oblasti pod skládkou (polievanie, umývanie, kontakt s pokožkou a pod.).

Posudzovanie vplyvu záťaže na vodu v okolí je vhodné naďalej uskutočňovať porovnaním zaužívaných analyzovaných ukazovateľov (NH_4^+ , Zn, Ni, Cu, B) v minimálne troch monitorovacích miestach: S-1, Výtok (S-4), S-5. Takýmto spôsobom je možné kontrolovať vývoj v zdroji znečistenia (Výtok), porovnávať mieru dosahovaných hodnôt s ich pozadím (S-1) a tiež sledovať priamy vplyv a dosah na kvalitu povrchového toku pod skládkou (S-5, resp. S-6 až S-9). Ukazovateľ bór má vzhľadom k jeho jednoznačnému pôvodu zo skládky a jeho inertným vlastnostiam kľúčové využitie pri monitorovaní šírenia znečistenia. Zdôrazňovanie, že k úniku kontaminácie dochádza takmer výlučne povrchovou cestou v čele skládky a nie cez podložie, má pragmatický dôvod. Súvisí s **výberom limitných hodnôt pre hodnotenie reálneho vplyvu skládky na okolie**. Ak posudzujeme výtok zo skládky (obecne) podľa limitných hodnôt ukazovateľov znečistenia odpadových vôd podľa Nariadenia vlády SR č. 269/2010 - príloha č.6, časť B, 9.4 – Skládky odpadov (priesakové vody), tak vytekajúca voda spĺňa limity uvedenej legislatívy pre vypúšťanie do povrchových tokov.

Sledovanie vplyvu skládky na prostredie na báze existujúcich monitorovacích vrtov je nereprezentatívne. Skládka sa musí pravidelne monitorovať aj po ukončení rekultivačných prác. **Potrebné je zamerať sa hlavne na predpolie skládky.** Predovšetkým na výtok vody zo zbernej šachty do údolia, na potôčik prichádzajúci z oblasti nad skládkou (pre referenčné hodnoty vody) a na miesta pozdĺž výtoku priesakov zo skládky (pre určenie účinnosti zmiešavacích pomerov). Špecifikovanie kvality a kvantity vody vo vyčlenených monitorovacích miestach v súvislosti s vývojom klimatických podmienok počas roka je určujúce pre posúdenie skutočného vplyvu skládky na vodu.

3.4 LOKALITA ŠULEKOVO

3.4.1 Všeobecná situácia na lokalite

Okolie skládky je kontaminované materiálom, ktorý pochádza z obdobia pred budovaním podzemnej tesniacej steny (PTS) a zo starej skládky na severnej strane PTS. Taktiež je dôvodné podozrenie na unikanie čerstvého znečistenia zo severnej strany skládky do podzemnej vody mimo priestor PTS.

V dôsledku vplyvu rieky Váh dochádza na lokalite k zmene smeru prúdenia podzemnej vody, čo priamo ovplyvňuje aj šírenie kontaminantov v okolí environmentálnej záťaže.

Lokalita svojim charakterom reprezentuje typ B v kombinácii s typom D (Vybiral, 2005). Environmentálnou záťažou je znečistenie horninového prostredia v okolí skládky. Ide o typickú starú záťaž, situovanú do inundačnej nivy, v ktorej dochádza k zmene smeru prúdenia podzemnej vody.

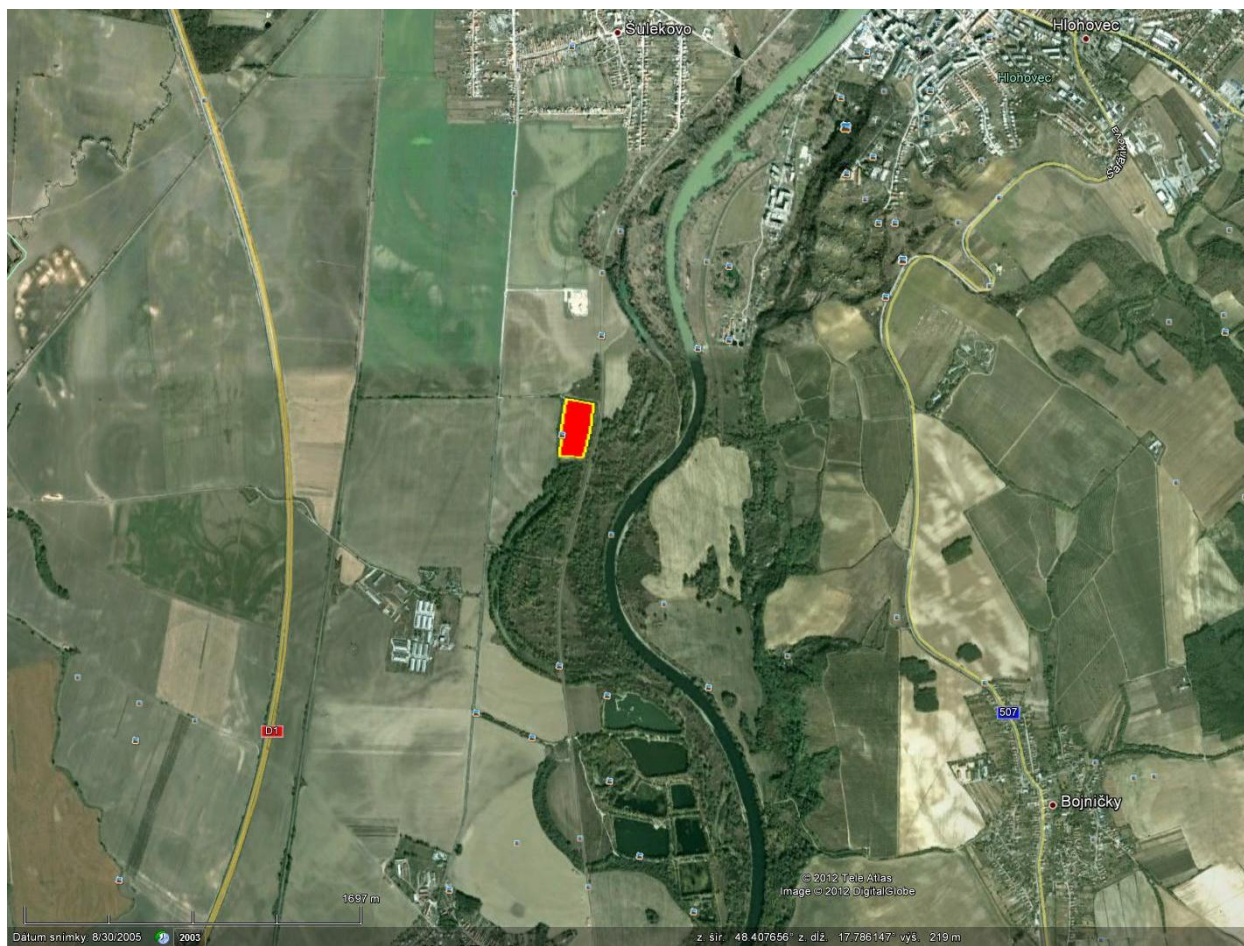
Pre optimálne vyhodnotenie situácie na lokalite je potrebné vysledovať závislosť šírenia kontaminantov vzhľadom k režimovým zmenám. Dôležité je tiež charakterizovať rozsah šírenia znečistenia v severnej časti skládky a lepšie porozumieť degradačným procesom južne od skládky.

3.4.2 Charakteristika lokality

Lokalita Šulekovo predstavuje skládku železitých kalov z priemyselného odpadu z Drôtovne Hlohovec.

Skládka sa nachádza v katastrálnom území mesta Hlohovec, miestna časť Šulekovo (obr. 3.4.2.1). Skládka je situovaná približne 1500 metrov južne od intravilánu Šulekova, v chotári Rajtarské. Skládka je umiestnená 400 m od pravého brehu rieky Váh, vzdialená 30 m od osi koruny ochrannej hrádze. Pôdorys telesa skládky je tvaru obdĺžnika s rozmermi cca 150 x 300 m.

Pôvodne bol odpadový materiál voľne ukladáný do starého ramena Váhu. Neskoršie bolo vybudované odkalisko uzavreté zemnými hrádzami. Od roku 1993 sa materiál ukladal do priestoru uzavretého podzemnou tesniacou stenou. V súčasnosti je skládka uzavretá a plánuje sa jej využitie na ukladanie inertného odpadu. Skládka je od roku 2000 v prenájme akciovej spoločnosti Drôtovňa Drôty,



Hlohovec.

Obr. 3.4.2.1. Lokalita Šulekovo.

3.4.3 Monitorovací systém

Monitorovací systém je postavený hlavne na báze monitorovacích vrtov v okolí skládky. Operatívne sa využívajú aj blízke objekty SHMÚ, domové studne, či povrchová voda vo Váhu alebo jeho ramenách. Situácia monitorovaných miest je uvedená na obr. 3.4.3.1.

Okrem odberov vzoriek vody na chemické analýzy sa sledujú sa režimové zmeny hladiny podzemnej vody a od roku 2000 aj zonálne merania vodivosti a teploty vody vo vrtoch.

