

Projekt klienta č: 083-466  
Projekt PM č: 300035  
Dokument č: 300035-06-RP-004 (B)  
Súbor č: 360035-06

**Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky**

**a**

**Kuvajtský fond pre hospodársky rozvoj arabskej oblasti  
(Kuwait Fund for Arab Economic Development)**

**PREHODNOTENIE STAVU ZDROJOV PODZEMNÝCH VÔD NA  
SLOVENSKU**

**FINAL REPORT**

**O PRIEBEHU REALIZÁCIE PRÁČ NA PROJEKTE PM. Č. 300035 „PREHODNOTENIE  
STAVU ZDROJOV PODZEMNÝCH VÔD NA SLOVENSKU“**

**Volume 2**

VYDANIE	DÁTUM	ORIG	AUTH CHK	KONTROLA	SCVÁLENÉ	SCHVÁLENÉ KLIENT.	POPIS
A	17 October 2007	KV/DB	SK				Draft Final Report
B	6 <sup>th</sup> November 2007	KV/DB	SK				Draft Final Report

## SLOVAK LANGUAGE VERSION

### OBSAH

- 3.1 Metodika hodnotenia kvalitatívneho stavu podzemných vôd
- 3.2 Spracovanie potenciálnych bodových zdrojov znečistenia v systéme GeoEnviron pre potreby implementácie RSV
- 3.3 Stratégia inventarizácie bodových zdrojov znečistenia a sanačných aktivít v povodiach
- 3.4 Obecná Implementačná stratégia - Príručka pre podzemné vody
- 3.5 „Hodnotenie chemického stavu podzemnej vody podľa Rámcovej smernice o vode – manažment bodových zdrojov znečistenia“
- 3.6 (1B) Hodnotenie kvalitatívneho stavu podzemných vôd v pilotnej oblasti (4.2.4)
- 3.7 Monitoring Bodových Zdrovov Znečistenia – TVvorba Databazy Znečistených Lokalit
- 3.8 (4.2.6) Metodika určenia kritérií pre kvalitatívnu kategorizáciu zdrojov podzemných vôd s ohľadom na ich upraviteľnosť
- 3.9 (A) Možné vplyvy klimatických faktorov na kvalitatívne zmeny podzemných vôd (4.2.7)
- 3.10 Kvalitatívna Ochrana Podzemných Vod (4.3.2.)
- 3.11 Príloha Normy Kvality Podzemných Vod
- 3.12 Zoznam relevantných príloh k zákonu č. 364/2004 Z. z. (vodný zákon)

- 3.13 Kriteria na identifikáciu vod v zraniteľných oblastiach
- 3.14 Zoznam preberaných právnych aktov Európskych spoločenstiev a Európskej Unie
- 3.15 VÝSTUP 5A Metodika zostavenia mapy zraniteľnosti M 1:200 000 (4.4.1)
- 3.16 (5B) Mapa zraniteľnosti pilotnej oblasti v mierke 1:100 000 (4.4.1)

## **PRÍLOHA 3.1 – Metodika hodnotenia kvalitatívneho stavu podzemných vôd**

### **Výstup č. 1A**

#### **3.1 METODIKA HODNOTENIA KVALITATÍVNEHO STAVU PODZEMNÝCH VOD (4.2.4)**

##### **3.1.1 Úvod**

Kvalitatívny stav podzemných vôd je v riešenom projekte „Prehodnotenie zdrojov podzemných vôd Slovenska“ hodnotený z teoretického aj praktického hľadiska. Súbežne je rozpracovaná metodika hodnotenia kvality podzemných vôd z pohľadu ich chemického zloženia (klasifikácia chemických typov vôd) a hodnotenie zastúpenia jednotlivých zložiek v zmysle limitov EU a národných kritérií pre hodnotenie kvality podzemnej vody, ako aj hodnotenia vývoja chemického zloženia podzemných vôd v čase (hodnotenie trendov).

Navrhnutá metodika bola overovaná v pilotnom území hornej časti povodia Hrona (Výstup č. 1B). Hodnotenie v tejto časti vychádza z jednorazových výsledkov chemických analýz vôd odobraných v rámci projektu a z vyhodnotenia časových radov z pozorovaní štátnej monitorovacej siete SHMÚ, ako aj ďalších relevantných údajov o kvalite podzemných vôd z posledného obobia.

Pri charakterizovaní kvality podzemných vôd sú aplikované metodické postupy rešpektujúce usmernenia Smernice 200/60/ES Európskeho parlamentu a Rady ustanovujúcej rámec pôsobnosti Spoločenstva v oblasti vodnej politiky a jej dcérskej smernice.

Čiastkové výsledky zahŕňajú v tejto časti riešenia projektu nasledujúce výstupy:

- metodika pre hodnotenie kvality podzemnej vody
- mapa súčasného kvalitatívneho stavu podzemnej vody pilotného územia (mapa v GIS forme a databáza údajov, ktoré sa zároveň stali podkladom pre zostavenie mapy zraniteľnosti a vodohospodársko – ekologicko – hydrogeologickej mapy).

Východiskom pre vypracovanie návrhu metodiky je primeraná analýza požiadaviek RSV a jej dcérskej smernice a rozbor slabých a silných stránok metodiky použitej pri kompilácii Národnej správy.

V zmysle celkových zámerov projektu boli v Priebežnej správe 2006 rozpracované 4 aspekty riešenej problematiky:

- 1) požiadavky RSV a jej dcérskej smernice
- 2) rozbor (slabé a silné stránky) relevantnej metodiky použitej pri kompilácii Národnej správy
- 3) návrh novej, upravenej metodiky, zohľadňujúcej nové poznatky a skúsenosti z kompilácie prvej Národnej správy 2005 a
- 4) odskúšanie navrhovanej metodiky v pilotnom území v rámci riešenia projektu „Prehodnotenie zdrojov podzemných vôd Slovenska“.

V záverečnej správe podávame zhodnotenie danej problematiky z nasledujúcich dvoch aspektov:

- 1) Požiadavky RSV a jej dcérskej smernice
- 2) Metodika pre hodnotenie kvality podzemnej vody.

### **3.1.2 Požiadavky RSV a dcérskej smernice, týkajúcej sa podzemných vôd**

S ohľadom na potrebu riešenia problematiky nárastu požiadaviek na zdroje vôd požadovaného množstva a kvality, ako aj s cieľom zabezpečenia ich trvalo udržateľného využívania pre budúce generácie, Európsky parlament a Rada schválili 23. októbra 2000 Smernicu 2000/60/ES ustanovujúcu rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky (skrátene nazývaná Rámcová smernica o vode, RSV). Prijatie Rámcovej smernice o vode a jej postupná transpozícia do národných legislatívnych predpisov členských štátov EÚ a následne i do praxe vytvára postupne podmienky pre trvalo udržateľné využívanie zdrojov vôd, pričom základným nástrojom sa stáva ich integrovaný manažment v povodiach. Cieľom je ochrana fyzickej a biologickej integrity vodných systémov a zníženie nepriaznivého tlaku ľudskej populácie na zdroje vody tak, aby sa dosiahol „dobrý stav“ všetkých vôd do roku 2015 špecifikovaný v smernici ako environmentálne ciele. Tento impozantný cieľ si samozrejme vyžaduje etapové riešenia a presný harmonogram implementačného procesu. Základný harmonogram implementačného procesu a termíny ukončenia jeho jednotlivých etáp sú nasledovné :

- 2005: vymedzenie útvarov povrchových a podzemných vôd, hodnotenie stavu vôd a harmonizácia prístupov pri ich hodnotení
- 2006: zavedenie programu monitorovania stavu vôd a chránených oblastí
- 2009: schválenie plánov manažmentu povodí a schválenie programov opatrení pre dosiahnutie environmentálnych cieľov
- 2010: zavedenie cenovej politiky
- 2015: dosiahnutie „dobrého stavu“ vôd.

Charakteristické problémy manažmentu podzemných vôd sú potom v detailnejšej podobe reflektované v „dcérskej“ smernici pre podzemnú vodu (Smernica EP a Rady 2006/118/ES z 12.12.2006 o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality - „Directive of the European Parliament and of the Council on the protection of groundwater against pollution“). Preto obe smernice sú významnými dokumentami ako pre relevantnú štátnu vodnú správu, tak aj pre odbornú vodohospodársku a hydrogeologickú sféru. Implementácia oboch smerníc je zákonnou povinnosťou pre 27 členských štátov EÚ (s populáciou takmer 500 miliónov obyvateľov), preto je problematika podzemnej vody oveľa viac politicky zviditeľnená a ochrana podzemných vôd sa ocitáva v centre záujmu riešenia problematiky životného prostredia – oba aspekty vyplývajú z nezastupiteľného významu podzemných vôd pre zabezpečenie zásobovania obyvateľstva pitnou vodou a osobitným významom podzemných vôd pre stabilitu ekosystémov.

Vychádzajúc zo znenia „dcérskej“ smernice pre podzemné vody je nevyhnutné, aby boli v podmienkach Slovenskej republiky seriózne brané do úvahy konkrétne prírodné podmienky a geologické a hydrogeologické pomery územia. Z analýzy súčasného stavu implementácie RSV v krajinách EÚ je zrejmé, že ciele národných politík manažmentu vodných zdrojov, stanovené v platných Národných stratégiách zahŕňujú udržiavanie kvantitatívneho a chemického statusu podzemných vôd a „primeraný manažment“ oblastí podzemných vôd osobitného významu, s generálnym odkazom na etickú zodpovednosť a udržateľný rozvoj.

Dnes sa v podmienkach Európskej únie všeobecne akceptuje, že dostupnosť vysoko kvalitných zdrojov vody pre verejné zásobovanie do budúcnosti je zaručená práve preferenciou zdrojov podzemných vôd, popri budovaní doplnkových vodných zdrojov a kombinovaných systémov, založených na súbežnom využívaní zdrojov podzemných a povrchových vôd. Stabilnejšia kvalita a fyzikálne vlastnosti v porovnaní s povrchovou vodou, menšia potreba a nižšia náročnosť procesov úpravy vody ako aj lepšia ochrana proti

kontaminácii patria k dôvodom prečo je podzemná voda favorizovaná ako zdroj pitnej vody a verejného zásobovania. V poslednom období však geochemické mapovanie odhalilo poznanie oblastí s prirodzenými rizikami zníženej kvality podzemnej vody (geogénne anomálie) a oblasti výskytu podzemných vôd so znečistenými podzemnými vodami v dôsledku ľudských aktivít (antropogénne anomálie). Tieto výsledky v mnohých prípadoch rezultovali v následné odporúčania pre korekcie vo využívaní vodných zdrojov.

