

Monitorovanie a hodnotenie vplyvu antropogénnych sedimentov charakteru environmentálnych záťaží na vodnú zložku prostredia v rámci monitorovania geologických faktorov

SLAVOMÍR MIKITA

Štátny geologický ústav D. Štúra, oddelenie hydrogeológie, geotermálnej energie a geochemie,
Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava; slavomir.mikita@geology.sk

Monitoring and evaluation of the impact of anthropogenic sediment having character of environmental load on the hydrosphere within the monitoring of geological factors

The Subsystem 03, being a part of monitoring of geological factors, provides monitoring and evaluation of the effects of selected anthropogenic sediments with character of environmental loads (ASCHEL) on the hydrosphere. Subsystem has been developed since 1998 and has undergone several changes, especially related to development issues and social requirements in this area. From 2005 up to the present, the activities of the subsystem have targeted to specific sites in Slovakia, having typical contaminant spreading patterns in different geological environments. The Subsystem is running like long-term monitoring applied within specific purpose on given locality and is set up with minimum expenses. A large amount of data in different site conditions can be obtained so the main mechanism for the contaminants spreading in specific bedrock can be described more precisely. Obtained knowledge can be used on other sites with similar geological conditions, so more efficient approach can be applied. Part of Subsystem 03 is a preliminary impact assessment. It is used for evaluation and quantification of the influence from ASCHEL to hydrosphere.

Key words: monitoring, environmental loads, ground water, surface water, contaminants, impact assessment

Úvod

Súčastou monitorovania geologických faktorov životného prostredia v Štátnom geologickom ústave D. Štúra je podsystém 03, ktorého nosnú časť predstavuje monitorovanie a hodnotenie vplyvu antropogénnych sedimentov charakteru environmentálnych záťaží (ASCHEZ) na vodnú zložku prostredia.

Problematika vysporiadania sa s environmentálnymi záťažami je na Slovensku mimoriadne aktuálna (napr. „Štátny program sanácie environmentálnych záťaží“ z r. 2010). Vodná zložka patrí ku kvalitatívne najcitlivejším činiteľom životného prostredia. Preto je potrebné zabezpečiť jej prioritnú ochranu tak, aby boli splnené viaceré požadované ciele vyplývajúce z medzinárodných dohôd (napr. „Rámcová smernica o vodách“ z r. 2000 a jej tzv. „Dcérska smernica“ z r. 2006).

Objektívne posúdenie vplyvu ASCHEZ na okolie si vyžaduje disponovať optimálnym množstvom reprezentatívnych informácií o stave a vývoji situácie v danej lokalite. Je dôležité poznať procesy prebiehajúce v systéme zdroj znečistenia – horninové prostredie – voda (Fetter, 1999). Ide o pomerne komplexné a zároveň špecifické procesy, dynamicky sa meniace 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 zviazané s veľmi rozdielnym horninovým prostredím, z čoho vyplývajú aj rôzne formy prejavov šírenia znečisťujúcich látok v ich okolí. V praxi sa ukázalo, že zaužívané monitorovacie systémy sú často nastavené univerzálne a neumožňujú získavať reprezentatívne údaje vzhľadom na reálnu situáciu v lokalite. Dôsledkom toho je potom nesprávne posúdenie vplyvu environmentálnych záťaží na prírodné prostredie. Ako prínosné sa ukazuje využitie koncepčných modelov vypracovaných na základe riešenia komplexnejších prieskumov a cieleného monitoringu s dlhodobším trvaním (napr. Vybíral et al., 2005).

Prístup založený na koncepčných modeloch sa využíva aj v podsystéme 03. Uplatňuje sa pri ňom dlhodobý, účelový a zároveň finančne nenáročný spôsob monitorovania vplyvu z ASCHEZ rôzneho charakteru na podzemnú vodu a povrchovú vodu viazanú na horninové prostredie, v ktorom sú environmentálne záťaže (EZ) na Slovensku najčastejšie situované. Takýto spôsob umožňuje efektívnejšie a reálnejšie charakterizovať dominantný mechanizmus šírenia kontaminantov v lokalite a faktory, ktoré ho ovplyvňujú. Získavané poznatky a skúsenosti sú široko využiteľné pri ich aplikovaní na riešenie problémov

pri ostatných EZ s podobnými podmienkami šírenia kontaminantov.

Charakteristika podsystému 03

Účelom podsystému 03 je:

- dostatočne charakterizovať aktuálnu situáciu v lokalite a tiež predpovedať jej možné dôsledky na životné prostredie,
- kvantifikovaním vplyvu EZ 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.

Podsystém sa vyvíja od roku 1998, pričom prešiel viacerými zmenami, ktoré súvisia najmä s vývojom problematiky a so spoločenskými požiadavkami v predmetnej oblasti. Od roku 2005 po súčasnosť sa aktivity v rámci podsystému 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.**

Monitorované sú nasledujúce lokality: *Bojná, Devínska nová Ves-Srdce, Dunajská Streda, Hrabovčák, Modra, Myjava-Surovín, Myjava-Holíčov vrch, Kropachy-Halňa, Poša, Prakovce, Šafa, Šulekovo-Fe kaly, Uzovská Panica, Zemianske Kostoľany* (obr. 1).