Monitoring obsahovo a zameraním nadväzuje na výsledky prác, ktoré boli v okolí skládky robené kontinuálne od roku 1994. S ohľadom na zmeny podmienok ukladania materiálu (na skládku sa prestal vyvážať odpad) a dosiahnutým výsledkom, bol oproti predchádzajúcim etapám postupne skracovaný objem prác. Týkalo sa to najmä zníženia počtu monitorovaných vrtov a frekvencie odberov. Už v roku 2004 bolo upustené od podrobných geofyzikálnych meraní na zistenie netesností PTS.

V súčasnosti sa na lokalite sa vykonáva pravidelný monitoring kvality podzemnej vody s frekvenciou odberov vzoriek dva krát ročne. Realizuje ho firma Sensor s r.o. v zmysle Vyhlášky MŽP SR o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch Z.z. 283/2001, § 33.

Okrem zaužívaného monitoringu sa uskutočňujú v rámci Podsystemu 03 operatívne, doplňujúce merania. Zamerané sú najmä na potreby priestorového a časového zahustenia informácií o dynamicky sa meniacej situácii na lokalite. V zmysle cieľov riešenia projektu sa aplikujú aj nové monitorovacie metódy.



Obr. 3.4.3.1. Aktuálna situácia monitorovacích miest.

3.4.4 Monitoring v roku 2011

Podobne, ako v predchádzajúcich rokoch, aj v roku 2011 bol monitoring okolia skládky zameraný na tri hlavné monitorovacie metódy:

a) Odber vzoriek vody z monitorovacích miest

V rámci pravidelného monitoringu v roku 2011 boli firmou Sensor s r.o. odobrané vzorky podzemnej vody z vrtov, u ktorých sa dalo na základe predchádzajúcich zistení predpokladať, že chemicko-fyzikálne vlastnosti podzemných vôd súvisia priamo s prítomnosťou skládky: VD-1, VD-3, SUL-7 a SUL-11. Ako referenčný bol použitý vrt ŠUL-1. Vzorky boli odobrané dvakrát: **1.6.2011 a 5.10.2011**. Po odobraní boli vzorky vôd dodané do laboratória SAŽP, Centrum odpadového hospodárstva a Bazilejského dohovoru, Odbor ekoanalitiky odpadov, Bratislava.

Vo všetkých vzorkách boli stanovené: pH, vodivosť, CHSK_{Cr} , Cl^- , NH_4^+ , Cu a Zn. Farba, zákal a pach, s ohľadom na kontamináciu prostredia v predchádzajúcom období boli ako nereprezentatívne (pre kontamináciu zo skládky) vypustené a boli zhodnotené priamo v teréne.

Vo vzorke z vrtu VD-1 bol stanovený aj AOX. Tento skupinový parameter, signalizujúci obsah absorbovateľných organických halogenidov, bol v roku 2002 aj 2003 zistený vo vyššom obsahu prakticky vo všetkých vrtoch (aj nad skládkou). Pritom najvyššie hodnoty boli opakovane zistené vo vrte VD-1, ktorý je situovaný nad skládkou (v zmysle prúdenia podzemnej vody).

V rámci Pod systému 03 sa dňa **3.11. 2011** realizoval cielený jednorazový odber na doplnenie priestorových informácií o šírení sa znečistenia. Vzorky vody boli odobrané z troch miest:

- *vrt ŠUL-2* – ide o referenčný vrt ležiaci v blízkosti skládky na jej na východnej strane, voda vo vrte vykazuje dlhodobu pomerne neovplyvnenú kvalitu vody skládkou,
- *vrt ŠUL-4* – ide o indikačný vrt leží v blízkosti skládky na jej južnej strane, voda vo vrte je dlhodobu kontaminovaná skládkou,
- *rameno pri ŠUL-10 (R-š.10)* – ide o indikačné monitorovacie miesto pre kontrolu vplyvu na povrchovú vodu v ramene vzdialenom od skládky 210 m smerom na juh.

Snahou bolo odobrať vzorku aj z prostredia lagúny v priestore skládky, avšak kvôli jej malému rozsahu a nestabilite podložia sa k nej nedalo dostať.

Vzorky boli analyzované v laboratóriách ŠGÚDŠ v Spišskej Novej Vsi. Stanovované boli nasledovné ukazovatele: pH, vodivosť, CHSK_{Cr} , Cl^- , NH_4^+ , Cu, Zn a B. Okrem AOX a B sa rozsah zhoduje s tými, ktoré sa realizovali na ostatných monitorovacích miestach v tom roku. Takto sa vytvorili podmienky pre posúdenie šírenia znečistenia vo väčšom priestore okolo skládky. Distribúcia bóru mala umožniť indikovať znečistenie zo starej skládky na lokalite.

Výsledky všetkých analýz za rok 2011 dokumentuje tab. 3.4.4.1.

Tab. 3.4.4.1. Výsledky chemického rozboru vzoriek vody z jednotlivých monitorovacích miest za rok 2011.

Dátum merania	parameter	pH	EC	CHSK _{Cr}	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	AOX	Cu	Zn	B
	jednotky		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
1.6.11	VD-1		797	116	2490	3.01	0.11	<3	73	
	VD-3		143	<10	94.1	0.03		3	22	
	ŠUL-1		145	<10	79.1	0.114		<3	<10	
	ŠUL-7		198	<10	515	0.784		<3	<10	
	ŠUL-11		177	<10	182	0.14		<3	<10	
5.10.11	VD-1	5.69	640	<10	2290	16.8	0.058	<3	17	
	VD-3	7.33	156	100	86.8	24.4		<3	<10	
	ŠUL-1	7.27	144	10.8	69.8	0.037		<3	<10	
	ŠUL-7	5.76	332	<10	1100	1.3		<3	11	
	ŠUL-11	7.08	325	<10	727	0.474		<3	<10	
3.11.11	R-š.10	7.7	171.8	16.0	105.0	0.17		3.0	49.0	100.0
	ŠUL-2	7.5	49.1	<6	21.6	0.11		<2	14.0	40.0
	ŠUL-4	6.3	967.0	255.0	3500.0	0.14		<2	368.0	2390.0

Poznámky:

Text zvýraznený červenou farbou = prekročenie intervenčného limitu v zmysle Metodického pokynu č. 1/2012-7

Text zvýraznený žltou farbou = prekročenie indikačného limitu v zmysle Metodického pokynu č. 1/2012-7 alebo limitu požadovaného pre kvalitu povrchovej vody podľa Nariadenia vlády SR č. 269/2010 Z.z.

b) Sledovanie úrovne hladiny podzemnej vody

Hladina podzemnej vody je sledovaná na lokalite pravidelne od roku 2000. Frekvencia merania v súčasnosti je 2-3 krát ročne s rôznym výberom pozorovacích objektov.

V rámci odberov vzoriek vody v r. 2011 boli vo vybraných vrtoch premerané hladiny podzemnej vody. Namerané hĺbky hladín sú spolu s hodnotami vodivosti a teploty uvedené v tab. 3.4.4.2.

Tab. 3.4.4.2. Namerané hodnoty teploty, vodivosti vód a hĺbky hladín vo vrtoch v roku 2011.

Dátum odberu	1.6.2011			5.10.2011			3.11.2011				
Odborné miesto	teplota	vodivosť	hladina	teplota	vodivosť	hladina	teplota	vodivosť	hladina	pH	Eh
	(°C)	(mS/m)	(m)	(°C)	(mS/m)	(m)	(°C)	(mS/m)	(m)		mV
SUL-1	11,3	143	4,82	13,1	144	5,14					
SUL-2							13,3	49,1	3,2	7,48	103
SUL-3	9	1048	3,04	12,1	1050	3,25					
SUL-4	10,6	3500	3,11				13,5	967	2,63	6,32	202
SUL-5	10,5	146	3,76								
SUL-6	9,5	560	3,2								
SUL-7	10,9	197	3	12,5	230	3,25					
SUL-9	10	653	2,95								
SUL-10	9	149	2,9								
VD-1	10,5	680	4	12,5	485	4,3					
VD-3	9,3	148	4,38	12,5	163	4,64					
VD-5			5,05								
SUL-11	9,7	176	2,57	14,3	152	2,5					

Poznámka : hladina meraná od aktuálnej výšky ústia vrtu

S ohľadom na pomerne vyrovnaný hydrologický režim nebolo potrebné zahusťovať merania, tak aby boli vystihnuté výchylky, ako je tomu v prípade zvýšeného stavu hladiny podzemnej vody. Je potrebné upozorniť, že od roku 2007 boli znehodnotené kovové pažnice z vrtov VD-1, VD-3 a SUL-11. Nedali sa tu odmerať hladiny podzemnej vody z dovtedy používaného odmerného bodu. Namerané hodnoty je potrebné opraviť o chýbajúcu dĺžku - VD-1 o 77 cm, VD-3 o 97 cm.