RSV i dcérska smernica obsahujú požiadavku reportovať pravidelne o všetkých útvaroch podzemných vôd (so zohľadnením súvisiacich ekosystémov), ako v zmysle vodnej bilancie, tak aj v zmysle hodnotenia kvality vody (v EU terminológii nazývané ako „kvantitatívny“ a „chemický“ stav vody), spolu s vyhodnotením súvisiacich rizík a trendov. Z poznania cieľov a obsahu oboch smerníc je zrejmé, že hlavne v úvodnej fáze ich implementácie sa vyžaduje od jednotlivých štátov mimoriadne veľké množstvo administratívnej a inventarizačnej práce, ale je dôležité, aby pod týmto tlakom neboli potlačené odborné hydrgeologické a vodohospodárske aspekty, ktoré sú pre dosiahnutie cieľov kľúčové.

#### Hodnotenie chemického stavu podzemných vôd

Podľa RSV pre hodnotenie chemického stavu podzemných vôd sú použité 2 kategórie:

- dobrý stav
- nevyhovujúci stav.

V RSV je uvedená len všeobecná definícia dobrého chemického stavu podzemnej vody. Podľa tejto definície útvar podzemnej vody je v dobrom stave ak koncentrácie znečisťujúcich látok:

- nepresahujú normy kvality platné podľa iných relevantných právnych predpisov
- nie sú také, aby viedli k nesplneniu environmentálnych cieľov stanovených pre súvisiace povrchové vody, ani k významnému zhoršeniu ekologického alebo chemického stavu takýchto útvarov, ani k žiadnemu významnému poškodeniu suchozemských ekosystémov, priamo závislých na útvere podzemnej vody.

Podľa čl. 17 RSV Rada EÚ a Európsky parlament mali do dvoch rokov od nadobudnutia účinnosti RSV prijať opatrenia na prevenciu a reguláciu znečistenia zamerané na dosiahnutie dobrého chemického stavu podzemných vôd. V prípade ak takýto predpis nebude prijatý do roku 2005, zostáva táto povinnosť na členských štátoch.

V súčasnosti je podstatným legislatívnym aktom pre hodnotenie stavu podzemných vôd dcérska smernica o ochrane podzemnej vody.

Dcérska smernica ustanovuje nasledovné opatrenia na ochranu podzemných vôd, a to:

- kritériá a postupy pre hodnotenie dobrého chemického stavu podzemnej vody
- kritériá pre identifikáciu významných a trvalo vzostupných trendov a pre definovanie počiatočných bodov zvrátenia trendov
- zabránenie/obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemných vôd.

Na hodnotenie chemického stavu sa používajú nasledovné kritériá:

- normy kvality podzemných vôd, ktoré sa zavádzajú ako jednotný štandard vyjadrujúci maximálnu koncentráciu znečisťujúcich látok v podzemnej vode pre všetky krajiny EÚ. Sú stanovené pre dusičnany (50 mg/l) a pesticídy a ich príslušné metabolity (0,1 µg/l – jednotlivo, 0,5 µg/l – celkovo),
- prahové hodnoty predstavujúce limity znečistenia, ktoré stanovujú členské štáty pre ostatné znečisťujúce látky, a to na národnej úrovni, úrovni povodia a úrovni útvaru podzemnej vody. Pri určovaní prahových hodnôt je potrebné zohľadniť požadované úrovne látok, ktoré sa môžu vyskytnúť aj prirodzene aj ako výsledok ľudskej činnosti. Prahové hodnoty musia byť stanovené do decembra 2008 a musia byť uvedené v plánoch manažmentu povodí.

Pri hodnotení chemického stavu útvaru podzemnej vody sa postupuje tak, že výsledky získané z jednotlivých monitorovacích miest v útvare podzemnej vody sa vyhodnotia spoločne pre útvary ako celok. Vypočíta sa priemerná hodnota výsledkov monitorovania v každom bode útvaru a tieto priemerné hodnoty sa použijú s limitnými hodnotami (normy kvality, prahové hodnoty). V prípade ak prekročenie limitov v jednom alebo viacerých monitorovacích bodoch nepredstavuje vzhľadom k plošnému rozsahu útvaru významné environmentálne riziko, stav útvaru môže byť označený za dobrý. Musia sa však prijať nevyhnutné opatrenia na ochranu podzemnej vody v miestach v ktorých boli prekročené limitné hodnoty.

Ďalším kritériom pre hodnotenie chemického stavu vôd sú trendy obsahu znečisťujúcich látok v podzemných vodách. Členské štáty musia identifikovať akýkoľvek významný a trvalo vzostupný trend znečisťujúcich látok v podzemných vodách a stanoviť počiatočný bod zvrátenia tohto trendu. Tento počiatočný bod má byť definovaný ako dosiahnutie 75 %



parametrických hodnôt noriem kvality a prahových hodnôt. V prípade existujúcich kontaminačných mrakov v útvaroch podzemnej vody, ktoré sú spôsobené bodovými zdrojmi znečistenia a kontaminovanou zeminou, je potrebné vykonať dodatočné hodnotenia s cieľom overiť, či sa znečistenie nešíri, nezhoršuje stav útvaru a či nepredstavuje riziko pre ľudské zdravie a životné prostredie (riziková analýza).

Jedným z hlavných opatrení na ochranu podzemnej vody zakotvených v dcérskej smernici je zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemných vôd. Termín „úniky“ zahŕňa priame a nepriame vypúšťania do podzemných vôd. Pri identifikácii týchto látok je potrebné sa zamerať najmä na nebezpečné látky, ktorých zoznam je uvedený v prílohe VIII RSV (viď tabuľku nižšie). Osobitnú pozornosť je potrebné zamerať na látky a skupiny látok v bodoch 1-9, ktoré sa považujú za nebezpečné, resp. obzvlášť škodlivé. Pre tieto látky platí prísnejšia požiadavka zabrániť vstupu do podzemných vôd, pre ostatné znečisťujúce látky sa vyžaduje obmedzenie vstupu do podzemných vôd. Informačný zoznam hlavných znečisťujúcich látok podľa prílohy VIII RSV je nasledujúci:

1. Organohalogénové zlúčeniny a látky, ktoré môžu vytvárať takéto zlúčeniny vo vodnom prostredí
2. Organofosforové zlúčeniny
3. Organocínové zlúčeniny
4. Látky a prípravky alebo produkty ich rozkladu, ktoré majú dokázateľné karcinogénne alebo mutagénne vlastnosti, alebo vlastnosti, ktoré môžu vo vodnom prostredí, alebo prostredníctvom vodného prostredia ovplyvniť tvorbu steroidov štítnej žľazy, alebo iné endokrinné funkcie
5. Ťažko odbúrateľné uhľovodíky a ťažko odbúrateľné a biologicky akumulovateľné organické toxické látky
6. Kyanidy
7. Kovy a ich zlúčeniny
8. Arzén a jeho zlúčeniny
9. Biocídy a prostriedky na ochranu rastlín
10. Nerozpustné látky
11. Látky, ktoré prispievajú k eutrofizácii (najmä dusičnany a fosforečnany)
12. Látky, ktoré majú nepriaznivý účinok na kyslíkovú bilanciu (merateľné pomocou ukazovateľov BSK, CHSK, atď).

Na základe uvedeného postupu hodnotenia chemického stavu vôd je potrebné zdôrazniť nutnosť zosúladenia a previazania postupov, ktoré musia prebiehať súbežne na:

- regionálnej úrovni pre útvár podzemnej vody ako celok – zodpovedá Ministerstvo životného prostredia SR a ním riadené organizácie
- lokálnej úrovni vykonávané pre bodové zdroje znečistenia – zodpovedajú jednotliví znečisťovatelia.

Pri vypracovaní metodiky hodnotenia kvalitatívneho stavu podzemných vôd pre podmienky Slovenskej republiky sa zohľadňovali základné požiadavky RSV, týkajúce sa

- a) kritérií pre hodnotenie chemického stavu podzemných vôd
- b) postupu hodnotenia chemického stavu podzemných vôd
- c) identifikácie významných a trvalo vzostupných trendov a vymedzenia počiatočných bodov zvrátenia trendov vo vývoji kvality podzemných vôd.

Uvedené požiadavky možno sumarizovať nasledovne:

#### a) Kritéria pre hodnotenie chemického stavu podzemných vôd

Na účely hodnotenia chemického stavu útvaru alebo skupiny útvarov podzemnej vody podľa oddielu 2.3 prílohy V smernice 2000/60/ES používajú členské štáty tieto kritéria:

- i) normy kvality podzemných vôd ako sú uvedené v prílohe I „dcérskej smernice“; Normy kvality prírodných vôd - Na účely hodnotenia chemického stavu podzemných vôd v súlade s článkom 4 sa v tabuľke 2.3.2 v prílohe V k smernici 2000/60/ES odkazuje na tieto normy kvality podzemných vôd ustanovené v súlade s článkom 17 uvedenej smernice:

Znečisťujúca látka	Normy kvality	Poznámka
Dusičnany	50 mg/l	Pre činnosti patriace do rozsahu pôsobnosti smernice 91/676/EHS sú programy a opatrenia, ktoré sa vyžadujú vo vzťahu k tejto hodnote (t. j. 50 mg/l), v súlade s touto smernicou. <sup>1</sup>
Aktívne látky v pesticídoch vrátane ich príslušných metabolitov a produktov vznikajúcich pri rozklade a reakcii <sup>2</sup> .	0,1 µg/l 0,5 µg/l (celkovo) <sup>3</sup>	

<sup>1</sup> Táto doložka nezahŕňa činnosti mimo rozsahu pôsobnosti smernice 91/676/EHS.

<sup>2</sup> Pesticídy sa vzťahujú na prípravky na ochranu rastlín a biocídne výrobky vymedzené v článku 2 smernice 91/414/EHS a v článku 2 smernice 98/8/ES.

<sup>3</sup> „Celkovo“ je súčet všetkých jednotlivých pesticídov zistených a vyčíslených v priebehu monitorovacieho postupu.

ii) prahové hodnoty, ktoré určia členské štáty v súlade s postupom uvedeným v časti A prílohy II pre znečisťujúce látky, skupinu znečisťujúcich látok a ukazovatele znečistenia, ktoré boli na území členského štátu identifikované ako faktor, ktorý prispieva k charakterizácii útvarov alebo skupín útvarov podzemnej vody ako rizikových, berúc do úvahy prinajmenej zoznamy uvedené v časti B prílohy II.