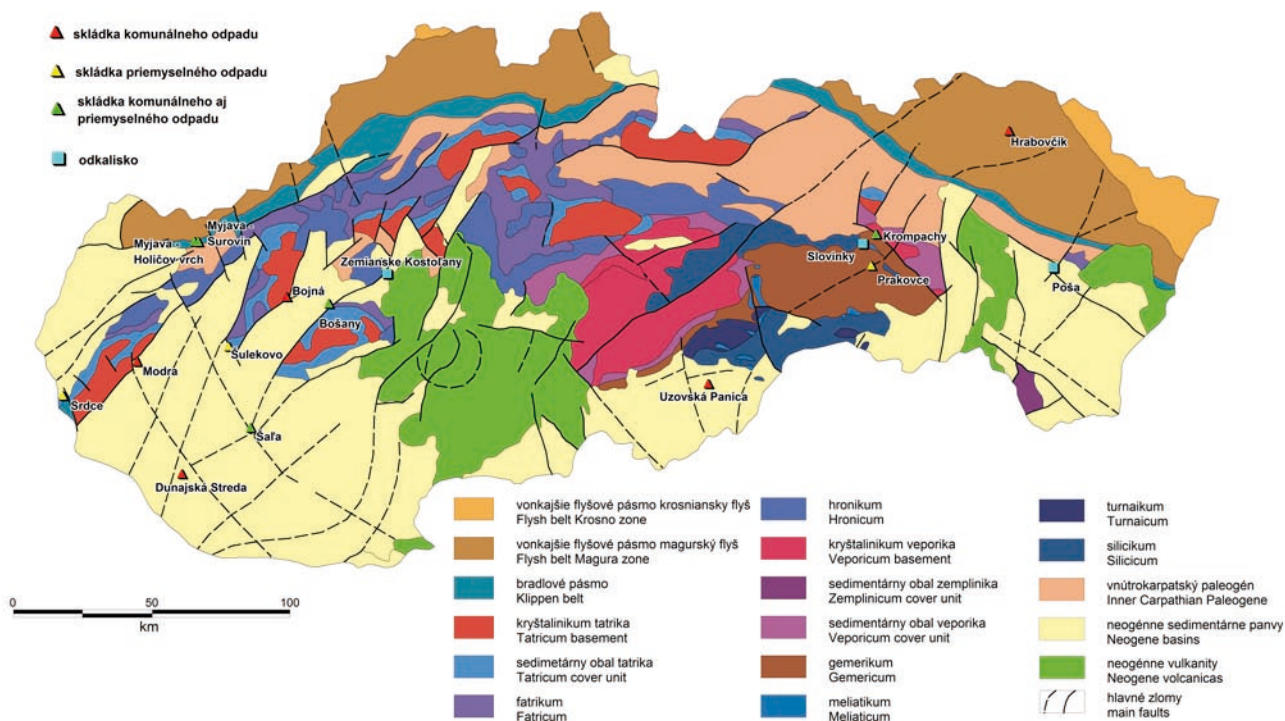
Zaradenie ASCHEZ do podsystému 03 je podmienené tiež rôznorodosťou zdroja kontaminácie z hľadiska:

- zastúpenia jednotlivých kontaminantov – skládky komunálneho odpadu, skládky priemyselného odpadu, odkaliská,
- obmedzenia možného šírenia znečistenia do prostredia – zdroj znečistenia je izolovaný technickými opatreniami alebo bez nich (nepriepustné podložie, pokrývná nepriepustná vrstva, podzemná tesniaca stena, stabilizácia čela skládky a pod.),
- veku uloženého odpadu – obvyčajne s časom dochádza k degradácii materiálu, čím sa zmiernuje 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. Charakteristika monitorovaných lokalít je stručne vyjadrená v tab. 1.

Systém monitoringu EZ

Systém monitoringu EZ je postavený najmä na chemickom analyzovaní vôd v prostredí kontaminovanej lokality a jej blízkeho okolia. Jeho účelom je v priestore a čase identifikovať zastúpenie a mieru sledovaných parametrov tak, aby bolo možné vyhodnotiť, k akým zmenám dochádza v zóne interakcie, teda v smere prúdenia vôd medzi A – pozadovou oblasťou (kontamináciou nezasiahnutou), B – zdrojom znečistenia, C – oblasťou zasiahnutou kontamináciou (obr. 2).



Obr. 1. Poloha monitorovaných lokalít (zostavené podľa Bieleho et al., 1996).

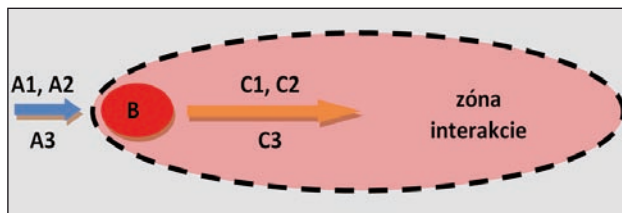
Fig. 1. Location of monitoring sites (compiled after Biely et al., 1996). Red triangle – municipal waste dump; yellow triangle – industrial waste dump; green triangle – municipal and industrial waste dump; blue square – settling pit.