Protokol z merania fyzikálno-chemických parametrov vody je súčasťou Prílohy č. 2.1.

c) Sledovanie fyzikálnych vlastností (vodivosti a teploty) podzemnej vody vo vrtoch

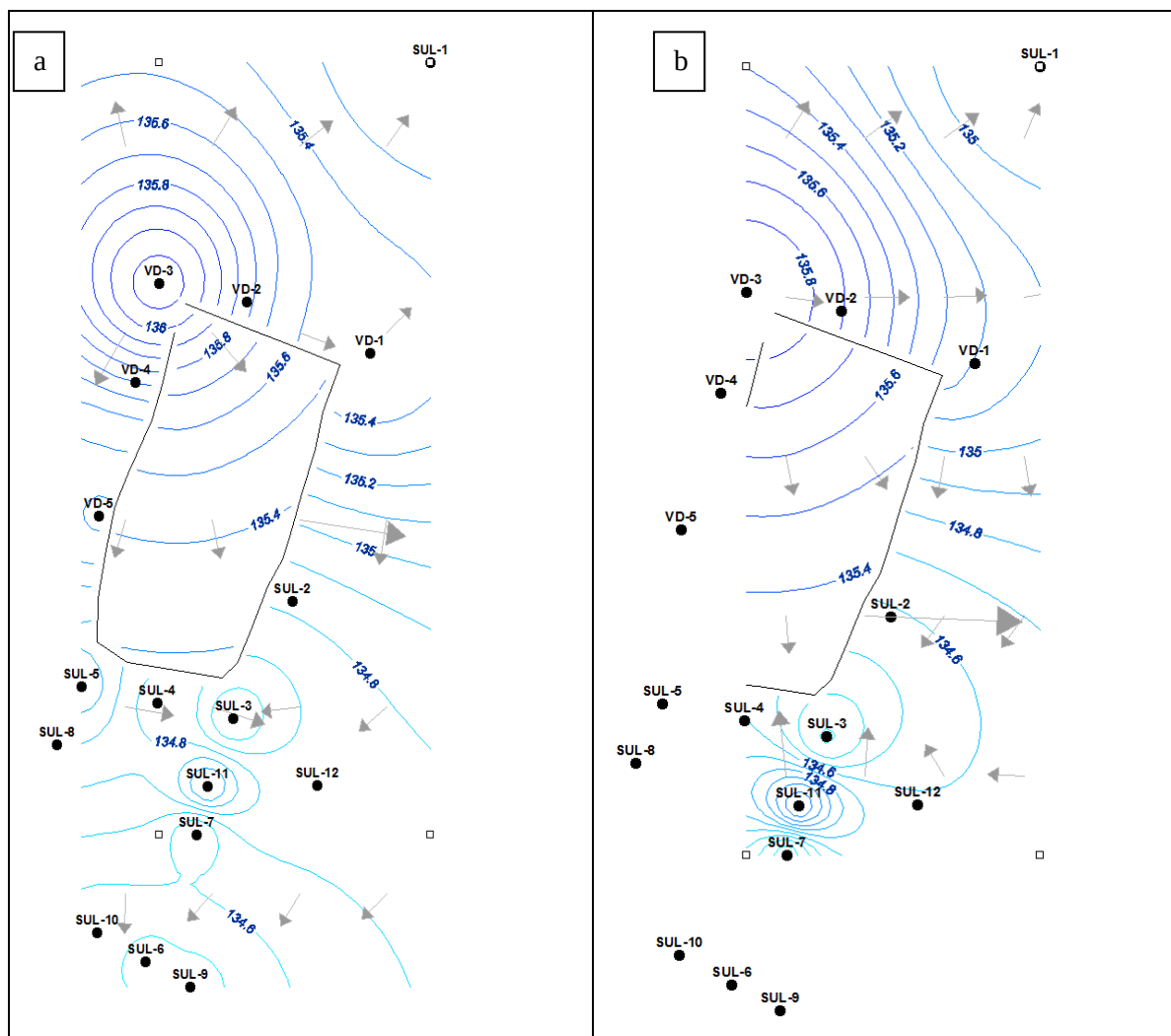
Súčasne s výškami hladín bola s krokom merania 1 m premeraná vodivosť a teplota celého stĺpca vody v príslušných vrtoch. Namerané hodnoty sú súčasťou výstupov v rámci kapitoly: „Vývoj situácie na skládke za dlhšie časové obdobie.“

3.4.5 Zhodnotenie aktuálnej situácie na lokalite

Z výsledkov analýz za rok 2011 (tab. 3.4.4.1.) sa aktuálna situácia na lokalite javí nasledovne:

- monitorovacie miesta VD-3 a ŠUL-2 nie sú ovplyvnené skládkou, namerané hodnoty majú charakter pozadia, ktoré reprezentuje voda vo vrte ŠUL-1,
- kontaminácia zo skládky sa prejavila v monitorovacích miestach VD-1, ŠUL-4, ŠUL-11, ŠUL-7 a čiastočne aj v ramene pri ŠUL-10,
- chloridové ióny majú výrazne vysoké hodnoty (50-násobne voči požadovým hodnotám) a predstavujú hlavný monitorovací kontaminant poukazujúci na znečistenie zo skládky železitých kalov,
- amónne ióny majú pomerne nízke hodnoty, zvýšené koncentrácie sa objavujú na severnej časti skládky v čase, keď možno predpokladať dominantnejšie regionálne prúdenie podzemnej vody k Váhu (suché obdobie),
- hodnoty $CHSK_{Cr}$ a kovy (Zn, Cu) sú relatívne nízke, čo môže naznačovať momentálne stabilizovanie šírenia znečistenia (malé zmeny hladín podzemnej vody),
- vo vrte ŠUL-4 boli namerané vyššie hodnoty bóru, typické skôr pre organické znečistenie. Do ramena, v ktorom je situované odkalisko, sa v minulosti ukladal aj komunálny odpad,
- prejavy znečistenia sú v súlade s doterajšími poznatkami o vývoji kontaminácie v okolí skládky. Šírenie znečistenia je podmienené predovšetkým režimom prúdenia podzemnej vody. V roku 2011 boli klimatické podmienky relatívne mierne až suché. V takomto období dominuje regionálne prúdenie podzemnej vody zo širšieho územia smerom k Váhu. Na obr. 3.4.4.1 vidieť vyhodnotenie nameraných úrovní hladín podzemnej vody v roku 2011 v podobe hydroizohýps so zohľadnením prúdenia v okolí PTS. Zreteľné sú 2 línie prúdenia vody: 1. na severnej strane skládky smerom k Váhu v línii vrtov VD-2, VD-1; 2. na južnej strane skládky južným až juhovýchodným smerom k Váhu v línii vrtov ŠUL-4, ŠUL-11, ŠUL-7. Blízke okolie južnej strany skládky sa vyznačuje zníženými rýchlosťami prúdenia podzemnej vody vyvolané pravdepodobne v dôsledku prítomnosti PTS. V meranom dni 5.10.2011 bol celkovo nižší stav hladiny podzemnej vody, čo sa prejavilo na južnej strane skládky až opačným prúdením podzemnej vody smerom ku skládke,
- šírenie znečistenia je v zhode s generálnym prúdením podzemnej vody v okolí skládky,
- ovplyvnenie podzemnej vody podľa medzných hodnôt uvedených v Metodickom pokyne č. 1/2012-7 sa prejavilo prekročením:

- a) intervenčných limitov ukazovateľov: Cl^- (VD-1, ŠUL-7, ŠUL-11, ŠUL-4), NH_4^+ (VD-1, VD-3), pH (VD-1, ŠUL-7),
- b) indikačných limitov ukazovateľov: B (ŠUL-4), pH (ŠUL-4), NH_4^+ (ŠUL-7),
- ovplyvnenie povrchovej vody podľa požadovaných hodnôt pre kvalitu povrchovej vody uvádzaných v Nariadení vlády SR č. 296/2010 Z.z. sa prejavilo prekročením v ukazovateľoch: Zn (R-š.10) a EC (R-š.10).



Obr. 3.4.4.1. Priebeh hydroizohýps v okolí skládky a) 1.6.2011; b) 5.10.2011.

Vyhodnotenie meraní hladiny podzemnej vody a vertikálnej zonálnosti vodivosti vody vo vrtoch sú prezentované v kontexte s predchádzajúcimi výsledkami.

3.4.6 Vývoj situácie na lokalite za dlhšie časové obdobie

Vývoj situácie na lokalite je potrebné charakterizovať z viacerých aspektov:

- prúdenie podzemnej vody v okolí skládky,
- vývoj znečistenia v okolí skládky,
- vertikálna zonálnosť šírenia znečistenia.