Podľa prílohy II, časť B je minimálny zoznam látok alebo iónov a ich ukazovateľov, pri ktorých majú členské štáty zvážiť stanovenie prahových hodnôt v súlade s článkom 3, rozdelený dve problematiky:

(1) Hodnotia sa látky alebo ióny, ktoré sa môžu vyskytnúť prirodzene a v dôsledku ľudskej činnosti (Časť B.1.) nasledujúcej kompozícii

Látka alebo ión
Arzén
Kadmium
Olovo
Ortuť
Amónny ión
Chloridový anión
Síranový anión

(2) Osobitne sa hodnotia synteticky vyrábané látky (Časť B.2.) nasledujúcej kompozícii

Látka
Trichlóretylén
Tetrachlóretylén

(3) Samostatne sa posudzujú parametre určujúce prítomnosť solí alebo iných intruzívnych látok na nasledujúcom parametri

Parameter
Vodivosť

Poznámka: Vzhľadom na koncentrácie solí spôsobené ľudskou činnosťou sa členské štáty môžu rozhodnúť, že určia prahové hodnoty buď pre sírany a chloridy, alebo pre vodivosť.

Všetky ustanovené prahové hodnoty sa zverejnia v plánoch vodohospodárskeho manažmentu povodia, ktorý sa predkladá v súlade s článkom 13 Smernice 2000/60/ES a obsahuje zhrnutie informácií uvedených v časti C prílohy II.

Z pohľadu nami riešenej problematiky (kvalitatívne aspekty podzemných vôd) sa vyššie uvedené konštatovanie týka menovite tých cieľov, ktoré súvisia s udrzaním alebo dosiahnutím dobrého stavu podzemných vôd („good groundwater status“) prostredníctvom

- a) kontroly odberu podzemných vôd tak aby sa nepoškodili kľúčové súvisiace ekosystémy
- b) ochrany (a kde je to ekonomicky uskutočniteľné aj revitalizácie) kvality podzemných vôd v jednotlivých útvaroch podzemných vôd tak, aby ich využívanie ako zdrojov zásobovania pitnou vodou nebolo podmienené aplikáciou sofistikovaných metód ich úpravy/čistenia, alebo aby ich využívanie nespôsobilo, že súvisiace systémy povrchových vôd nebudú vyhovovať ekologickým štandardom.

Pri hodnotení zdrojov kontaminácie vôd sa z metodického aj praktického hľadiska musí pozornosť sústrediť na redukciu či elimináciu plošne extenzívnych a typovo kvalitatívne rozmanitých impaktov poľnohospodárstva a urbanizácie (komunálnych zdrojov znečisťovania), berúc do ohľadu skutočnosť, že značná časť priemyselných bodových zdrojov znečisťovania je už identifikovaných v rôznych databázach, ktoré sú však častokrát nekompatibilné, a v zásade podrobených „legislatívnej kontrole“ (napr. rôznymi vykonávacími vyhláškami k zákonu, nariadeniami štátnej správy, a pod.). Z uvedeného pohľadu pri bodových zdrojoch znečistenia nie je zvládnutá ich centrálna evidencia. Predbežné zhodnotenie z hľadiska rizikovosti a prioritizácia z pohľadu akútnosti sanačných prác predstavujú jednu z najdôležitejších úloh pri implementácii RSV.

Na prvý pohľad základ pre „stav dobrej kvality podzemných vôd“ („good groundwater quality status“) je koncepčne jednoduchý. Ale dôležitá otázka vyvstáva v praktickej interpretácii – má byť výsledok veľkého úsilia vynaloženého na monitoring reprezentatívny pre objem celého útvaru podzemnej vody alebo pre vody dotujúce zásoby podzemných vôd (infiltrujúce do systému podzemných vôd toho ktorého útvaru), alebo pre podzemnú vodu odoberanú z útvaru podzemnej vody na jej ceste ku konečnému prijímateľovi? Tieto aspekty musíme

zohľadňovať aj pri tvorbe efektívneho postupu hodnotenia a monitorovania kvality podzemných vôd Slovenska. Navyše, koncept určovania prahových hodnôt („threshold values“) pre kvalitu podzemných vôd je odborne akceptovateľný, ale iba ak sú súčasne tiež zadefinované primerané a z hľadiska reprezentatívnosti vhodné monitorovacie či kontrolné lokality a objekty.

Treba vziať do úvahy, že v mnohých kolektoroch trvá desaťročia od nástupu zmien vo vyžívaní krajiny (tj. od nástupu antropogénneho ovplyvnenia útvaru podzemných vôd) po možnosť detekovať či zistiť badateľné negatívne vplyvy na kvalitu podzemných vôd v hlbších systémoch podzemných vôd alebo hlbšie uložených kolektoroch, ktoré akumulujú podzemnú vodu. Ak sa bude aplikovať koncept prahových hodnôt chybné, môže sa v konečnom dôsledku prejaviť ako neúčinný či dokonca škodlivý nástroj pre ochranu kvality podzemných vôd.

Obdobne je tiež nevyhnutné vziať do úvahy aby značné investície, potrebné pre posilnenie monitorovacích sietí podzemných vôd v procese implementácie RSV, boli z hľadiska nákladov efektívne, ale zároveň si zachovali kapacitu detekovať včas potenciálne hroziace riziká vo vzťahu ku kvalite podzemných vôd.

Príprava „dcérskej“ smernice o podzemných vodách ako chýbajúceho spojovacieho článku medzi rámcovou smernicou a praxou bola veľmi zdĺhavá a komplikovaná, pretože EU sa snažila oveľa dôslednejšie nájsť formulácie, definície a postupy, ktoré by vyhovovali rozdielnym prírodným, ale hlavne hydrogeologickým pomerom a požiadavkám všetkých 25 (v tom čase) štátov.

Domnievame sa, že ak v primeranej miere v implementačnom procese nezohľadníme hydrogeologické špecifiká územia Slovenska, predovšetkým v dvoch aspektoch - pri vyčleňovaní útvarov podzemných vôd ako základných bilančných jednotiek a pri stanovovaní prahových hodnôt - potom implementácia nových smerníc môže byť krokom naspäť vo vzťahu k existujúcim štandardom ochrany podzemných vôd.

Pri vypracovaní metodiky hodnotenia kvalitatívneho stavu podzemných vôd musíme však zohľadňovať základné požiadavky RSV, týkajúce sa

- a) kritérií pre hodnotenie chemického stavu podzemných vôd

- b) postupu hodnotenia chemického stavu podzemných vôd
- c) identifikácie významných a trvalo vzostupných trendov a vymedzenia počiatočných bodov zvrátenia trendov vo vývoji kvality podzemných vôd.

Uvedené požiadavky možno sumarizovať nasledovne:

#### **a) Kritéria pre hodnotenie chemického stavu podzemných vôd**

Na účely hodnotenia chemického stavu útvaru alebo skupiny útvarov podzemnej vody podľa oddielu 2.3 prílohy V smernice 2000/60/ES používajú členské štáty tieto kritéria:

- a) **normy kvality podzemných vôd** ako sú uvedené v prílohe I;
- b) **prahové hodnoty**, ktoré určia členské štáty v súlade s postupom uvedeným v časti A prílohy II pre znečisťujúce látky, skupinu znečisťujúcich látok a ukazovatele znečistenia, ktoré boli na území členského štátu identifikované ako faktor, ktorý prispieva k charakterizácii útvarov alebo skupín útvarov podzemnej vody ako rizikových, berúc do úvahy prinajmenej zoznamy uvedené v časti B prílohy II.

Všetky ustanovené prahové hodnoty sa zverejnia v plánoch vodohospodárskeho manažmentu povodia, ktorý sa predkladá v súlade s článkom 13 Smernice 2000/60/ES a obsahuje zhrnutie informácií uvedených v časti C prílohy II.

#### **b) Postup hodnotenia chemického stavu podzemných vôd**

Chemický stav útvaru podzemnej vody alebo skupiny útvarov sa považuje za dobrý, ak:

- a) nie sú prekročené normy kvality podzemných vôd vymenované v prílohe I a príslušné prahové hodnoty ustanovené v súlade s článkom 3 a prílohou II v žiadnom z monitorovacích bodov v dotknutom útvare alebo skupine útvarov podzemnej vody alebo
- b) hodnota normy kvality podzemných vôd alebo prahová hodnota je prekročená v jednom alebo vo viacerých monitorovacích bodoch, ale príslušné vyšetrenie v súlade s prílohou III potvrdí, že:
  - i) na základe hodnotenia uvedeného v odseku 3 prílohy III by sa koncentrácia

znečisťujúcich látok, ktorá prekračuje normy kvality podzemnej vody alebo prahové hodnoty, nemala považovať za významné riziko pre životné prostredie, pričom sa vhodne zväží rozsah dotknutej časti útvaru podzemnej vody;

- ii) sa v súlade s odsekom 4 prílohy III plnia ostatné podmienky pre dobrý chemický stav podzemných vôd ustanovené v tabuľke 2.3.2 prílohy V k smernici 2000/60/ES;
- iii) sa, ak je to vhodné, v súlade s odsekom 4 prílohy III plnia požiadavky vyplývajúce z článku 7 ods. 3 smernice 2000/60/ES;
- iv) znečistenie výrazne nepoškodilo využiteľnosť útvaru podzemnej vody alebo ktoréhokoľvek útvaru v skupine útvarov podzemnej vody na humánne použitie.

Ak sa útvary podzemnej vody označí za útvary v dobrom chemickom stave v súlade s odsekom 2 písm. b), členské štáty prijímú, v súlade s článkom 11 smernice 2000/60/ES, také opatrenia, ktoré môžu byť potrebné na ochranu vodných ekosystémov a humánneho použitia podzemnej vody závislých na časti útvaru podzemnej vody zastúpenej monitorovacím bodom alebo monitorovacími bodmi, v ktorých bola prekročená hodnota noriem kvality podzemných vôd alebo prahová hodnota.

### **c) Identifikácia významných a trvalo vzostupných trendov a vymedzenie počiatočných bodov zvrátenia trendov vývoja kvality podzemných vôd**

Členské štáty identifikujú akýkoľvek významný a trvalo vzostupný trend koncentrácií znečisťujúcich látok, skupín znečisťujúcich látok alebo ukazovateľov znečistenia zistených v útvaroch alebo skupinách útvarov podzemnej vody, ktoré sa identifikovali ako ohrozené, a vymedzia počiatočný bod zvrátenia tohto trendu v súlade s prílohou IV.

Členské štáty zvrátia trendy, ktoré predstavujú významné skutočné či potenciálne riziko poškodenia kvality vodných alebo suchozemských ekosystémov, ľudského zdravia alebo skutočného či potenciálneho oprávneného využitia vodného prostredia, prostredníctvom

programu opatrení uvedených v článku 11 smernice 2000/60 ES s cieľom postupne znižovať znečistenie podzemných vôd.

Členské štáty vymedzia počiatočný bod zvrátenia trendu ako percentuálny podiel úrovne noriem kvality podzemných vôd vymedzených v prílohe I a prahových hodnôt ustanovených podľa článku 3 na základe identifikovaného trendu a s ním spojeného rizika pre životné prostredie v súlade s odsekom 2.1 prílohy IV.