Tab. 1
Charakter lokalít a frekvencia ich monitorovania
Type of sites and frequency of their monitoring

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
Dunajská Streda	Rekultivovaná STKO	C	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
Šala	Rekultivovaná STKO a SPO s PTS	B + D – 2 zvodnenice	1/2
Šulekovo – železité kaly	SPO s PTS	B + D – zmena smeru prúdenia podzemnej vody, inundačná oblasť	1/2
Zemianske Kostolany	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
Hrabovčik	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

Poznámka: STKO – skládka komunálneho odpadu; SPO – skládka priemyselného odpadu; PTS – podzemná tesniaca stena

Notice: STKO – municipal waste landfill; SPO – industrial waste landfill; PTS – groundwater containment wall



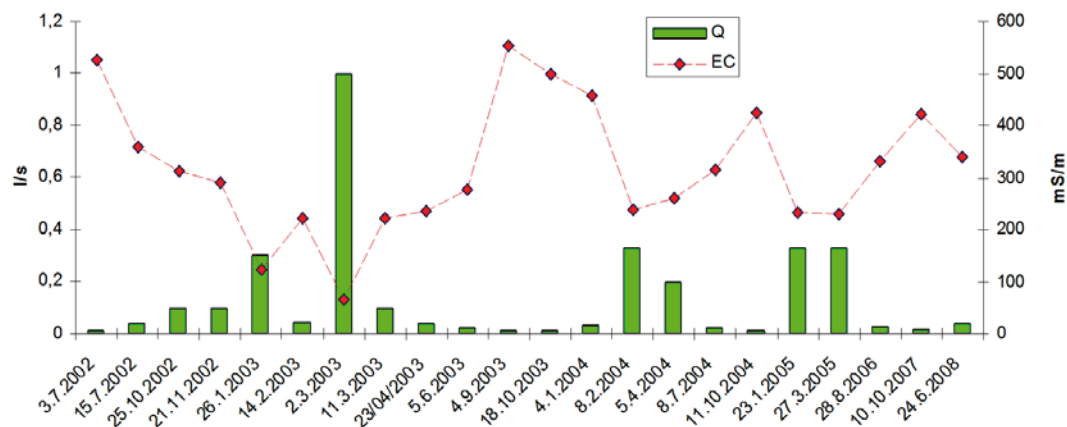
Obr. 2. Schematický model šírenia znečistenia v horninovom prostredí a rozmiestnenie monitorovaných miest vzhľadom na šírenie znečistenia.

Fig. 2. Schematic model of the contamination spreading in the rock environment and distribution of monitoring sites according to the spread of contamination.

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

A – hĺbka nepriepustného podložia je tesne pod zdrojom znečistenia, obyčajne 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).

Závislosť zmien mernej elektrickej vodivosti priesakovej kvapaliny od klimatických podmienok sa dá dobre sledovať napr. v lokalite Holičov vrch (obr. 3).



Obr. 3. Zmeny množstva priesakovej kvapaliny a jej mernej elektrickej vodivosti.

Fig. 3. Changes in the amount of leachate and its electrical conductivity measuring.

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).

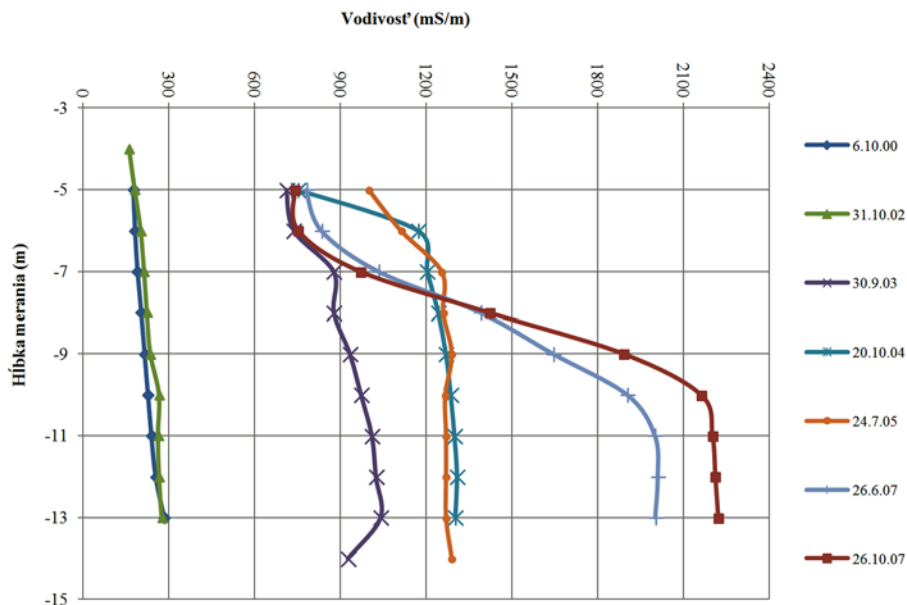
Na obr. 4 sa dá pozorovať, ako sa mení v lokalite Šulekovo situácia v indikačnom monitorovacom vrte vplyvom zmien prúdenia podzemnej vody, ktorá je v hydraulickom kontakte s riekou Váh.