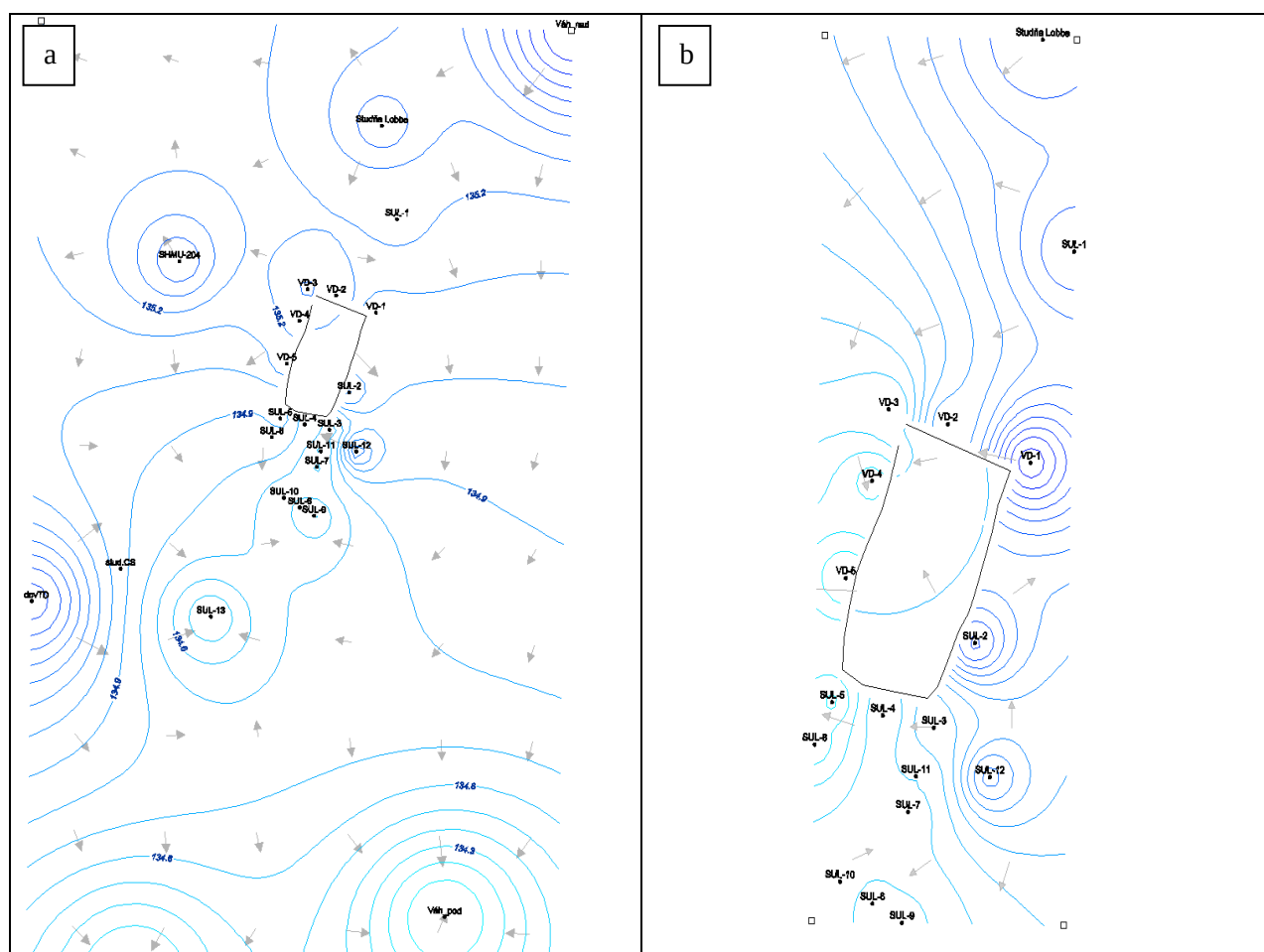
Prúdenie podzemnej vody v okolí skládky

Na základe analýzy vývoja zmien hladín podzemnej vody v monitorovacích objektoch je smer prúdenia na lokalite ovplyvňovaný troma faktormi:

- regionálnym prúdením podzemnej vody smerom k Váhu,
- úrovňou hladiny vody vo Váhu,
- prítomnosťou PTS – má funkciu bariéry, spôsobuje vychýľovanie prirodzeného smeru prúdenia podzemnej vody.

Kombináciou uvádzaných faktorov dochádza k špecifickému prúdeniu podzemnej vody v okolí PTS, ktoré možno definovať v dvoch režimoch prúdenia:

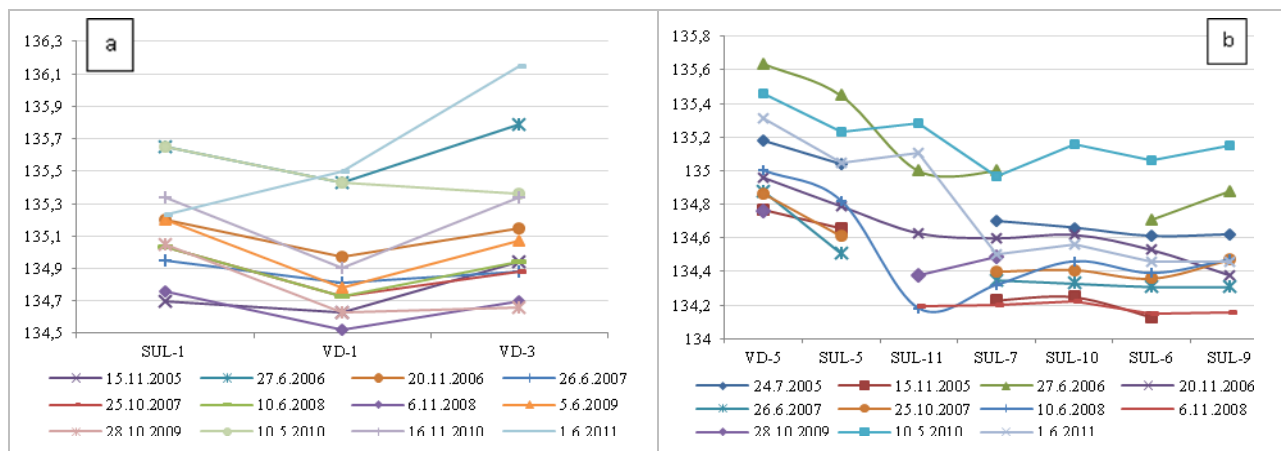
- A. Pri dominancii regionálneho prúdenia podzemnej vody nastáva prúdenie zo širšieho územia smerom k Váhu. Tento stav je typický pre suché klimatické podmienky (obr. 3.4.6.1a).
- B. Pri dominancii prúdenia vody od Váhu dochádza k zatláčaniu podzemnej vody zo širšieho okolia smerom viacej na juhozápad. Tento stav je typický pre vlhšie klimatické podmienky. Pri extrémne vysokej hladine Váhu bol jeho vplyv dokumentovaný až vo vrte SHMÚ-204, vzdialenom kilometer od toku (obr. 3.4.6.1b).



Obr. 3.4.6.1. Priebiech hydroizohýps v rozdielnych režimoch prúdenia a) dominuje regionálne prúdenie podzemnej vody smerom k Váhu b) dominuje prúdenie od Váhu smerom do územia.

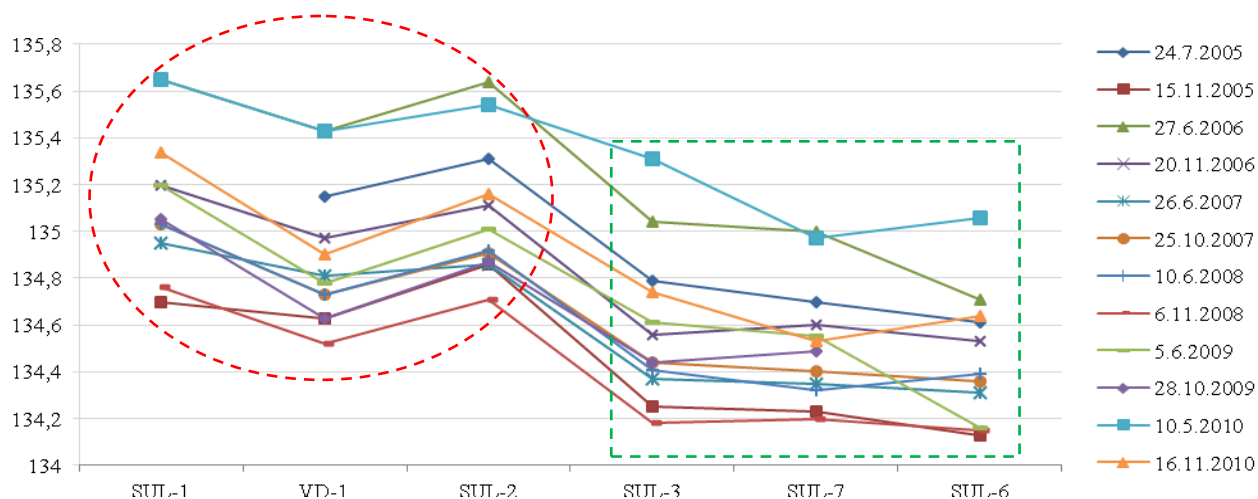
Zmeny hlavných smerov prúdenia podzemnej vody v okolí skládky sa dajú bližšie sledovať v dvoch líniiach monitorovacích objektov (obr. 3.4.6.2):

1. pozdĺž severného ohraničenia skládky, v línii vrtov: VD-3, VD-2, VD-1, ŠUL-1;
2. v juhovýchodnom smere od skládky, v línii vrtov: ŠUL-5, ŠUL-11, ŠUL-7, ŠUL-6, ŠUL-10, ŠUL-9.



Obr. 3.4.6.2. Zmeny hladiny podzemnej vody vo vrtach v okolí skládky a) oblasť severnej strany skládky, b) oblasť južnej strany skládky.

V priestore medzi vrtmi ŠUL-2 a ŠUL-3 sa vytvára rozhranie výšok hladín podzemnej vody. Rozdiel medzi hladinami je takmer stabilný a dosahuje asi 0,5 m. V južnom priestore pred skládkou tak prúdi podzemná voda pomalšie, čím vzniká hydraulický tieň (obr. 3.4.6.3). Uvádzaná skutočnosť má zásadný vplyv na čistiace procesy okolia skládky.



Obr. 3.4.6.3. Zobrazenie hladín podzemnej vody pozdĺž východného okraja skládky s označením rozhrania výšok hladín medzi vrtmi ŠUL-2 a ŠUL-3.