V plánoch vodohospodárskeho manažmentu povodia, ktoré sa majú predložiť v súlade s článkom 13 smernice 2000/60/ES, členské štáty zhrnú:

- a) spôsob, akým hodnotenie trendu z jednotlivých monitorovacích bodov v rámci útvaru alebo skupiny útvarov podzemnej vody prispelo k zisteniu podľa oddielu 2.5 prílohy V k uvedenej smernici, že tieto útvary podliehajú významnému a trvalo vzostupnému trendu koncentrácie akejkoľvek znečisťujúcej látky alebo zvrátenia tohto trendu a
- b) dôvody na určenie počiatočných bodov vymedzených podľa odseku 3.

Ak je potrebné zhodnotiť vplyv existujúcich kontaminačných mrakov v útvaroch podzemnej vody, ktoré môžu ohrozovať dosiahnutie cieľov uvedených v článku 4 smernice 2000/60/ES, najmä mrakov, ktoré sú spôsobené bodovými zdrojmi a kontaminovanou pôdou, členské štáty vykonajú dodatočné hodnotenia trendov vzhľadom na identifikované znečisťujúce látky s cieľom overiť, či sa mraky z kontaminovaných miest nešíria, nezhoršujú chemický stav útvaru alebo skupiny útvarov podzemných vôd a či nepredstavujú riziko pre ľudské zdravie a životné prostredie. Výsledky týchto hodnotení sa zhrnú v plánoch vodohospodárskeho manažmentu, ktoré sa predložia v súlade s článkom 13 smernice 2000/60/ES.

### **3.1.3 Metodika hodnotenia kvality podzemných vôd**

Návrh metodického postupu zohľadňuje 3 základné kritéria:

- reprezentatívnosť vstupných údajov (primerané ošetrovanie databáz, ktoré sa používajú v hodnotiacom procese)
- potreba plošného prípadne aj priestorového vyjadrenia kvalitatívnych parametrov podzemných vôd
- časové hľadisko (potreba analyzovať časové rady údajov pre určenie trendov vývoja).



Kvalitatívny stav podzemných vôd je hodnotený v prvom rade na základe podrobnejších vstupných informácií o ich chemickom zložení. Tieto informácie sú ako rešeršného charakteru, tak aj doplnené o verifikáciu stavu novo odobranými vzorkami podzemnej vody. Hodnotenie vychádza z kombinácie jednorazových výsledkov (chemických analýz vôd) a vyhodnotenia časových radov z pozorovaní štátnej monitorovacej siete SHMÚ (odporúča sa tiež možnosť využiť reprezentatívne časové rady pozorovaní z výskumných a prieskumných prác resp. lokálnych pozorovacích sietí).

Metodika hodnotenia kvality podzemných vôd vychádza z poznania ich súčasného chemického zloženia (klasifikácia chemických typov vôd v zmysle Gazdu) a hodnotenia zastúpenia jednotlivých zložiek v zmysle limitov EU (podľa návrhu „**dcérskej smernice**“ k Rámцovej smernici o vode, tj. Smernici EP a Rady 2006/118/ES z 12.12.2006 o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality („Directive of the European Parliament and of the Council on the protection of groundwater against pollution“) a národných kritérií na hodnotenie kvality podzemnej vody.

Táto časť je riešená pomocou kombinácie dvoch kritérií:

### 3.1.3.1 Výpočet indexu kontaminácie

a) Výpočet faktora kontaminácie pre každú analyzovanú zložku, ktorá prekračuje limitnú hodnotu z Vyhlášky č. 354/2006 Z.z. Táto aplikácia predpokladá ako prahovú hodnotu (threshold value) limitnú koncentráciu z uvedenej vyhlášky pre pitnú vodu s odôvodnením, že každá podzemná voda môže byť potenciálne z hľadiska využitia na zásobovanie pitnou vodou. Z pohľadu spresnenia charakterizácie súčasného chemického stavu podzemných vôd sa navrhuje stanoviť pre určité zložky prahové koncentrácie nasledovne:

- Stanovenie požadovaných koncentrácií (koncentračného intervalu) pre arzén, kadmium, olovo, ortuť, amónne, chloridové a síranové ióny a ich aplikácia na útvaroch podzemných vôd v povodí. Riešenie v súlade s Prílohou II., časťou B.1 Smernice o ochrane podzemných vôd pred znečistením.
- Stanovenie indexu kontaminácie pre vyššie uvedené zložky je nasledovné:

$$C_{fi} = \frac{C_{Ai}}{C_{Ni}} - 1$$

pričom  $C_{Ai}$  = analytická hodnota i-tej zložky  
 $C_{Ni}$  = normatívna hodnota i-tej zložky  
 $C_{fi}$  = faktor kontaminácie i-tej zložky

b.) Výpočet stupňa kontaminácie pre analyzovanú vzorku je nasledovný:

$$C_d = \sum_{i=1}^n C_{fi}$$

kde  $C_d$  = stupeň kontaminácie vzorky  
 $C_{fi}$  = faktor kontaminácie i-tej zložky

Pre vyjadrenie kvalitatívnych parametrov v ploche sú navrhované nasledujúce kroky:

- Pre jednotlivé vyčlenené útvary podzemnej vody sa vypočíta distribúcia stupňa kontaminácie metódou krigingu.
- Pre vymedzenie anomálnych plôch sa použijú nasledovné kritériá: pri podmienke ak je stupeň kontaminácia menší ako 1, poukazuje na dobrý chemický stav a ak je rovný a vyšší ako 1, poukazuje na zhoršený chemický stav podzemnej vody:
  - 1) vzhľadom k uvedenému odberu vzorky podzemnej vody je najreprezentatívnejší údaj z prameňa
  - 2) ak je plocha tvorená na 50% z prameňov s dobrým a zhoršeným chemickým stavom podzemnej vody, pokladáme celú plochu za časť so zhoršeným chemickým stavom podzemnej vody
  - 3) pri inom percentuálnom rozložení je časť útvaru priradený prevládajúci chemický stav vyšší ako 50%
  - 4) ak vykazuje podzemná voda zo studne alebo vrtu za daných podmienok odberu dobrý chemický stav, toto reprezentuje vysoko reprodukovateľný údaj „dobrého stavu“
  - 5) pre vyčlenenie časti so zhoršeným chemickým stavom podzemnej vody je potrebných minimálne 10 informačných bodov, ktoré sa riadia podmienkami uvedenými v bodoch 1 až 4
  - 6) v mape sú znázornené všetky informačné body (odberové miesta vzoriek vôd).

Stanovenie prahových hodnôt je významným kritériom založeným v podstate na odlíšení koncentračného pozadia (zapríčinené geogénnymi faktormi) od pridaných koncentrácií geogénneho, alebo antropogénneho pôvodu. Kľúčovým momentom je určenie správnej prahovej hodnoty v tom zmysle, že ak aplikujeme napr. pre vysoký obsah arzénu v podzemnej vode hodnotu štandardu pre pitnú vodu a pôvod arzénu je geogénny prakticky nedosiahneme efektívne riešenie, pretože by sme museli „sanovať, resp. odstrániť“ celé geologické prostredie (masív) v ktorom vplyvom napr. zrudnenia sa nachádzajú jeho anomálne vysoké koncentrácie. V takýchto prípadoch je nutné stanoviť prahovú hodnotu pre obsah As v podzemnej vode, ktorý bude vyšší, ako je štandard pre pitnú vodu, pretože žiadnym spôsobom nedokážeme dosiahnuť dobrý chemický stav podzemnej vody. Základom je najprv určenie požadovanej koncentrácie, od ktorej horného intervalu bude stanovená prahová hodnota.

Postup stanovenia požadových koncentrácií vyžaduje komplexný prístup obsahujúci zvyčajne kombináciu geochemickej analýzy, štatistického spracovania, príp. legislatívneho prístupu. V súčasnosti je tiež veľmi vhodným nástrojom využitie geografických informačných systémov. Postup určovania požadových koncentrácií v podmienkach Slovenska možno rozdeliť do štyroch základných krokov:

- kategorizácia vhodnosti oblastí k stanoveniu požadových a prahových koncentrácií,
- predbežné geochemické spracovanie a analýza údajov (najmä výber vhodných štatistických metód a postupov),
- testovanie významnosti rozdielov vypočítaných požadových koncentrácií pre jednotlivé hodnotené oblasti (v praxi sa využívajú najmä jednoduché porovnávacie metódy založené na deskriptívnej sumárnej štatistike, ANOVA a rôzne grafické metódy),
- charakteristika prahových a požadových koncentrácií vo vzťahu ku geochemickému pozadiu, príp. legislatíve – tzv. optimalizácia požadových hodnôt.

Vo všeobecnosti je dôležité rozlíšenie geochemických a štatistických metód stanovenia požadových a prahových koncentrácií. Z geochemických metód sú známe rôzne štandardy (napr. klarkove čísla, priemerné zloženie vrchnej kôry) ako aj práce referujúce predcivilizačné akumulácie prvkov z archívov limnických a morských sedimentov, povodňových a riečnych sedimentov a pod. Vyhodnotenie takýchto meraní je zvyčajne prostredníctvom fixných hodnôt (priemer, medián) a vyžaduje hlboké geochemické znalosti.

Na druhej strane geochemické metódy niekedy nezohľadňujú prirodzenú prírodnú variabilitu prvkov a môžu byť subjektívne, čo je dosť významnou limitáciou pri samotnej interpretácii výsledkov. Z tohto hľadiska, ak je to možné, je výhodnejšia definícia pozadia určitým rozptylom hodnôt. Za týmto účelom je možné v zásade využiť štatistické metódy stanovenia, ktoré sú menej subjektívne a prinášajú číselne stanovené a definované výsledky.

Štatistickému spracovaniu originálneho dátového súboru predchádza geochemická analýza zhromaždených údajov a následné spracovanie nedetekovaných (cenzorovaných) údajov reprezentujúcich hodnoty pod úrovňou detekčného limitu analýzy. Pre parametre s výskytom nedetekovaných hodnôt do 15% budú tieto nahradené polovičnou hodnotou detekčného limitu. V prípade, ak 15-50% meraní (niektorí autori uvádzajú až do 60%, napr. pri riešení časových radov) nedosiahlo koncentrácie aspoň na úrovni detekčného limitu, k spracovaniu nedetekovaných údajov môže byť využitá, okrem štandardného nahradenia polovičnou hodnotu, aj tzv. Cohenova metóda. Ak je viac ako 50% (resp. 60%) vzoriek stanovených pod detekčným limitom, je problematické získať dostatočne spoľahlivé výsledky.