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.

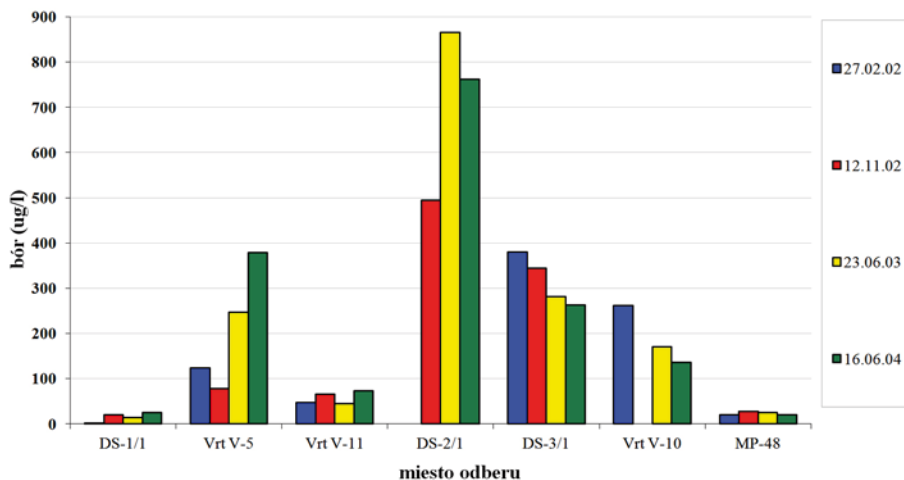
Na príklade z lokality Dunajská Streda sa dá pozorovať, ako v smere prúdenia vody dochádza vo vrtoch DS-3/1, V-10 a MP-48 k zníženiu obsahu bóru, ktoré je podmienené predovšetkým zaklesávaním kontaminačného mraku do podložia (obr. 5). Táto skutočnosť je dôsledkom vyššej hustoty unikajúcej priesakovej kvapaliny z EZ, ako má okolitá neznečistená voda.

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



Obr. 4. Zmeny vodivosti vody v indikačnom monitorovacom vrte podmienené zmenami smeru prúdenia podzemnej vody.

Fig. 4. Changes of water conductivity values along monitoring borehole influenced by changes in the direction of the groundwater flow.



Obr. 5. Hodnoty bóru namerané na monitorovaných miestach situovaných v smere prúdenia podzemnej vody.

Fig. 5. Boron values measured at monitoring points located in the direction of the groundwater flow.

Na obr. 6 je zdokumentované súbežné kolísanie hladiny podzemnej vody vnútri skládky aj za PTS v lokalite Šaľa, čo poukazuje na nefunkčnosť sanačných opatrení.

E – hladina podzemnej vody nie je v dosahu monitorovacích objektov, šírenie znečistenia prebieha cez nenasatovanú zónu.

Monitorovanie tohto typu ASCHEZ je zabezpečované najmä geofyzikálnymi meraniami. Uplatnenie majú najmä geoelektrické odporové merania: odporové profilovanie – OP, odporové sondovanie – VES, multielektrodové usporiadanie – MES (Putiška, 2005). V prípade prítomnosti prirodzených výverov v širšom okolí zdroja znečistenia, ktoré súvisia s predpokladaným smerom šírenia kontaminantov, sa dajú aplikovať klasické hydrogeologické a hydrogeochemické metódy.

Jednotlivé typy mechanizmov šírenia znečistenia v horninovom prostredí sú bližšie opísané a zobrazené vo forme koncepčných modelov vo viacerých dokumentoch (napr. Vybíral et al., 2005; Mikita, 2010).