Vývoj znečistenia v okolí skládky

Vývoj znečistenia v okolí skládky je podmienený predovšetkým hydrodynamickým režimom prúdenia podzemnej vody v okolí skládky. Generálne šírenie znečistenia smeruje k rieke Váh v dvoch hlavných líniiach:

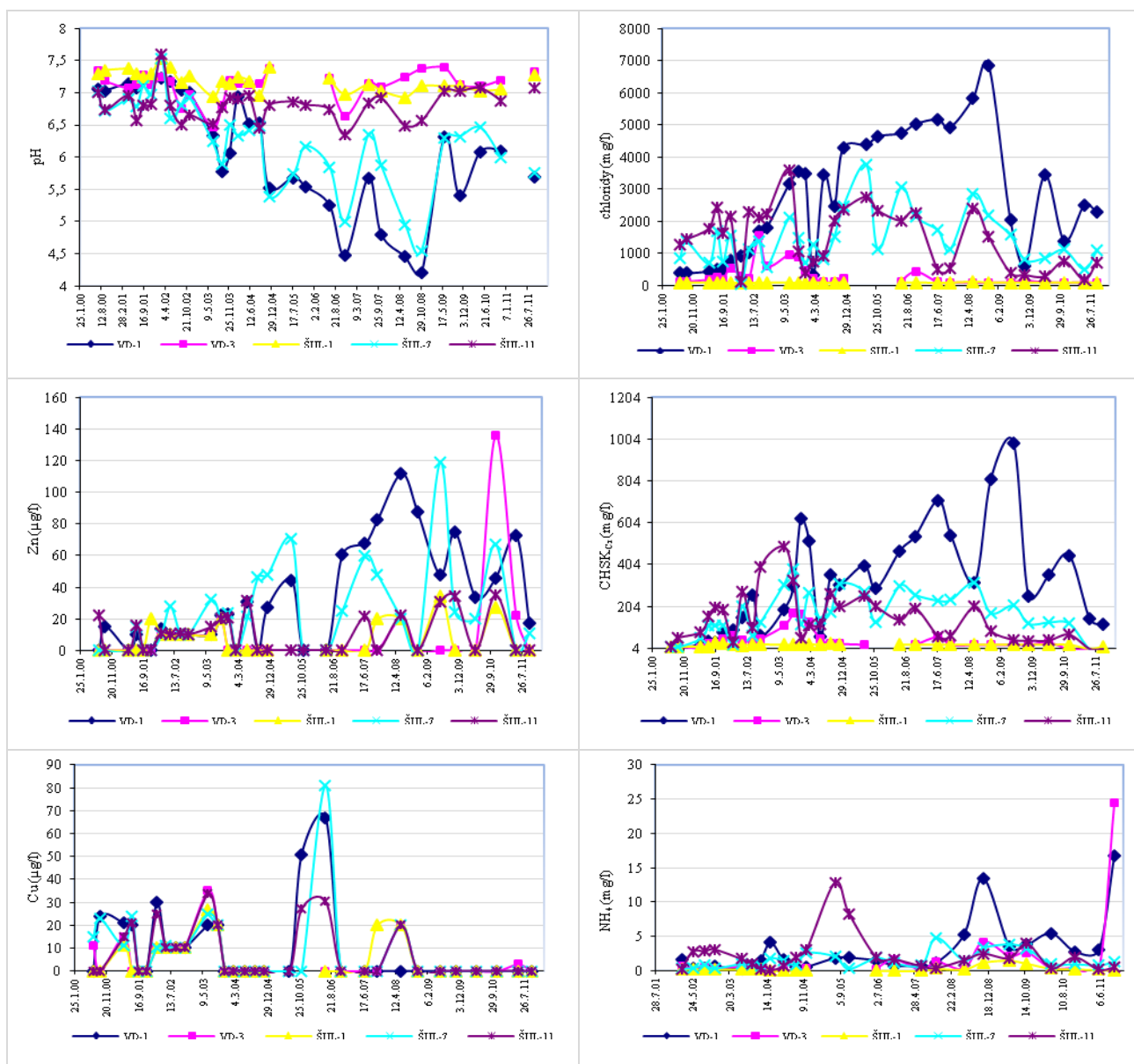
1. **na severnej strane skládky má smer východ – západ:** podľa podmienok na lokalite môže dochádzať k vychýľovaniu smeru šírenia znečistenia na severovýchod alebo juhovýchod. Voda vo vrtoch ŠUL-1, ŠUL-2 je dlhodobo neznečistená. Vo vrte VD-3 bolo signalizované znečistenie iba v období zvýšených hladín podzemnej vody. V súčasnosti je tu podzemná voda bez kontaminácie. Presné ohraničenie sa zatiaľ nedá charakterizovať. Vo vrte VD-1 dochádza k nárastu znečistenia pochádzajúceho zo skládky Fe-kalov. Pravdepodobne ide o dôsledok prítomnosti priepustnejšieho piesčitého prostredia v podloží skládky v blízkosti vrtu.
2. **na južnej strane skládky má smer na juh:** šírenie znečistenia je zo západnej strany zatláčané regionálnym prúdením podzemnej vody k Váhu a z východnej strany sa tlačí voda z Váhu smerom na západ. Smer šírenia sa javí paralelný s priebehom Zeleneckého ramena. Podľa aktuálnych klimatických podmienok v širšom okolí skládky dochádza k vychýľovaniu smeru šírenia znečistenia na juhozápad alebo juhovýchod. V blízkom okolí južnej strany skládky, v oblasti s nízkymi hodnotami rýchlosti prúdenia podzemnej vody, znečistenie stagnuje. V niektorých prípadoch dochádza až k opačnému prúdeniu podzemnej vody smerom ku skládke v línii vrtov ŠUL-6 a ŠUL-7. Dôsledkom toho je iba pomalé čistenie znečistenia z tohto priestoru, ktoré pochádza ešte z obdobia pred vybudovaním PTS.

Detailnejšia analýza šírenia znečistenia závisí ďalej od vlastností jednotlivých kontaminantov a ich interakcie s horninovým prostredím. Z priebehu hodnôt sledovaných ukazovateľov sa dá čiastočne charakterizovať vývoj znečistenia v okolí skládky (obr. 3.4.6.4).

Kľúčovým monitorovacím ukazovateľom sú *chloridové ióny*, ktoré pri koncentráciách v rádoch tisícov predstavujú voči jeho pozadovým hodnotám výrazne kontrastný kontaminant, ktorý jednoznačne poukazuje na znečistenie zo skládky Fe kalov. Výluhy zo skládky mali vždy veľmi vysoké obsahy chloridov – do 30 000 mg/l, vodivosť až 10 000 mS/m, amónne ióny do 100 mg/l a nízke pH. Chloridy ako inertné látky sa dobre šíria zvodneným prostredím a ako makroprvok výrazne ovplyvňujú mernú elektrickú vodivosť vody.

V severnej časti skládky, vo vrte VD-1, sa prejavujú hodnoty chloridov najvýraznejšie. Vrt VD-1 slúžil pôvodne ako referenčný vrt, ktorý sa kontaminoval až po vybudovaní PTS v roku 2002. Počas obdobia rokov 2002-2009 tu koncentrácia chloridov pozvoľne rástla z 380 mg/l na 7000 mg/l. Od roku 2009 dochádza k ich pomerne náhlemu poklesu zhruba na polovičnú úroveň. Nárast znečistenia vo vrte sa prejavil tiež poklesom pH, nárastom hodnôt CHSK_{Cr} a Zn. Koncentrácie amónnych iónov a medi dosahujú hodnoty pozadia, ktoré reprezentujú monitorovacie miesta VD-3 a ŠUL-1. Vrt VD-3 býva znečistený len v čase extrémne vysokého vodného stavu v rieke Váh, keď sa mení prúdenie smerom do územia.

Na južnej strane skládky, v indikačných monitorovacích vrtoch ŠUL-11 a ŠUL-7, sú chloridy ako kontaminanty prítomné ešte pred obdobia vybudovania PTS. Koncentrácie chloridov iba pozvoľne klesajú. Medzi oboma vrtmi dochádza k zjavnej komunikácii, čo vyplýva z porovnania priebehov vývoja jednotlivých ukazovateľov na oboch vrtoch ako aj kolísania hladín podzemnej vody. Zaujímavosťou pri týchto vrtoch je interpretácia vývoja hodnôt v sledovaných ukazovateľoch. Pred rokom 2003 boli koncentrácie chloridov v ŠUL-11 vyššie ako v ŠUL-7, počas roka 2004 sa situácia obrátila. Obdobný prejav zmeny nastal aj pri CHSK_{Cr}. Hodnoty ukazovateľa pH vo vrte ŠUL-7 sú od roku 2003 výrazne znížené. S tým súvisí aj nárast obsahov Zn. Vzájomný mechanizmus poklesu pH a nárastu Zn je vidieť na grafoch na obr. 3.4.6.4. Vrt ŠUL-7 je vzdialenejší od skládky a podľa opisovanej situácie tu potom neplatí pravidlo, že so zväčšujúcou vzdialenosťou od skládky sa miera znečistenia znižuje.



Obr. 3.4.6.4. Vývoj hodnôt sledovaných ukazovateľov na vybraných monitorovacích miestach od roku 2000.