V ďalšej fáze je dôležitým krokom predbežná štatistická analýza upraveného dátového súboru, najmä verifikácia predpokladov, akým je normalita rozdelenia (resp. charakter distribúcie), prítomnosť odľahlých, resp. extrémnych hodnôt a pod. Pre geochemické, resp. environmentálne dáta s prírodnými koncentraciami je typická lognormálna, menej normálna distribúcia analyzovaných parametrov. Predbežná analýza údajov je realizovaná graficky (vizuálne) formou histogramov, distribučných funkcií a samotným základným štatistickým spracovaním.

Nakoľko je predpoklad prítomnosti odľahlých a extrémnych hodnôt, ktoré môžu ovplyvniť reprezentatívnosť výsledkov originálnej populácie dát vo väčšine prípadov, jednou z prezentovaných foriem je štatistický postup po vyradení týchto hodnôt (za odľahlé hodnoty sú považované hodnoty vyššie ako 1,5 násobok hodnoty medzikvartilového rozpätia 75.-percentil mínus 25.-percentil).

### 3.1.3.2 Zostavenie mapy chemických typov podzemnej vody v zmysle klasifikácie Gazdu

Účelovosť tejto mapy je najmä v tom, že je prakticky prvým krokom k hodnoteniu geogénneho a antropogénneho pôvodu jednotlivých zložiek podzemnej vody. Pri tomto prístupe bude využitá tá skutočnosť, že možnosť antropogénneho ovplyvnenia podzemnej vody vzrastá ak preukážeme posun chemického zloženia k nevyhraneným chemickým typom vody ako dôsledok zmien zložiek indikujúcich kontamináciu vôd. Inými slovami pri výrazných, vyhranených chemických typoch je potenciálna miera vplyvu veľmi malá na rozdiel od prechodných až zmiešaných typov. Samozrejme pri hodnotení sa musí s maximálnou mierou prihliadať na horninové (mineralogické) zloženie zvodnenca (musí byť teda známy primárny genetický typ vody vo vzťahu k charakteru horninového prostredia obehu vôd). Pre riešenie týchto vzťahov sa použijú štandardné hydrogeochemické metódy interpretácie genézy a chemického zloženia podzemných vôd.

Významnou súčasťou hodnotenia súčasného kvalitatívneho stavu podzemných vôd je časový vývoj ich chemického zloženia. Hlavný dôraz je kladený na hodnotenie charakteru trendov vývoja (zostupný, zotrúvajúci, vzostupný) jednotlivých kontaminantov. Vstupné údaje do hodnotenia by mali vychádzať z archívnych materiálov SHMÚ, ŠGÚDŠ a VÚVH, prípadne vodární a reprezentatívnych databáz z regionálnych či lokálnych prieskumov.

Trendy, sezónne a cyklické efekty, predstavujú deterministické zložky modelu a náhodné zložky sa nazývajú stochastické komponenty. Vo väčšine prípadov je ťažké, ak nie nemožné, objasniť individuálne komponenty vizuálne. Z uvedených dôvodov navrhujeme nasledovný postup analýzy a modelu časových radov:

- Grafické zobrazenie prvotných údajov
- Transformácia časovej rady a korelogram na určenie deterministickej zložky
- Model časovej rady so zobrazením trendu, prípadne sezónneho vplyvu

Z pohľadu matematickej štatistiky je možné časové rady vyhodnotiť na základe rôznych prístupov a metód. Podstatné je, zachovanie intervalu odberu a jeho rovnaká dĺžka. V podstate môžeme postup hodnotenia zovšeobecniť do niekoľko krokov. Prvým je identifikácia, ktorá zahŕňa počiatkové rozhodnutia o vstupných dátach, napr. ich jednoduchým zobrazením v sekvenčných grafoch, zisťovanie autokorelácií a pod. Druhým

krokom je odhad, ktorý zahŕňa pokusný model pre vybrané dáta, výpočet parametrov porovnaním vypočítaných s pozorovanými a testuje ich významnosť. V prípade, ak vybraný model, resp. jeho parametre nie sú štatisticky významné, vraciame sa ku identifikácii a výberu iného modelu, pretože tento nevysvetľuje vlastnosti časovej rady. Tretím krokom je diagnostika výsledkov, pod čím chápeme štatistickú charakterizáciu rezíduí a chýb časovej rady. Ak je zo štatistického hľadiska neprijateľná, pokúšame sa následne hľadať lepší model. Pre hodnotenie môže byť napr. použitý štatistický balík SPSS 10.0 s modulom SPSS Trends 10.0.

Použitý postup pre hodnotenie trendu vybraných ukazovateľov v podzemnej vode spočíva v nasledovnom:

- Výber a úprava časových radov koncentrácií, prípadné dopočítanie maximálne dvoch chýbajúcich hodnôt
- Zostrojenie sekvenčného grafu
- Výber a testovanie modelu. Pre všetky prípady možno použiť dva modely: a) procedúra sezónnej dekompozície (odstránenie sezónnosti v časovej rade), b) exponenciálne vyhladenie.
- Z výsledných vypočítaných koncentrácií zložiek je vypočítaná lineárna závislosť znázornená graficky priamkou a vypočítanou rovnicou.

Podľa sklonu priamky, resp. kladnej, alebo zápornej hodnoty smernice sú identifikované nasledovné typy trendov:

- Stúpajúci, ktorého smernica je väčšia ako +0,05
- Klesajúci, ktorého smernica je menšia ako -0,05
- Vyrovnaný trend, ktorého smernica sa pohybuje v intervale -0,05 až +0,05.

Je možné, že v niektorých prípadoch bude v časovej rade identifikovaný stúpajúci aj klesajúci trend. V takýchto prípadoch bude samostatne vyhodnotená zostupná aj vzostupná časť krivky. Výsledné charakteristiky trendu budú znázornené v hydrogeochemickej mape šípkami s charakterom trendu. Keď bude zistená hodnota niektorej zo zložiek prekračujúca koncentráciu štandardu, resp. prahovej hodnoty aspoň v jednom prípade počas sledovaného obdobia, šípka bude v mape vyznačená červenou farbou.

Z bodových hodnôt vyhodnotenia trendov sa zostavuje aj plošný model regionálneho trendu pre tie útvary podzemných vôd (ÚPV), v ktorých je reprezentatívny počet monitorovacích objektov.

Možno teda sumarizovať, že kvalitatívne vlastnosti podzemnej vody pre účely implementácie RSV budú v zmysle navrhovanej metodiky charakterizované nasledovne:

- bude hodnotená kvalita podzemnej vody vyčlenených hydrogeologických celkov resp. útvarov podzemných vôd
- kvalita podzemných vôd bude hodnotená na základe aplikácie hydrogeochemických metód (metódy štatistiky, charakterizačné koeficienty a indexy, grafické metódy) s východiskovými informáciami z hlavných celoslovenských (geochemický atlas) a regionálnych hydrochemických databáz (hydrogeochemické mapy a mapy kvality prírodných vôd v mierke 1:50 000), štátneho monitoringu kvality vôd a účelových databáz z lokálnych monitorovacích sietí
- vyčlenené hydrogeologické celky budú klasifikované do súborov podľa primárneho chemizmu a miery antropogénneho vplyvu (aplikácia metodiky výpočtu indexov kontaminácie), narúšajúcej prirodzený charakter kvality vôd.

**V prílohách 1A-1, 1A-2, 1A-3 a 1A-4 sú uvedené špecifické aspekty týkajúce sa hodnotenia bodových zdrojov znečistenia pri vyhodnocovaní kvality podzemných vôd.**

## **PRÍLOHA 1A-1**

### **3.2 Spracovanie potenciálnych bodových zdrojov znečistenia v systéme GeoEnviron pre potreby implementácie RSV**

#### **3.2.1 Úvod**

Pre účely hodnotenia predbežného environmentálneho rizika lokalít sa navrhuje použiť metodiku vypracovanú počas riešenia projektu "Sanácia znečistených pôd a podzemných vôd", ktorého riešenie prebiehalo v dvoch fázach - prvá fáza bola riešená v priebehu roka 1999, druhá fáza v rokoch 2000 až 2001, na základe dohody a finančnej podpory Oddelenia pre spoluprácu s východnou a strednou Európou Dánskej agentúry životného prostredia a energetiky (DEPA - DANCEE) a Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky.

Metodika predbežnej rizikovej analýzy je založená na princípoch klasifikačného systému bodových zdrojov znečistenia (priemyselné lokality a skládky odpadov) popísaných Dánskou agentúrou životného prostredia (DK EPA). Navrhovaná metodika bola upravená aby vyhovovala špecifickým slovenským podmienkam.

Metodika sa zakladá na hodnotení údajov špecifických pre lokalitu a údajoch špecifických pre okolie lokality (plošné údaje). Na ukladanie údajov sa používa databázová aplikácia GeoEnviron (produkt firmy Geokon, Dánsko) a pre samotné hodnotenie rizika jej modul rizikovej analýzy. Modul rizikovej analýzy slúži na priradovanie skóre rizika jednotlivým lokalitám - potenciálnym bodovým zdrojom znečistenia.

Skóre rizika sa jednotlivým lokalitám priraduje na základe nasledovných parametrov:

- Parametre týkajúce sa vodohospodárskeho využitia územia (triedy podzemných vôd) - plošný údaj
- Parametre týkajúce sa prirodzených podmienok pre prienik znečistenia do vôd v danom území (zraniteľnosť vôd) - plošný údaj



- Parametre týkajúce sa fyzikálno-chemických a toxických vlastností kontaminantov vyskytujúcich sa v danej priemyselnej lokalite a ich množstvo  
- údaje špecifické pre lokalitu.

Výsledné skóre rizika sa získava sčítaním čiastkových skóre prislúchajúcim horeuvedeným parametrom.

Pre potreby možnosti priradenia plošnej informácie (čiastkových skóre rizika) k bodu označujúcemu polohu priemyselnej lokality je nutné zostrojiť mapy nesúce relevantné informácie pre skórovačý systém. Pre tento účel sú nevyhnutné nasledujúce mapy:

Mapa tried podzemných vôd

Mapa zraniteľnosti podzemných vôd

Mapa plánovania povrchových vôd

Z technického hľadiska sa jedná o syntetické, georeferencované mapy, ktoré rozdeľujú dané územie na oblasti s rôznou hodnotou skóre podľa jednoznačne definovaných pravidiel.

Pre potreby projektu sme spracovali a upravili problematiku podľa práce: Tomáš Lánczos, Róbert Chriaštel, Anna Žákovičová, Milan Vydarený: Predbežné hodnotenie environmentálneho rizika priemyselných lokalít a skládok na území Slovenskej republiky, SHMÚ, Bratislava, máj 2004

### 3.2.2 Zdroje údajov

Pre napĺňanie databázy sme použili pre potreby Národnej správy nasledujúce zdroje údajov:

- databázu skládok spravovanú v „Geofonde“
- databáza vypúšťania odpadových vôd (SHMÚ)

Uvedené zdroje informácií však možno rozširovať podľa reálneho stavu dopracovávaní regionálnych či lokálnych databáz.