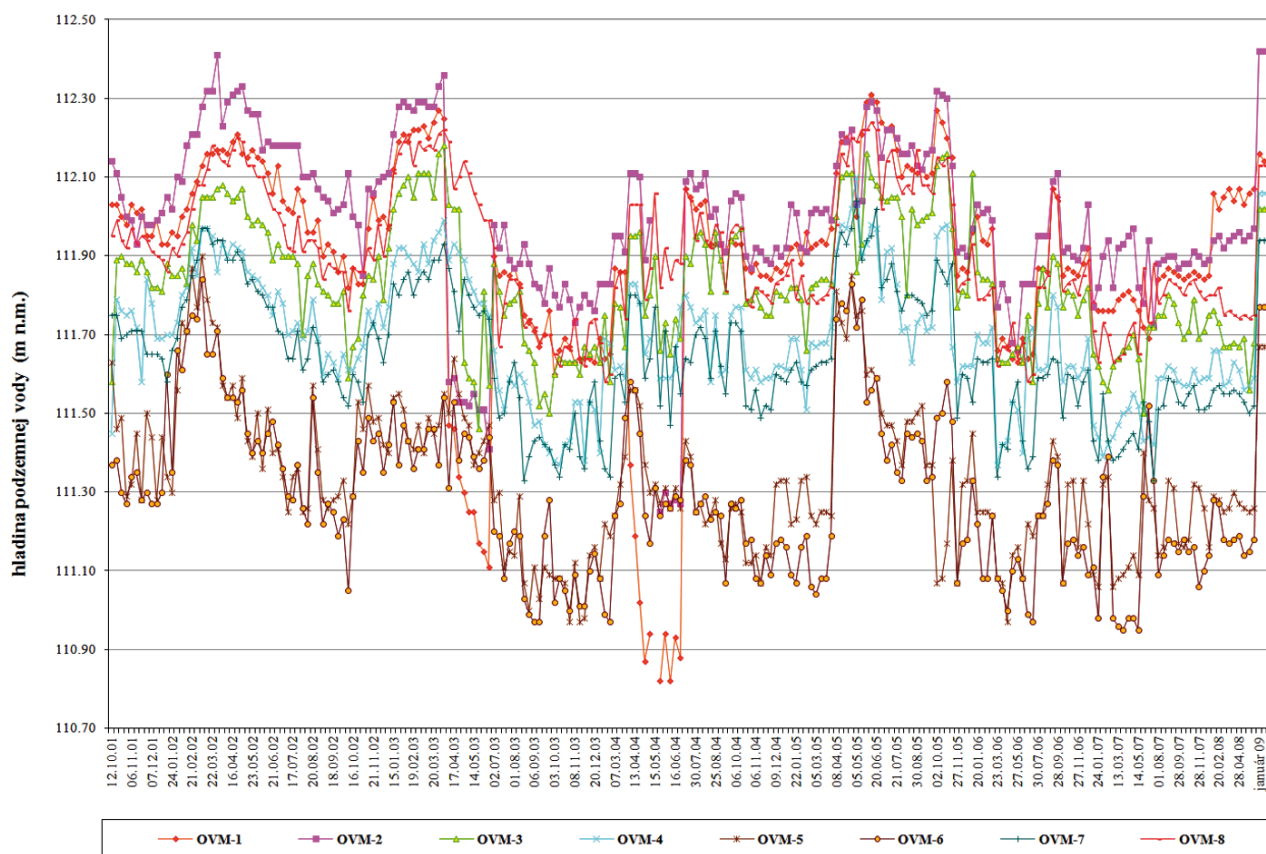
Aj keď každá z lokalít je osobitá a vyznačuje sa špecifickými prejavmi šírenia kontaminantov, je možné rozlíšiť hlavné mechanizmy týchto prejavov a priradiť ich do niektorého z vyššie uvádzaných koncepčných modelov, resp. ich kombinácii (tab. 1). Zaradenie lokalít umožňuje

využiť poznatky a skúsenosti, ktoré sa spájajú s daným modelom, čo zefektívňuje a optimalizuje nastavenie monitorovacieho systému v konkrétnej lokalite.

Monitorovací systém pozostáva z monitorovacích miest (vrty, šachty, studne, pramene, toky, mláky, jazerá, drenáže a pod.). V okolí ASCHEZ sú rozmiestnené tak, aby sa dali získať reprezentatívne informácie (dáta) o situácii v lokalite vzhľadom na šírenie kontaminantov v danom priestore a čase a aby bolo možné objektívne vyhodnotiť vplyv zdroja znečistenia na hydrosféru (obr. 2). V zmysle šírenia znečistenia, ktoré je obyčajne zhodné so smerom prúdenia podzemnej vody, možno monitorovacie miesta rozdeliť na:

a) **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).

b) **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



Obr. 6. Porovnanie vývoja hladiny podzemnej vody vo vrtoch vnútri skládky (vrty „OVM“) a na vonkajšej strane PTS (ostatné vrty).

Fig. 6. Comparison of the groundwater level development in particular wells within the landfill (wells „OVM“) and the outside of the PTS (other wells).

znečistenia na priesakovú kvapalinu (B). Priesaková kvapalina má obyčajne najmenej priaznivé hodnoty sledovaných ukazovateľov v lokalite.

c) **Indikačné monitorovacie miesta** – indikujú únik, resp. umožňujú charakterizovať ovplyvnenie vody znečistením na mieste, na 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 zároveň mali byť rozmiestnené tak, aby umožnili sledovať priestorové a časové zmeny šírenia znečistenia.

Zber dát prebieha systematicky podľa programu monitoringu v každej lokalite osobitne. Program monitoringu predstavuje harmonogram prác pre efektívny a optimálny spôsob získavania dát. Účelom je čo najlepšie vystihnúť priestorové a časové (najlepšie extrémne) prejavy šírenia znečistenia v okolí ASCHEZ. Pozostáva z viacerých súčastí:

- výber odberných miest,
- rozsah stanovovaných ukazovateľov,
- frekvencia monitorovania,
- režimové pozorovania – meranie hladiny podzemnej vody, výdatnosti prameňov, prietoku na tokoch, fyzikálno-chemických parametrov na dostupných miestach, vertikálnej chemickej zonálnosti.

Zber údajov je okrem zdrojov priradených k podsystému 03 zabezpečovaný tiež v kooperácii s externými subjektmi, ktoré v lokalitách uskutočňujú „klasický“ monitoring (tab. 1). Takýto spôsob umožňuje kompenzovať neistoty a poskytovať dáta s možnosťou ich interpretácie v širších súvislostiach.