Rozsah znečistenia sa na základe súčasne vybudovanej monitorovacej siete nedá presne ohraničiť. Zároveň sa jedná o pomerne zložité a dynamické prostredie s častými zmenami hladín podzemnej vody, ktoré sú navyše ovplyvnené bariérou v podobe PTS.

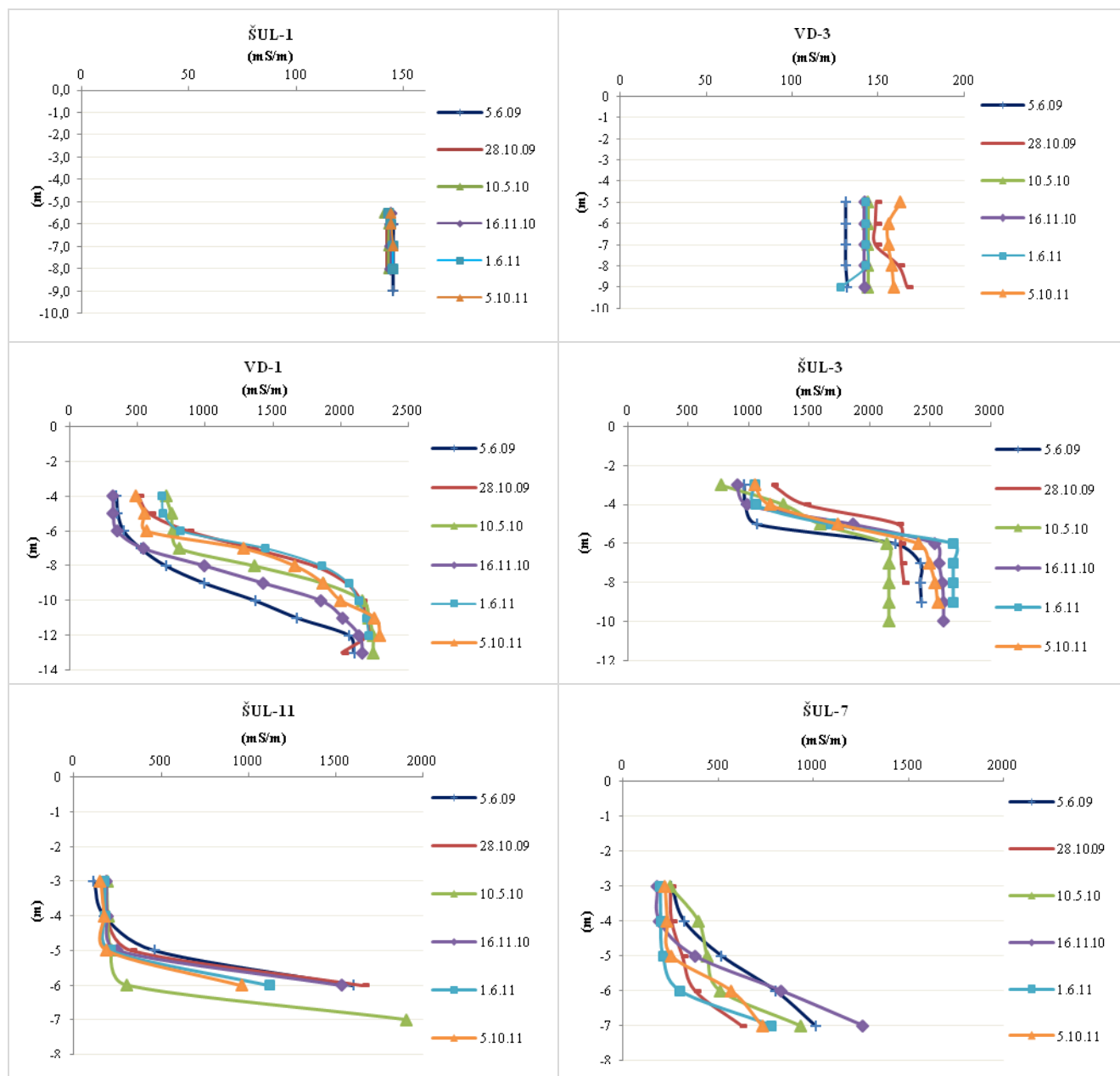
Šírenie znečistenia smerom od Váhu na západ je viazané iba na extrémne klimatické podmienky, ktoré majú krátkodobý priebeh bez vážnejších dôsledkov na generálne šírenie znečistenia.

Znečistenie zo staršej skládky, ktorá sa má nachádzať v bývalom koryte ramena, pod skládkou Fe kalov, sa v súčasnosti zjavne neprejavuje.

Trend vývoja znečistenia nie je jednotný, na jednotlivých monitorovacích miestach a v jednotlivých ukazovateľoch sa prejavuje rôzne.

Vertikálna zonálnosť šírenia znečistenia

Šírenie znečistenia sa v priestore okolo skládky prejavuje výraznou vertikálnou zonálnosťou. Tento efekt sa dá pozorovať iba na monitorovacích miestach s kontaminovanou podzemnou vodou. Rozhranie sa obvyčajne nachádza 2 až 5 m pod úrovňou hladiny podzemnej vody s pomerne stabilným prejavom (obr. 3.4.6.5). Pravdepodobne je to podmienené preferenčným prúdením podzemnej vody v kombinácii s vyššou mernou hustotou rozpustených kontaminantov vo vode. Poznanie tohto fenoménu je dôležité pre vymapovanie kontaminačného mraku a pre správne vyhodnotenie vplyvu zátáže na životné prostredie.



Obr. 3.4.6.5. Prejav vertikálnej zonálnosti v monitorovaných vrtoch za obdobie rokov 2009 – 2011.

3.4.7 Záverečné zhodnotenie

Z vyhodnotenia výsledkov monitoringu z roku 2011 a zohľadnením dát z predchádzajúcich meraní v zmysle stanovených cieľov sa javí situácia na lokalite nasledovne:

1. **Posudzovanie znečistenia na lokalite je vhodné rozdeliť na severnú oblasť skládky a južnú oblasť skládky.** Na severnej strane dochádza k relatívne čerstvému unikaniu znečistenia zo skládky do priestoru v okolí vrtu VD-1. Znečistenie sa odtiaľto šíri prednostne východným smerom k Váhu. Na južnej strane znečistenie pochádza ešte z obdobia pred vybudovaním PTS. Prednostne sa šíri smerom na juhovýchod k Váhu.

2. **Rozsah šírenia znečistenia** sa v rámci existujúcich podmienok monitorovania nedá zatiaľ jednoznačne špecifikovať. Znečistenie na severnej strane skládky sa dá orientačne ohraničiť spojnicou neznečistených (referenčných) vrtov: ŠUL-1 – VD-3 – ŠUL-2. Voda vo vrte VD-3 býva kontaminovaná skládkou iba krátkodobo pri prúde podzemnej vody smerom od Váhu do územia. Prejavy šírenia znečistenia na južnej strane od skládky sú pomerne premenlivé pričom závisia najmä od aktuálneho režimu hladiny podzemnej vody a tiež od interakcie jednotlivých látok s prostredím. Vo všeobecnosti je rozsah šírenia znečistenia podmienený jeho zatlačovaním zo západnej strany regionálnym prúdením podzemnej vody a z východnej strany vplyvom rieky Váh. Jeho priebeh možno predpokladať paralelne so Zeleneckým ramenom. Postup šírenia znečistenia sa javí ako pomerne pomalý, lebo v dôsledku komplikovaných hydrodynamických pomerov na lokalite sa v blízkosti južnej strany skládky vytvára oblasť znížených rýchlostí prúdenia podzemnej vody, tzv. hydraulického tieňa. Z doterajších výsledkov sa ukazuje, že detailnou analýzou distribúcie jednotlivých ukazovateľov v okolí skládky, resp. geochemickým modelovaním by sa dalo prispieť k lepšiemu poznaniu situácie a jej vývoja na lokalite.

3. Prítomnosť znečistenia na lokalite sa prejavuje vo vrtoch **vertikálnou zonálnosťou mernej elektrickej vodivosti vody**. Pod úrovňou hladiny podzemnej vody, v hĺbkach 2 až 5 m, sa dá stabilne monitorovať výrazné rozhranie s 2 až 5 násobným zvýšením meraných hodnôt vodivosti. Sledovaný prejav šírenia znečistenia je pravdepodobne podmienený preferenčným prúdením podzemnej vody v priepustnejších kolektoroch v kombinácii s vyššou mernou hustotou rozpustených kontaminantov vo vode. Tiež môže dochádzať k zatláčaniu a zriedovaniu vrchných vrstiev podzemnej vody zrážkovou vodou. Poznanie tohto fenoménu je dôležité pre vymapovanie kontaminačného mraku a pre správne vyhodnotenie vplyvu záťaže na životné prostredie. Poznanie pomerov miešania vôd rôznych typov – voda z Váhu, podzemná voda zo širšieho územia, zrážková voda, kontaminovaná voda prostredníctvom ich izotopového zloženia by mohlo prispieť k reprezentatívnejšej interpretácii príčin zonálnosti kontaminovanej vody na lokalite.