Hlavným a najrýchlejším spôsobom ako naštartovať kompiláciu databáz nevyhnutných pre napĺňanie údajov do systému GeoEnviron je vypracovanie a zasielanie dotazníkov vlastníkom, resp. správcom priemyselných lokalít. Následným krokom je terénne preverovanie a dopĺňanie údajov. Samotné budovanie databázy však predstavuje kontinuálny proces zisťovania, dopĺňania a vyhodnocovania údajov.

Základný dotazník obsahuje žiadosť o nasledujúce informácie:

1. Názov organizácie:
2. Presná adresa:
3. IČO
4. Rok založenia:
5. Katastrálne číslo:
6. Stručný popis prebiehajúcich aktivít, napr. "skladovanie a predaj PHM", "výroba liečiv", oprava a údržba poľnohospodárskych mechanizmov, a pod.
7. Použitie technológie a technologické zariadenia (krátky popis s dôrazom na používané chemikálie, produkty a vedľajšie produkty, aj časové údaje typu: odkedy dokedy)
8. Zoznam a množstvo produkovaných, používaných a uskladnených chemikálií, spôsob ich uskladnenia (napr: „1000 l benzínu, podzemná nádrž“; „2 t umelých hnojív - obchodný názov, sklad“):
9. Nádrže, t.j. ich typ, počet, objem, uskladnený materiál, umiestnenie (nadzemné, podzemné, v budove, mimo budovy), uvedenie do prevádzky, ukončenie prevádzky (uvádzajú sa aj nepoužívané, alebo zrušené nádrže, aj keď sa už na lokalite nenachádzajú), zabezpečenie proti priesakom
10. Zakreslenie lokality do priloženej mapky a priloženie situačného náčrtu, v ktorom sa uvedie rozmiestnenie nádrží, skladov a výrobných priestorov.

Z databázy skládok je potrebné použiť nasledujúce informácie:

1. Identifikačné číslo
2. Kraj
3. Okres
4. Základná územná jednotka
5. Súčasné využitie
6. Plánované využitie
7. Geografické koordináty
8. IČO prevádzkovateľa
9. Rok vytvorenia
10. Rok ukončenia prevádzky 11. Rok uvedenia do evidencie 12. Prekrytie skládky

13. Ochranný systém podložia
14. Plocha skládky
15. Priemerná mocnosť skládky
16. Maximálna mocnosť skládky
17. Drenáž výluhov
18. Monitorovací systém
19. Postrek
20. Medzivrstvy
21. Dopad na kvalitu ovzdušia
22. Technická bezpečnosť v okolí skládky
23. Technická bezpečnosť na skládke
24. Reliéf skládky
25. Umiestnenie
26. Vzďialenosť k vodnému zdroju a jeho typ
27. Litológia
28. Hodnota filtračného koeficientu a spôsob jeho zistenia
29. Kontakt skládky s podzemnou vodou a jeho rozsah
30. Typ registrácie
31. Inštitúcia a osoba zodpovedná za zber údajov o skládke

K dotazníkom je efektívne vyžiadať aj nasledujúce údaje:

1. Obchodný názov
2. Adresa
3. Kontaktná osoba
4. Typ aktivity
5. Výrobná kapacita
6. Rok zriadenia

### **3.2.3 Zostavenie databázy**

Vkladanie jednotlivých údajov z existujúcich registrov neprebíha prostredníctvom užívateľského rozhrania GeoEnviron, keďže toto neumožňuje hromadný import údajov a vzhľadom na mimoriadne veľký objem dát ktoré sú k dispozícii ani nie je účelné vkladať údaje do databázy jednotlivo. Namiesto toho sa využíva nástroj Interactive SQL určený na správu databáz v prostredí Sybase SQL Anywhere. Predtým však je potrebné údaje z databáz importovať do tabuľkového procesora MS Excell, kde sú upravené do požadovaného tvaru a následne exportované do formátu predpísaného pre import do

databázy prostredníctvom Interactive SQL.

Údaje získané prostredníctvom dotazníkov sú takisto upravované v prostredí MS Excell k ďalšiemu importu. Z mapiek priložených k dotazníkom sú lokalizácie priemyselných lokalít digitalizované a ďalej spracované v prostredí GIS ArcView. Následovne za použitia nástrojov GIS je vykonané skórovanie pre parametre: - Plánované využitie povrchových vôd, - Triedy podzemných vôd, - Zraniteľnosť podzemných vôd.

### 3.2.4 Predbežná riziková analýza a prioritizácia lokalít

Použitá metodika pre hodnotenie bodových priemyselných zdrojov znečistenia bola vyvinutá tak, aby vyhovovala nasledujúcim kritériám:

- pre výpočty a analýzu je potrebné použiť existujúce údaje
- hodnotenie sa musí zakladať na štandardných analýzach a výpočtoch šírenia polutantov
- klasifikačný systém musí byť reprodukovateľný nezávisle od osoby, ktorá pracuje so systémom,
- systém musí byť použiteľný na troch úrovniach: celoštátnej, regionálnej a lokálnej
- čas použitý na hodnotenie musí byť minimálny.

Predbežná riziková analýza a prioritizácia bodových zdrojov sa vypracúva pre tri štandardné sekcie:

- Podzemná voda
- Povrchová voda
- Zdravotné riziko.

V rámci každej sekcie je priemyselnej lokalite pridelené čiastkové skóre. Výsledné rizikové skóre reprezentuje sumu čiastkových skóre vypočítanú podľa vzťahu:

$$VS = \check{C}Spzv + \check{C}Spv + \check{C}SZR,$$

kde VS = výsledné skóre,  $\check{C}Spzv$  = čiastkové rizikové skóre pre podzemné vody,  $\check{C}Spv$  = čiastkové rizikové skóre pre povrchové vody a  $\check{C}SZR$  = čiastkové rizikové skóre pre zdravotné riziko.

### 3.2.5 Výpočet čiastkového rizikového skóre pre podzemnú vodu

Čiastkové skóre rizika podzemných vôd predstavuje mieru rizika lokality na podzemnú vodu v okolí lokality. Z hľadiska celkového skóre má najvyššiu váhu.

Výpočet rizika pre podzemnú vodu vo vzťahu ku konkrétnej lokalite sa zakladá na sčítavaní čiastkových skóre pre:

(A) Triedy podzemných vôd

(B) Zraniteľnosť podzemných vôd

(C, D, E, F) Vlastnosti kontaminantu (mobilita, toxicita, degradácia, množstvo)

Výsledné skóre rizika pre podzemnú vodu (F) sa vypočítava ako suma skóre tried podzemnej vody (A), tried zraniteľnosti (B), ako aj skóre tried mobility (C), toxicity (D), rozkladu (E) a množstva kontaminantu na základe vzťahu:

$$F = A + B + \text{Max.}(C + D + E + F)$$

### 3.2.6 Triedy podzemných vôd

Triedy podzemných vôd vyjadrujú vodohospodársku významnosť územia, na ktorom sa daná priemyselná lokalita nachádza. Na základe mapy tried podzemných vôd je priemyselným lokalitám pridelované nasledujúce skóre:

Trieda/Názov	Skóre
3. Územie so špeciálnymi vodohospodárskymi záujmami	12
2. Územie s vodohospodárskymi záujmami	6
1. Územie so žiadnymi, alebo obmedzenými vodohospodárskymi záujmami	0

### 3.2.7 Zraniteľnosť podzemných vôd

Zraniteľnosť podzemných vôd vyjadruje ich prirodzenú ochranu pred prienikom znečistenia od povrchu ku hladine podzemnej vody v danom kolektore. Na základe mapy zraniteľnosti podzemných vôd je priemyselným lokalitám pridelované nasledujúce skóre:

Trieda	Názov	Skóre
--------	-------	-------

3.	Ziadna, alebo veľmi slabá prirodzená ochrana	6
2.	Priemerná prirodzená ochrana	3
1.	Dobrá prirodzená ochrana	0

Skórovanie jednotlivých lokalít z hľadiska tried podzemných vôd a ich zraniteľnosti je možné realizovať v prostredí GIS.

### 3.2.8 Vlastnosti kontaminantu

Do hodnotenia vlastností kontaminantu vstupujú nasledovné parametre:

- mobilita
- toxicita
- rozklad
- množstvo.

Každému z uvedených parametrov je pridelené na základe informácií, ktoré obsahuje informačný systém GeoEnviron čiastkové skóre podľa kritérií uvedených v ďalšom texte. Pri výskyte viacerých kontaminantov na danej lokalite sa do výsledného hodnotenia započíta kontaminant s najvyššou sumou čiastkových skóre.

#### Triedy mobility

Mobilita organických zlúčenín je determinovaná distribučným koeficientom oktanol/voda,  $\log K(ow)$ , mobilita anorganických zlúčenín distribučným koeficientom voda/pevná fáza (horninový materiál, čiastočky pôdy, a pod.),  $K(d)$ . Nízke hodnoty  $K(ow)$  alebo  $K(d)$  znamenajú dobrú mobilitu, vysoké hodnoty  $K(ow)$  alebo  $K(d)$  naopak mobilitu vysokú. Na základe mobility kontaminantu je priemyselným lokalitám pridelované nasledujúce skóre:

Trieda	Názov	Log $K(ow)$ alebo $K(d)$	Skóre
3.	Vysoká mobilita	<3	6
2.	Stredná mobilita	3-4	3
1.	Nízka mobilita	>4	0

#### Triedy toxicity

Triedy toxicity sú definované na základe cieľovej koncentrácie kontaminantu v podzemnej vode určenej na základe letálnej dávky. Na základe toxicity kontaminantu je lokalitám

pridelované nasledujúce skóre:

Trieda	Názov	Cieľová hodnota	Skóre
3.	Vysoká toxicita	<1 µg/l	4
2.	Stredná toxicita	1-10 µg/l	2
1.	Nízka toxicita	> 10 µg/l	0

#### Triedy rozkladu

Triedy rozkladu chemických látok sú definované na základe času potrebného na rozklad chemickej látky na netoxickú látku za anaeróbnych podmienok. Na základe rýchlosti rozkladu kontaminantu je priemyselným lokalitám pridelované nasledujúce skóre:

Trieda	Názov	Skóre
1.	Vysoká rýchlosť rozkladu	1
2.	Stredná rýchlosť rozkladu	2
3.	Nízka rýchlosť rozkladu	4

#### Kategórie množstva chemickej zlúčeniny

Kategórie množstva vyjadrujú množstvo látky vyskytujúcej sa na lokalite. Táto kategória sa v pôvodnej metodike DEPA nevyskytuje. Jednotlivým triedam je v slovenskej modifikácii pridelené exponenciálne narastajúce skóre, z dôvodu mimoriadnej závažnosti tejto kategórie v podmienkach SR.