Získavaný dátový súbor predstavuje nehomogénne dáta s rôznym množstvom analyzovaných vzoriek a rozsahom sledovaných ukazovateľov, rozdielných či už medzi jednotlivými lokalitami alebo v rámci samotnej lokality. Obyčajne sa stabilne sledujú iba nepriame, resp. indikačné ukazovatele, ako pH, EC (merná elektrická vodivosť vody), T (teplota vody), CHSK_{Cr} (chemická spotreba kyslíka dichrómanom draselným), ostatné majú svoje

opodstatnenie v závislosti od charakteru zdroja znečistenia a podmienok v lokalite. Zabezpečenie dostatočného množstva informácií na hodnotenie vplyvu ASCHEZ na okolie závisí od komplikovanosti a poznania mechanizmu šírenia kontaminantov v danom horninovom prostredí a faktorov, ktoré ho ovplyvňujú. S tým súvisí aj početnosť a druh monitorovaných miest, ako aj frekvencia a spôsob odberu vzoriek, resp. nastavenie režimových pozorovaní. Odstránenie neistôt sa dá realizovať napríklad väčším súborom jednoducho získateľných dát (Mikita, 2008). Po zistení širších súvislostí ohľadom šírenia kontaminantov v lokalite je vhodné program monitoringu optimalizovať. Využíva sa napr. princíp striedania odberu vzoriek vody z rôznych monitorovaných miest, tiež sa monitoring môže zamerať iba na vybrané monitorované miesta alebo na tzv. kľúčové ukazovatele.

Hodnotenie lokalít

Predmetom hodnotenia je zistenie orientačného (prvotného) vplyvu EZ na podzemnú vodu alebo povrchovú vodu v jej okolí a jeho kvantifikácia. Hodnotenie je založené na princípe rizikovej analýzy (napr. Zákon NR SR č. 409/201 Z. z., Metodický pokyn MŽP SR č. 1/2012), ktorá je prispôbená účelom podsystému 03, charakteru dát a súčasným poznatkom o šírení znečistenia v horninovom prostredí Západných Karpát. Do hodnotenia sú zahrnuté viaceré kritériá, prostredníctvom ktorých sa zohľadňujú okrem priameho vplyvu aj podmienky a situácia v danej lokalite. Takýto prístup umožňuje objektívnejšie porovnávať mieru vplyvu, resp. rizika aj medzi lokalitami navzájom.

Priamy vplyv – predstavuje vyhodnotenie prekročenia sledovaných ukazovateľov na indikačných monitorovacích miestach oproti legislatívnym kritériám – medzným hodnotám. Medzné hodnoty sú vyjadrené legislatívnymi požiadavkami, ktoré sa vzťahujú na podzemnú vodu alebo povrchovú vodu:

- Kritériá pre kvalitu podzemnej vody:
 - limity A, B, C v pokyne Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 15. decembra 1997 č. 1617/97-min.),

Tab. 2
Príklad výstupu hodnotenia priameho vplyvu
An example of output obtained from direct impact assessment

Lokalita	Dátum	Indikačné monitorované 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
			Prekročený ukazovateľ /Legislatíva – povrchová voda (269/2010 Z.z.)/			
			NH ₄ , Cl, Zn, CHSK _{Cr} , B	Cl, B, CHSK _{Cr}	Cl, B	

– limity indikačné a intervenčné v metodickom pokyne č. 1/2012-7 z 27. januára 2012 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia.

- 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 EZ na receptor.

- Legislatívne kritériá sa vzťahujú na dané monitorovacie miesto podľa jeho charakteru – či ide o podzemnú vodu alebo povrchovú vodu.

- Ukazovatele, ktoré neprekračujú medznú hodnotu, do ďalších krokov hodnotenia nevstupujú.

V určitom dátume sa hodnotia všetky tie ukazovatele, ktoré sa prekrývajú s príslušnými legislatívnymi kritériami. Príklad hodnotenia priameho vplyvu je prezentovaný vo forme čiastkového výstupu v tab. 2.

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

Pre indikačné monitorované miesta sú doplnkové kritériá nasledujúce:

1. *násobok miery prekročenia hodnoteného ukazovateľa oproti príslušnému normatívu* – pri podzemnej vode sú medzné hodnoty rozdelené do viacerých kategórií podľa veľkosti. Určenie násobku prekročenia hodnoteného ukazovateľa sa vzťahuje na najnepriaznivejšiu kategóriu;

2. *miera nebezpečenstva podľa jednotlivých ukazovateľov* – ukazovatele sú rozdelené do troch kategórií podľa potenciálnej 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 monitorovaných miest od zdroja znečistenia* – vyjadruje dĺžku transportu