4. **Poznanie hydrodynamických pomerov na lokalite sa javí ako kľúčové pre posúdenie vplyvu EZ na životné prostredie.** Environmentálna záťaž predstavuje kombináciu modelov B a D – nachádza v inundačnom území rieky Váh a navyše je izolovaná PTS. Tieto podmienky spôsobujú dynamické zmeny hladiny podzemnej vody s narušením jej prirodzeného priebehu v okolí skládky. Monitorovanie hladín by bolo vhodné realizovať s vyššou frekvenciou a so zameraním sa na extrémne klimatické podmienky. Ideálne by bolo tiež rozšírenie monitorovacích objektov do miest predpokladaného prúdenia podzemnej vody.

4. CELKOVÉ ZÁVEREČNÉ ZHODNOTENIE

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 záťažach, existujúcich v podobných podmienkach ako sú monitorované lokality.

V roku 2011 pokračovali monitorovacie aktivity v obmedzenej miere na štyroch lokalitách: Modra, Myjava – Holičov vrch, Myjava – Surovín a Šulekovo. Práce nadviazali na predchádzajúce poznatky o situácii a jej vývoji na jednotlivých lokalitách. Pri monitorovaní sa tiež zohľadňovali stanovené ciele, či už v rámci lokality alebo komplexnejšie poznanie jednotlivých koncepčných modelov. Zistené výsledky sú spracované podľa lokalít jednak za rok 2011 a tiež v súvislosti s predchádzajúcimi výsledkami. **V rámci celkového záverečného zhodnotenia sú výsledky prezentované súhrnne podľa jednotlivých typových modelov.**

Typ 1. charakterizujú lokality: Modra, Myjava – Holičov vrch, Myjava – Surovín.

Napriek rekultivačným opatreniam 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 1. 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 bolo tak možné 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 na 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.

V súčasnosti všetky tri uvádzané lokality vykazujú pomerne stabilizované kontaminačné prejavy s veľmi miernym a občasným zaťažením kvality životného prostredia. Preto je možné na nich optimalizovať program monitoringu napr. znížením počtu monitorovaných miest, nižšou frekvenciou odberov vzoriek, analýzou iba kľúčových ukazovateľov s vybranými indikačnými fyzikálno-chemickými parametrami.

Pre ďalšie zameranie monitorovacích prác je žiaduce aplikovať zistené poznatky na nové, ešte nevyhodnotené lokality tohto typu ASCHEZ. 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 použitie daného koncepčného modelu, čo tiež prispeje k jeho komplexnejšej charakteristike.

Typ 2. v kombinácii s typom 4. charakterizuje lokalita Šulekovo.

Pri tejto kombinácii typov EZ je **dôležité vystihnúť režim prúdenia podzemnej vody v okolí záťaže**. Ten je výrazne ovplyvňovaný blízkosťou väčšieho povrchového toku a taktiež umelou bariérou v podobe PTS. Pri odbere vzoriek vody a vyhodnocovaní chemických analýz je potrebné zohľadniť aj chemickú stratifikáciu šírenia sa znečistenia.

Podmienka nepriepustnosti podložia pod PTS nemusí byť platná v celom priestore a za všetkých okolností. Vysoké koncentrácie kontaminovaných priesakov 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, nepravidelnosti prúdenia podzemnej vody v okolí PTS ako aj nehomogénosti nepriepustného podložia.

Z uvádzaných dôvodov sa pre zníženie neistôt javí uskutočniť detailnejší prieskum tohto typu EZ s jeho širším okolím. Napr. na lokalite Šulekovo by bolo prínosné doplniť priestorový rozsah monitorovacej siete a zabezpečiť operatívny monitoring zameraný na extrémne klimatické situácie na lokalite. Pokúsiť sa tiež napr. pomocou aplikovaného izotopového prieskumu o interpretáciu chemickej stratifikácie vody v okolí EZ a o lepšie pochopenie vzájomných vzťahov medzi jednotlivými druhmi zmiešavajúcich sa vôd. Ďalšie smerovanie zberu údajov by bolo vhodné okrem zaužívaných ukazovateľov zamerať aj na tie, ktoré je možné vhodne využiť pri geochemickom modelovaní situácie na lokalite.

Typ 3. a typ 5. neboli v roku 2011 monitorované.

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 roku 2011 prebiehali tiež práce na napĺňaní **databázy ASCHEZ**. V spolupráci s externým subjektom sa podľa zadáných požiadaviek riešiteľa zapracovalo do databázy viacero nových funkcií.

Vypracovaný bol aj **návrh orientačného hodnotenia vplyvu ASCHEZ na podzemnú vodu a povrchovú vodu, ktorý vychádza z princípov rizikovej analýzy**. Prispôbený je charakteru získavaných dát a súčasným poznatkom o šírení sa znečistenia v horninovom prostredí Západných Karpát. Objektivita hodnotenia je zabezpečená zohľadnením podmienok a situácie na lokalite pomocou viacerých doplnkových kritérií a regulačných faktorov. Výstižnosť kvantifikácie hodnotenia v porovnaní s reálnou situáciou bude ďalej závisieť od vhodne zvolenej citlivosti nastavenia váh jednotlivých kritérií.

5. LITERATÚRA

- Atlas krajiny Slovenskej republiky 2002, Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, Bratislava; Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica.
- Biely, A., Bezák, V., Elečko, M., Kaličiak, M., Konečný, V., Lexa, J., Mello, J., Nemčok, J., Potfaj, M., Rakús, M., Vass, D., Vozár, J., Vozárová, A., 1996: Geologická mapa Slovenskej republiky. Mierka 1:500 000. Bratislava: MŽP SR, ŠGÚDŠ.
- Danko, J., 1994: MYJAVA – SAM a.s. - skládka galvanických kalov na lokalite Holičov vrch, doplňujúci inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum. Bratislava: GEOHYCO a.s. 35 s.
- Fetter, C.W., 1999: Contaminant Hydrogeology. Upper Saddle River, NJ 07458: Prentice Hall, 2nd Edition, ISBN: 0137512155. 500 p.
- Klukanová et al., 2010: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory. Podsystem 03 - Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží. Správa za obdobie 2002 – 2009. Bratislava: ŠGÚDŠ.
- Google Earth, 2012: Informácie o produkte. Dostupné na internete: <<http://earth.google.com/intl/sk>>
- Christensen, T.H., Kjeldsen, 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
- Metodický pokyn č. 1/2012-7 z 27. januára 2012 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia, MŽP SR.
- Mikita, S., 2008: Zisťovanie a sledovanie kontaminácie vody v okolí starých skládok odpadov s využitím merania fyzikálnych parametrov vody „in situ“. Rigorózna práca. Bratislava: Katedra hydrogeológie PRIF UK, 76 s.
- Mikita, S., Horváth, O., 2008: Štúdium režimu kontaminačných prejavov zo skládok údolného typu s využitím bilančného hydrologického modelovania. Bratislava: Podzemná voda, II/2008, Slovenská asociácia hydrogeológov, s. 185 – 190
- Mikita, S., 2010: Interakcia skládok údolného typu s hydrosférou. Bratislava: Katedra hydrogeológie PRIF UK, Dizertačná práca, 131 s.
- Mikita, S., Iglárová, L., Drotár, D. 2012: Návrh metodiky hodnotenia lokalít Podsystemu 03 ČMS GF ŽP z r. 2012. Bratislava: ŠGÚDŠ, Archív Oddelenia inžinierskej geológie.
- 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.
- 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/>
- Pelikán, V., 1983: Ochrana podzemných vôd. Praha: STNL, 324 s.
- Pitter, P., 2009: Hydrochemie. Praha: VŠCHT, 4. vydanie, 568 s.

- 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.
- Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady z 23. októbra 2000, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia Spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva, tzv. „Rámcová smernica o vodách“.
- Smernica o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality, tzv. „dcérska“ smernica 2006/118/ES.
- STN 83 8101: Skládkovanie odpadov – Všeobecné ustanovenia.
- STN EN ISO 5667 (časti 1 až 18): Kvalita vody. Odber vzoriek. Pokyny na odber vzoriek vôd.
- ŠPZ EZ 2010: Štátny program sanácie environmentálnych záťaží, Bratislava, 124 s.
- Šráček, O., Datel, J., Mls, J., 2000: Kontaminační hydrogeologie. Praha: Univerzita Karlova, 210 s.
- Tölgyessy, J., Betina, V., Frank, V. Fúška, J., Lesný, J., Moncmanová, A., Palatý, J., Piatrik, M., Pitter, P., Prousek, J., 1989: Chémia, biológia a toxikológia vody a ovzdušia, Bratislava: Veda, 600 s.
- Vaniček, I., 2002: Sanace skládek, starých ekologických zátěží. Praha: ČVUT SF, 247 s.
- 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.
- Vyhláška MŽP SR č. 283/2001 Z.z o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch v znení vyhlášky v znení neskorších predpisov.
- Zákon 569/2007 Z.z. o geologických prácach (geologický zákon).
- Zákon č. 409/2011 Z.z., o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Prílohová časť č. 1

Protokoly o skúške vzoriek vody z jednotlivých monitorovacích miest za rok 2011
realizovaných v rámci ČMS GF – Podsystem 03.