Trieda	Kategória množstva	Skóre
1.	< 1 t	0
2.	1-10 t	2
3.	10 - 100 t	4
4.	100 - 1000 t	8
5.	> 1000 t	16

### **3.2.9 Výpočet čiastkového rizikového skóre pre povrchovú vodu**

Čiastkové skóre rizika povrchových vôd vyjadruje mieru rizika lokality na povrchovú vodu v

blízkosti lokality.

V prípade hodnotenia potenciálneho rizika znečistenia povrchových vôd je čiastkové skóre tvorené kombináciou plánovaného využitia povrchových vôd a vzdialenosti priemyselnej lokality od recipientu. Pri hodnotení rizika sa berie do úvahy, či znečistenie povrchových vôd bolo preukázané napr. zápachom, úhynom rýb a pod. Ďalej sa podobne, ako v prípade skórovania podzemných vôd berie do výpočtu charakteristika kontaminantu nachádzajúceho sa na danej priemyselnej lokalite. Pri pridelení skóre rizikového vplyvu znečisteného miesta na povrchové vody boli znečistené miesta rozdelené do dvoch skupín. Tieto skupiny sú:

1. potenciálne zdroje znečistenia
2. vypúšťanie z čistiarní odpadových vôd

Každá s týchto skupín má pridelený samostatný skórovací systém. V prípade prvej skupiny je skóre pridelené podľa schémy č. 1 (pôvodný GeoEnviron), kde sú zohľadnené princípy rozoznania ich priameho vplyvu na povrchový tok, resp. vzdialenosť tohto miesta od povrchového toku.

### **3.2.10 Kategorizácia povrchových tokov**

Kritériami pre zaradenie povrchového toku resp. jeho časti do kategórie boli nasledovné:

- využitie povrchových vôd toku na iné ako vodárenské účely
- právna úprava využitia povrchových tokov (vodárenské toky)
- vhodnosť pre reprodukciu a prežitie jednotlivých tried rýb.

Pri zaraďovaní do jednotlivých kategórií sa používa „princíp povodia“, tzn. že všetky prítoky povrchového toku po profil toku, ktorý je definovaný ako vodárenský, sú v rámci príslušného povodia zaradené v príslušajúcej kategórii.

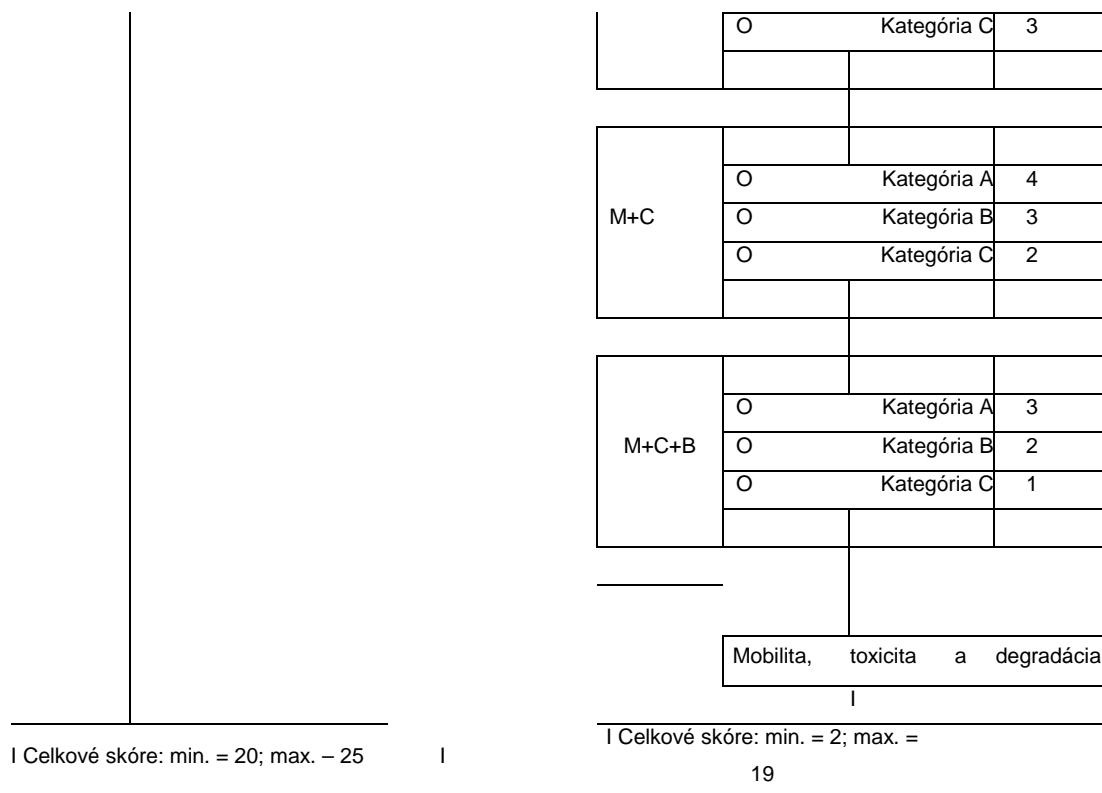
#### Kategória A

Do kategórie A sú zaradené všetky povrchové toky, ktoré sú v príslušnom právnom predpise v SR zaradené medzi vodárenské toky a povrchové toky, ktorých vody sa v súčasnosti odoberajú na úpravy pitnej vody. Dôvodom zaradenia týchto povrchových vôd s takýmto súčasným zaradením (právne predpisy) a využívaním je znížiť riziko jednak znečistenia a



taktiež ovplyvnenia ľudského zdravia. Do tejto kategórie patria aj povrchové toky, ktoré umožňujú reprodukciu a prežitie lososovitých rýb.





V prípade čistiarní odpadových vôd sa použije schéma č. 2, ktorá bola odvodená počas I. fázy slovensko - dánskeho projektu.

### Kategória B

Do kategórie B sú zaraďované povrchové toky, ktorých vody sa využívajú alebo sa plánujú využívať na závlahy. Ďalej sú tu zaraďované povrchové toky, ktoré sa využívajú na kúpanie. Do tejto kategórie patria aj povrchové toky, ktoré umožňujú reprodukciu a prežitie kaprovitých rýb.

### Kategória C

Do kategórie C sú zaraďované všetky ostatné povrchové toky, ktoré nie sú zaradené do kategórie A a B.

#### **3.2.11 Vlastnosti kontaminantu**

Kontaminanty sú rovnako, ako pri podzemných vodách hodnotené vzhľadom na ich mobilitu, toxicitu, potenciál rozkladu, a ich množstvo. Čiastkové skóre pre tieto parametre je zhodné s podzemnými vodami. V prípade potenciálu rozkladu je na rozdiel od podzemných vôd braná

do úvahy degradácia kontaminantu v oxidačných podmienkach.

### 3.2.12 Výpočet čiastkového skóre pre zdravotné riziko

Skóre zdravotného rizika (v systéme GeoEnviron nazývané aj ako skóre využitia krajiny) podáva informáciu o potenciálnom ohrození ľudského zdravia vplyvom rôznych typov kontaktu človeka s chemikáliou nachádzajúcou sa na danej priemyselnej lokalite. Keďže táto informácia, na rozdiel od čiastkových skóre pre povrchové a podzemné vody, nesúvisí s prírodnými podmienkami charakterizujúcimi hodnotenú lokalitu, alebo vodohospodárskymi záujmami, ale závisí iba od množstva a fyzikálno-chemických vlastností danej chemickej látky, predstavuje takto samostatný pohľad na potenciálne riziko využívania danej priemyselnej lokality.

Riziková analýza vo vzťahu k zdravotnému riziku rozlišuje dva druhy lokalít:

- Priemyselné lokality
- Sklárky odpadov

### 3.2.13 Priemyselné lokality

V prípade priemyselných lokalít sa riziková analýza sústreďuje na kontaktné riziko pre ľudí vo vzťahu k chemickým látkam nachádzajúcich sa na lokalite. Samotný proces možno rozdeliť na:

- Vyhodnotenie rizika expozície
- Nebezpečné vlastnosti chemických látok
- Špeciálne podmienky na lokalite.

### 3.2.14 Riziko expozície

Riziko expozície sa vypočítava na základe typu využitia krajiny v kombinácii s pravdepodobnými možnosťami transportu danej chemickej látky. Spôsob výpočtu je determinovaný typom kontaminantov, ktoré sa pre tieto účely delia na:

- Prchavé a čiastočne prchavé látky, napr. benzín a iné uhľovodíkové pohonné hmoty
- Neprchavé látky, napr. ťažké kovy

Ďalej sa do výpočtu zahŕňa situácia na lokalite a hĺbka uloženia kontaminantov pod povrchom.

### 3.2.15 Nebezpečné vlastnosti chemických látok

Výpočet rizika je založený na vzťahu k pravdepodobnosti expozície na ľuďoch. Klasifikácia je založená na skóre inhalácie, priameho kontaktu (dermálny kontakt a orálne požitie) množstva a stavu nebezpečnej látky.

Riziko inhalácie sa vypočítava na základe nasledovných parametrov:

- triedy prchavosti
- triedy toxicity

Triedy prchavosti sú definované podľa Henryho konštant nasledujúcim spôsobom:

Trieda	Názov	Henryho konštanta (H)	Skóre
3.	Vysoká prchavosť	$H > I * IOE-4$	4
2.	Stredná prchavosť	$I * IOE-4 > H > I * IOE-6$	2
1.	Nízka prchavosť	$H < I * IOE-6$	0

Triedy toxicity sú vypočítané na základe kritéria akceptovateľného príspevku pôdneho znečistenia ku koncentrácii v ovzduší. Ak neexistujú takéto cieľové hodnoty, tak je možné použiť iné emisné kritériá. V Dánsku operujú úrady tzv. príspevkovými hodnotami - C-hodnotami (v Dánsku tzv. B-hodnoty), čo je vlastne maximálny príspevok špecifického kontaminantu ako imisie do ovzdušia na danej priemyselnej lokalite. Hodnoty sa vyjadrujú v  $mg/m^3$  a sú klasifikované do dvoch hlavných skupín, t.j. 1 = veľmi toxické a 2 = toxické. Metóda klasifikácie toxicity ovzdušia môže byť v rôznych krajinách rôzna. V GeoEnviron sa používajú C-hodnoty:

Trieda	Názov	Akceptovat. príspevok*	C-Hodnota Skup. 1	C-Hodnota Skup. 2	Skóre
3	Vysoká toxicita	$< 1 \text{ my g/m}^3$	$LE \ 1 \ \text{my g/m}^3$	$< 10 \ \text{my g/m}^3$	4
2	Stredná	$1-200 \ \text{my g/m}^3$	$> 1 \ \text{my g/m}^3$	$10-200 \ \text{my}$	2

	toxicita			g/m <sup>3</sup>	
1	Nízka toxicita	> 200 my g/m <sup>3</sup>		> 200 my g/m <sup>3</sup>	0

V databáze chemických zlúčenín sa uvádzajú C-hodnoty podľa DK EPA (ako B-hodnoty podľa dánskeho "bidrag" - príspevok):

Prchavosť	Toxicita		
	Vysoká	Stredná	Nízka
Vysoká	8	6	4
Stredná	6	4	2
Nízka	4	2	0

#### Riziko kontaktnej toxicity

Toxicita sa vyhodnocuje vo vzťahu k cieľovej hodnote v pôde. Ak nie je k dispozícii, tak sa použije tolerovateľná alebo akceptovateľná denná dávka (TDI/ADI), predbežná tolerovateľná denná dávka (PMTDI), ale predbežná týždenná dávka (PTWI).