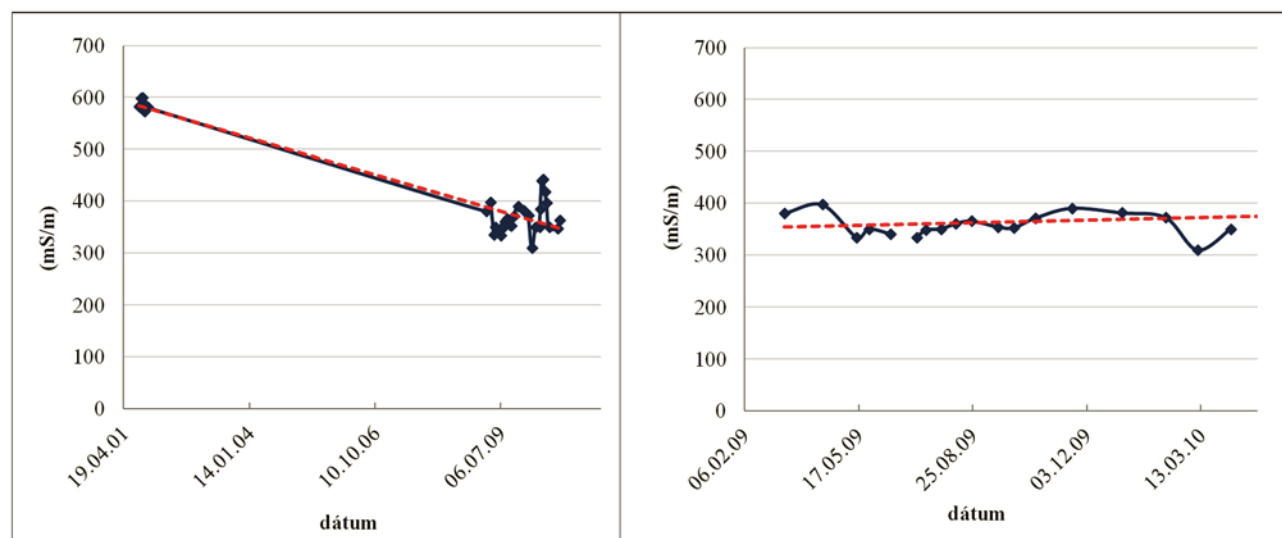
Tab. 3

Rozsahy mernej elektrickej vodivosti mS/m z monitorovacích miest reprezentujúcich pozadie a priesakovú kvapalinu vo vybraných lokalitách
Ranges of electrical conductivity values mS/m from monitoring sites representing background values and leachate at selected locations

ASCHEZ	Vplyv	Pozadie – min	Pozadie – max	Pozadie – medián	PK – medián: Pozadie – max:	PK – min	PK – max	PK – medián
Bojná	PzV	27.1	52	40.70	22	241.0	1 874.0	1 130.0
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	1 046.0	20 000.0	4 735.0
Uzovská Panica	PoV	80.4	116.0	95.25	4	105.0	696.0	424.0

Poznámka: PK – priesaková kvapalina; PzV – podzemná voda; PoV – povrchová voda

Note: PK – leachate; PzV – groundwater; PoV – surface water



Obr. 7. Vývoj hodnôt vodivosti priesakovej kvapaliny v lokalite Modra (vľavo aj s obdobím od roku 2001, vpravo iba od roku 2009).

Fig. 7. Development of leachate conductivity values at the Modra site (left – the period since 2001, right – just from year 2009).

horninové prostredia, v ktorých sú EZ na území Slovenska najčastejšie zastúpené. Monitorovací systém v rámci pod-systému 03 je oproti zaužívaným – „klasickým“ – systémom nastavený tak, aby sa dali vo vybraných lokalitách dlhodobo, účelne a finančne nenáročne sledovať javy, ku ktorým dochádza medzi zdrojom znečistenia a horninovým prostredím. Takýmto spôsobom sa dajú získať komplexnejšie informácie o kľúčových mechanizmoch šírenia kontaminantov v prostredí Západných Karpát a o faktoroch, ktoré ich ovplyvňujú. Aplikovanie získaných poznatkov z typových lokalít má široké využitie pri ostatných ASCHEZ s podobnými podmienkami šírenia kontaminantov. Umožňuje reprezentatívnejší prieskum, efektívnejší monitoring, objektívnejší spôsob hodnotenia či optimálne navrhovanie sanačných postupov a pod.. V konečnom dôsledku je tak možné zabezpečiť adresnejšie a šetrnejšie vynakladanie finančných prostriedkov pri riešení problematiky EZ.

Súčasnou podsystemu 03 je aj navrhované orientačné hodnotenie vplyvu ASCHEZ na podzemnú vodu a povrchovú vodu, ktoré vychádza z princípov rizikovej analýzy. Je prispôbené charakteru získavaných dát a súčasným poznatkom o šírení znečistenia v horninovom prostredí Západných Karpát. Objektívna hodnotenia je zabezpečená zohľadnením podmienok a situácie v 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.

Podakovanie. Článok prezentuje výsledky projektu Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 207 Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory. Autor by rád poďakoval RNDr. V. Vybíralovi, PhD., za recenziu svojho pôvodného manuskriptu. Tému príspevku recenzent obohatil o vhodné a zaujímavé poznámky, vyplývajúce z jeho dlhoročných odborných skúseností v predmetnej oblasti.

References

- BIELY, A. (ed.), 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 Slovenska 1 : 500 000. MŽP SR, Št. Geol. Úst. D. Štúra, Bratislava.
- FETTER, C. W., 1999: Contaminant Hydrogeology. Upper Saddle River, NJ 07458: Prentice Hall, 2nd Edition, ISBN: 0137512155. 500 p.