1.1 Lokality Šulekovo a Modra

	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 MZP SR	
	Protokol o skúške č.: 11/00330	
		Strana č. 1 z počtu 1 Výtlačok č. 1 z počtu 3

Zákazník - objednávateľ skúšok

Objednávateľ: (meno a adresa)	STATNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA Mlynská dolina 1, 81704 Bratislava	Dátum prevzatia vzorky:	04.11.11
Odosielať:		Dátum vykonania skúšok od:	04.11.11
Zmluva / objednávka:	207	do:	01.12.11
Zákazka:	11-00894 207	Dátum vystavenia protokolu:	01.12.11
Počet vzoriek:	6		
Vzorku odobral:	Objednávateľ		

Výsledky skúšok

Meraná veličina / parameter / znak	Meracia jednotka	11-006374 MS-1	11-006375 MS-3	11-006376 ŠUL-2	11-006377 ŠUL-4	11-006378 Jazierko	11-006379 ŠUL-10
CHSK Cr	mg/l	53	29	<6	255	75	16
Cl-	mg/l	330	34.2	21.6	3500	7.5	105
(NH4)+	mg/l	3.18	0.19	0.11	0.14	0.09	0.17
(SO4)2-	mg/l	304	77.0	-	-	12.7	-
TOC	mg/l	20.7	6.8	-	-	12.4	-
B	mg/l	1.09	<0.02	0.04	2.39	<0.02	0.10
Ni	ug/l	28	3	-	-	4	-
Cu	ug/l	-	-	<2	<2	-	3
Zn	ug/l	-	-	14	368	-	49

1.2 Lokality Myjava – Holičov vrch a Surovín

	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 MZP SR	
	Protokol o skúške č.: 11/00366	
		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:	07.12.11
Odosielať:		Dátum vykonania skúšok od:	07.12.11
Zmluva / objednávka:	207	do:	21.12.11
Zákazka:	11-01028 207	Dátum vystavenia protokolu:	21.12.11
Počet vzoriek:	2		
Vzorku odobral:	Objednávateľ		

Výsledky skúšok

Meraná veličina / parameter / znak	Meracia jednotka	11-007094 Výtok zo skládky	11-007095 HG-3
CHSK Cr	mg/l	10	41
Cl-	mg/l	103	191
(NH4)+	mg/l	0.79	2.06
Zn	ug/l	62	2
Cu	ug/l	16	<2
Ni	ug/l	10	27
Pb	ug/l	8	11
B	mg/l	0.76	1.58
Ba	mg/l	0.059	-
(SO4)2-	mg/l	374	3.3
(NO3)-	mg/l	6.76	<1
(NO2)-	mg/l	0.01	-
NL	mg/l	24	-
Cd	ug/l	<0.3	-
As	ug/l	<1	-
Cr	ug/l	<2	-
AOX	mg/l	<0.03	-
TOC	mg/l	3.9	6.5

Prílohová časť č. 2

Protokoly o terénnom meraní fyzikálno-chemických parametrov z monitorovaných lokalít za rok 2011 realizovaných v rámci ČMS GF – Podsystem 03.

2.1 Protokol o meraní fyzikálno-chemických parametrov na lokalite Šulekovo – Fe kaly

Protokol o meraní fyzikálno-chemických parametrov			Číslo: 2011/1						Poznámky
			Lokalita: Šulekovo – Fe kaly						
			Dátum: 3.11. 2011						
Označenie	Iné označenie	Bližší popis odberného miesta	Vodivosť	Teplota	pH	Eh	Eh	Hladina / Výdatnosť	
			(mS/m)	(°C)		(mV)	(prepočítané mV)	(m) / (l/s)	
R.-š.10	Rameno pri ŠUL-10	povrchová voda	171.80	8.00	7.66	193.50	392.00	-	číra bez zápachu, matne vidieť olejový film na hladine
ŠUL-4	Indikačný vrt ŠUL-4	vrt pod skládkou	967.00	13.50	6.32	3.00	202.00	2.63	zakalená + zápach - hnilobnoolejový
ŠUL-2	Referenčný vrt ŠUL-2	vrt pri skládke	49.10	13.30	7.48	-96.20	103.00	3.20	silne zakalená
Lagúna	Jazierko v priestore skládky	Zdroj znečistenia	-	-	-	-	-	-	vzorka neodobratá, prebáralo sa
Prístroje: Konduktomer WTW, pH meter WTW									
Merali: S. Mikita									
Poznámky - všeobecne									
- Jasné počasie, v noci bývajú prízemné mrazy, - Teplota vzduchu = 9,2°C, - Odobrané boli 3 vzorky z: Rameno pri ŠUL-10, ŠUL-4, ŠUL-2; na stanovenie zložiek: CHSK_{Cr}, Cl, B, Cu, Zn, NH₄, - Vrty by sa mali pred odberom prečerpať, javí sa, že voda v nich už dlhšie stojí a vyhníva, - Prostredie okolia vrtovej je značne zarastené kríkmi, vrty je problém nájsť, - Treba zjednotiť označenia monitorovacích miest s firmou Sensor.									

2.2 Protokol o meraní fyzikálno-chemických parametrov na lokalite Modra - Hliny

Protokol o meraní fyzikálno-chemických parametrov			Číslo: 2011/1			Poznámky
			Lokalita: Modra - Hliny			
			Dátum: 3.11. 2011			
Označenie	Bližší popis odberného miesta	Vodivosť	Teplota	pH	Hladina / Výdatnosť	
		(mS/m)	(°C)		(m) / (l/s)	
MS-1	vert pod skládkou	310.00	11.40	7.11	1.59	Vrt je bez zámku - možný vstup vody, odb. vz. / cítiť amoniakálny zápach
MS-3	vert nad skládkou	67.60	11.10	7.23	2.31	Vrt je bez zámku - možný vstup vody, odb. vz. , hnilobný zápach
Rigol (M-3)	pri drevenom mostíku, meracie miesto Q	350.00	8.40	-	0.05	0.39 L/8,22 s
jazierko (M-12)	jazierko za skládkou	18.19	8.70	8.21	-	
M-4	tok cca 300 m pod skládkou	-	-	-	-	suchý
prítok do jazierka (M-11)	prítok do jazierka nad skládkou	-	-	-	-	suchý
Prístroj: Konduktomer WTW, pH meter WTW						
Merali: S. Mikita						
Poznámky - všeobecne						
- Jasné počasie, v noci bývajú prízemné mrazy, - Vrty MS-1 a MS-3 nie sú zakryté, môže do nich prenikať zrážková voda, - Znečistenie sa zjavne šíri do vzdialenosti cca 150 m od skládky v smere sklonu svahu - na konci rigola pod skládkou sa kvapalina postupne stráca v sutiach, - Neboli aktívne všetky doteraz zistené transportné cesty na lokalite - šírenie znečistenia bolo obmedzené len v priestore skládky, prítok do jazierka bol suchý, - Boli odobrané 3 vzorky: MS-1, MS-3, jazierko na stanovenie zložiek: CHSK_{Cr}, Cl⁻, B, TOC, NH₄⁺, Ni, SO₄²⁻, - Vrty by sa mali pred odberom prečerpať, javí sa, že voda v nich už dlhšie stojí a vyhnívajú v nich napadané organické látky, - Prostredie okolia vrtov je značne zarastené kríkmi, vrty je problém nájsť, - Treba zjednotiť označenia monitorovacích miest so Sensorom.						

2.3 Protokol o meraní fyzikálno-chemických parametrov na lokalite Myjava – Holičov vrch

Protokol o meraní fyzikálno-chemických parametrov					Číslo: 2011/1	
					Lokalita: Myjava - Holičov vrch	
					Dátum: 6.12. 2011	
Označenie	Bližší popis odberného miesta	Vodivosť (mS/m)	Teplota (°C)	pH	Hladina / Výdatnosť (m) / (l/s)	Poznámky
OM-1	výtok pod STKO	398.00	9.60	8,15	0.013	výpust sa zanáša sedimentom
HG-1	vrt v predpolí skládky v ľavo	102	9,7	-	3.72	
HG-3	vrt v predpolí skládky v pravo	96.90	8.30	7.80	3.32	
OM-4	výver v údolí pod skládkou	99.30	3.80	8.08	0.005	odhad
MK-5	Vrt nad úložiskom galv. kalov	-	-	-	-	suchý
Prístroje: Konduktomer WTW, pH meter WTW						
<i>Merali: S. Mikita, V. Vybíral</i>						
Poznámky - všeobecne • Monitorovacie miesta , ktoré boli suché: jaz. galv. kalov, MK-5, OM-2, potok, • Odbery vzoriek z monitorovacích miest: OM-1, HG-3, OM-4, • Počasie: mrholenie.						

2.4 Protokol o meraní fyzikálno-chemických parametrov na lokalite Myjava – Surovín

Protokol o meraní fyzikálno-chemických parametrov						Číslo: 2011/1
						Lokalita: Myjava - Surovín
						Dátum: 6.12. 2011
Označenie	Bližší popis odberného miesta	Vodivosť	Teplota	pH	Hladina / Výdatnosť	Poznámky
		(mS/m)	(°C)		(m) / (l/s)	
Výtok	výtok z drénu pod STKO	150.10	7.50	7.44	0.133	meranie prietoku
S-5	potok pod skládkou	138.00	4.70	7.97	0,15	odhad prietoku
S-1	potok nad skládkou	79.80	2.40	7.70	0.01	odhad prietoku
Prístroj: Konduktomer WTW, pH meter WTW						<i>Merali: S. Mikita, V. Vybíral</i>
Poznámky - všeobecne • Odbery: Výtok (bol robený rozšírený rozbor), S-5, S-1; • Počasie: mrholenie.						