- 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*, 16, 7, 659 – 718.
- Metodický pokyn č. 1/2012-7 z 27. januára 2012 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia. MŽP SR, Bratislava.
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky z 25. mája 2010 (269/2010 Z. z.), ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd.
- Pokyn Ministerstva pre správu a privatizáciu národného majetku Slovenskej republiky a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 15. decembra 1997 (č. 1617/97-min.).
- PUTIŠKA, R., 2005: Využitie geoelektrických metód pri hodnotení starých environmentálnych záťaží. [Dizertačná práca.] PriF UK, Bratislava, 66 s.
- 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.
- Smernica európskeho parlamentu a rady 2008/105/ES zo 16. decembra 2008 o environmentálnych normách kvality v oblasti vodnej politiky, o zmene a doplnení a následnom zrušení smerníc Rady 82/176/EHS, 83/513/EHS, 84/156/EHS, 84/491/EHS a 86/280/EHS a o zmene a doplnení smernice Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES.
- Štátny program sanácie environmentálnych záťaží. MŽP SR, Bratislava, 124 s.
- MIKITA, S., 2008: Zisťovanie a sledovanie kontaminácie vody v okolí starých skládok odpadov s využitím merania fyzikálnych parametrov vody *in situ*. Rigorózna práca. Katedra hydrogeológie PriF UK, Bratislava, 76 s.
- MIKITA, S., 2010: Interakcia skládok údolného typu s hydrosférou. [Dizertačná práca.] Katedra hydrogeológie PriF UK, Bratislava, 131 s.
- MIKITA, S., IGLÁROVÁ, L. & DROTÁR, D., 2012: Návrh metodiky hodnotenia lokalít podsystemu 03 ČMS GF ŽP z r. 2012. ŠGÚDŠ, Bratislava.
- VANIČEK, I., 2002: Sanace skládek starých ekologických zátěží. ČVUT SF, Praha, 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. Sensor, spol. s r. o., Bratislava.
- Zákon 409 z 21. októbra 2011 (409/2001 Z. z.) o niektorých opatreniach na úseku environmentálnej záťaže a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

Rukopis doručený 30. 12. 2012

Revidovaná verzia doručená 3. 1. 2013

Rukopis akceptovaný red. radou 27. 2. 2013

Monitoring and evaluation of the impact of anthropogenic sediment having character of environmental load on the hydrosphere within the monitoring of geological factors

Subsystem is 03 represents a part of the monitoring of geological environmental factors at the State Geological Institute of Dionýz Štúr, representing a monitoring and evaluation of the impact of anthropogenic-type sediments of environmental burdens (ASCHEL) on the hydrosphere.

The issue of the removal of anthropogenic sediments with character of environmental loads (ASCHEL) in Slovakia

is very up to date (e.g. “State program of remediation environmental loads 2010”). Groundwater and surface water quality are the most sensitive within environmental factors and therefore its protection is of high importance. It is necessary to fulfill several requirements to sustainable environmental status (e.g. “Water Framework Directive”, as well as “Daughter Water Framework Directive”).

Efficient and cost-effective ways of dealing with the EZ is closely associated with the optimum amount of information, corresponding with the status and development of the site situation.

For objective assessing of the impact of ASCHEL on environment there is important to know the interaction between contaminants and rock environment (Fetter, 1999). Processes occurring in the source of contamination, respectively between sources and ambient environment are high dynamic and have long-term duration often tens to hundreds of years (Vaniček, 2002). The movement of water in the rock environment determines the transport mechanism of majority contaminants in the rock environment (Christensen et al., 2001).

Location of ASCHEL in Slovakia is bound with very different rock environments resulting in different manifestations of the spread of contaminants in their neighborhood. From the field experiences it became clear that customary monitoring systems often do not provide representative data according to the real situation on site. From what then unfolds the ASCHEL incorrect assessment of the impact on the natural environment. As practice has showed the use of specific conceptual models, representing the mechanism of transport of contaminants in the environment of Western Carpathians is useful (e.g. Vybíral et al., 2005).

Subsystem is being developed since 1998 and has undergone several changes related to development issues and social requirements in this area. From 2005 to the present, the activities within the subsystem focus on monitoring selected sites that represent typical distribution patterns of contaminants spreading in geological environment in Slovakia.

The purpose of the Subsystem 03 is the adequate characterization of the actual situation on site and also prediction of its potential impact on the environment. A long-term, site specific and also inexpensive monitoring is used to observe the development of interaction between the various contaminants and rock environment, in which the ASCHEL mostly are located in Slovakia.

Subsystem 03 consists also of a part “the quantification of the impact assessment of pollution to groundwater and surface water”. The assessment is based on the principle of risk analysis which is adapted to subsystem 03. The assessment included a number of criteria which allowed take into account also conditions and the situation on the specific site. This approach provides more objective comparisons of the degree of influence between sites.

The aim of Subsystem 03 is also to exploit new knowledge and experience, and their appropriate application to real problems, as well as to find more effective ways of optimizing their solutions.