#### Triedy stavu chemickej zlúčeniny

Pod stavom chemickej látky sa rozumie jej vlastnosť signifikantná z hľadiska ohrozenia kvality podzemnej vody. Môže sa brať do úvahy skupenstvo, rozpustnosť, sorpčné vlastnosti a pod.

#### Kategórie množstva chemickej zlúčeniny

Kategórie množstva vyjadrujú množstvo látky vyskytujúcej sa na lokalite.

### **3.2.16 Špeciálne podmienky**

Špeciálne podmienky sú podmienky, ktoré nie sú zahrnuté do horeuvedených výpočtov, ale môžu mať efekt na rizikovú analýzu, napr. zjavné znečistenie povrchu pôdy, atď'. Sú definované nasledujúce triedy:

<u>Trieda/Názov</u>	<u>Skóre</u>
3./ Priťažujúce podmienky	3
2./ Neutrálne podmienky	2

1./ Poľahčujúce podmienky 1

### 3.2.17 Skládky odpadov

Podľa modelu DK EPA sa skládky klasifikujú do dvoch skupín:

- Skládky neobsahujúce organický odpad
- Skládky obsahujúce organický odpad.

Ak sú v priestore skládky prítomné aj iné aktivity ako je ukladanie odpadov, tak tieto je potrebné vyhodnotiť ako priemyselnú lokalitu. V konečnej analýze sa použije najvyššie skóre skládky a priemyselnej lokality. V modeli DK EPA sa riziko skládky odvíja od možnosti tvorby skládkových plynov. Z toho vyplýva, že ak skládka neobsahuje organický odpad, tak je jej priradené skóre 0.

Ak je množstvo informácií o zariadení skládky, spôsobe prevádzky a okolitej geológii nedostatočné, tak sa skládke s možnosťou tvorby skládkových plynov priraduje skóre rizika expozície.

#### Riziko expozície

Riziko expozície je podľa modelu DK EPA vypočítavané na základe objemu odpadu (V) na skládke a vzdialenosti (d) k najbližším budovám:

Trieda	Názov	V GE 130.000 m <sup>3</sup>	V < 130.000 m <sup>3</sup>	Skóre
3	Budovy na lokalite			12
2	Budovy blízko k lok.	d LE 50 m	d LE 50*V /130.000	8
1	Bud. ďaleko od lok.	d > 50 m	d> 50*V/130.000	0

Podľa slovenskej verzie sa do rizika expozície pripočítava aj stav prevádzky s prístupnosťou k skládke, ako aj riziko chemickej látky podobným spôsobom, ako v prípade rizikovej analýzy priemyselnej lokality

### 3.2.18 Spracovanie výsledkov

Vyhodnotenie výsledkov je vykonané na báze údajov spracovaných v informačnom systéme GeoEnviron. Jednotlivým potenciálnym zdrojom znečistenia je pridelené skóre v súlade s metodikou opísanou v predchádzajúcom texte. Následne sú výsledky exportované do \* .xls formátu. Vzhľadom na veľký rozsah súboru sú výsledky skórovania pre jednotlivé zdroje publikované zväčša len v elektronickej forme na priloženom CD. Súčasťou CD je aj databáza zdrojov pre systém Geoenviron obsahujúca údaje o celkovom počte potenciálnych zdrojov znečistenia podzemných vôd načítaných do systému GeoEnviron.

V hodnotiacom texte je spravidla spracovaná opisná štatistika základných výstupných parametrov podľa konkrétnych výsledkov riešenej oblasti.

### 3.2.19 Celkové skóre potenciálneho rizika

Celkové skóre potenciálneho rizika tvorí sumu jednotlivých čiastkových skóre. Predstavuje základný podklad pre prioritizáciu potenciálnych zdrojov znečistenia životného prostredia. Ako už bolo uvedené v predchádzajúcom texte, úlohou predbežnej rizikovej analýzy je rozdelenie priemyselných lokalít do skupín s vysokým, stredným a nízkym rizikom znečistenia prírodného prostredia.

Hodnoty celkového skóre potenciálneho rizika sa v rámci skórovaných lokalít pohybujú v určitom rozmedzí (v podmienkach Slovenska zväčša od cca 10 do 110), pričom vypočítavame aj priemerné rizikové skóre. Primerane široký rozsah výsledných hodnôt poukazuje na dostatočnú selektívnosť získaných výsledkov pre účely prioritizácie potenciálnych zdrojov znečistenia. Tento rozsah musí byť posúdený individuálne pre dané konkrétne podmienky. Efektívnym spôsobom je pri interpretácii výsledkov ich porovnanie s už známymi vyhodnoteniami z iných prieskumov. Správna interpretácia kategórií rizikovitosti je v mnohom závislá od skúseností riešiteľa a konkrétneho poznania technogénnych podmienok v území, ktoré je riešené.

Jednotlivé hodnotené lokality sú na základe výsledného skóre potenciálneho rizika zaraďované do jednej z troch nasledujúcich skupín:



- Priemyselné lokality s vysokým potenciálnym rizikom kontaminácie okolia
- Priemyselné lokality so stredným potenciálnym rizikom kontaminácie okolia
- Priemyselné lokality s nízkym potenciálnym rizikom kontaminácie okolia

Treba vziať do úvahy, že pri riešení vyššie uvedenej kategorizácie nie je možné vyhnúť sa určitej schematickosti. Na druhej strane však túto nevýhodu ďaleko prevyšuje fakt, že bez stanovenia hraničných rizikových skóre by nebola splnená základná požiadavka kladená na informačný systém, a to nezávislosť interpretácie získaných výsledkov od osoby, ktorá výsledky spracúva.

Základnou podmienkou pri stanovovaní hraničných hodnôt je podmienka rozdelenia štatistického súboru do troch počtom premenných rovnako veľkých podsúborov. Pri zohľadnení tejto podmienky teda výsledné hraničné hodnoty reprezentujú hodnoty 33,33 a 66,66 percentilov vypočítaných pre štatistický súbor tvorený jednotlivými hodnotami skóre potenciálneho rizika. Výsledky možno zobrazit' graficky a ich správnosť overovať náhodile vybranými lokalitami a posúdením ich postavenia v hodnotiacej škále na základe dobrého poznania konkrétnych podmienok na lokalite. Obdobne možno vypočítať hraničné hodnoty aj pre jednotlivé čiastkové rizikové skóre a ich kombinácie. Keďže čiastkové rizikové skóre pre podzemné a povrchové vody zohľadňujú na rozdiel od zdravotného rizika vodohospodárske záujmy, ako užitočné sa javí hodnotenie výsledkov rizikovej analýzy aj na základe súčtu týchto dvoch čiastkových skóre.

## Príloha 1A-2

### 3.3 Stratégia inventarizácie bodových zdrojov znečistenia a sanačných aktivít v povodiach

Stratégia inventarizácie bodových zdrojov znečistenia a sanačných aktivít v povodiach by mala byť vypracovaná na báze zásad postupu riadenia potenciálnych bodových zdrojov znečistenia, nakoľko vybudovaná databáza sa týka práve bodových potenciálnych zdrojov znečistenia a ich predbežnej rizikovej analýzy.

Cieľom metodického postupu je navrhnúť zásady pre manažment potenciálnych bodových zdrojov znečistenia a určiť postupnosť krokov, ktoré je potrebné vykonať s cieľom zabezpečiť potrebnú ochranu podzemných vôd a s nimi spojených suchozemských ekosystémov a útvarov povrchovej vody.

S ohľadom na súčasný vývoj tvorby legislatívy pre nápravu škôd na životnom prostredí, spôsobených kontaminovanými lokalitami, sa ponúka ako najefektívnejšie riešenie spojiť návrh koncepčného riešenia sanačných aktivít v jednotlivých rezortoch (primárne v rezorte priemyslu) so zabezpečovaním implementácie Rámcovej smernice o vode (RSV) č. 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady ustanovujúcej rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky a s novelizovaným národným vodným zákonom, ako aj s „dcérskou smernicou“ prepodzemnú vodu, bezprostredne nadväzujúcu na RSV, ktorá má byť prijatá začiatkom roku 2006.

Základom pre vypracovanie návrhu sú teda legislatívne požiadavky uvedené v smernici 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady ustanovujúcej rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky, ktorá je skrátene nazývaná Rámcová smernica o vode (RSV).

Základné zásady a požiadavky tejto smernice boli transponované do zákona č. 364/2004 o vodách a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon). Návrh sa opiera aj o pripravovanú dcérsku smernicu o podzemných vodách, v ktorej budú zakotvené hlavne podrobnosti hodnotenia chemického stavu podzemných vôd, opatrenia na ochranu vôd pri priamom a nepriamom vypúšťaní znečisťujúcich látok do podzemných vôd a zásady pri hodnotení bodových zdrojov

znečistenia. Smernica je vo vysokom štádiu schvaľovania, takže sa dá prepokladať, že k podstatným zmenám existujúceho návrhu nedôjde.

Z Rámцovej smernice o vode vyplýva povinnosť stanoviť environmentálne ciele, ktoré pre ochranu kvality podzemných vôd znamenajú:

- povinnosť chrániť, zlepšovať a obnovovať všetky útvary podzemnej vody
- zaviesť potrebné opatrenia na zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody a na zabránenie zhoršenia stavu všetkých útvarov podzemnej vody
- uskutočniť potrebné opatrenia na zvrátenie akéhokoľvek významného a trvalo vzostupného trendu koncentrácie znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody.

Nástrojom pre dosiahnutie týchto environmentálnych cieľov sú plány manažmentu oblastí povodí, súčasťou ktorých sú programy opatrení na dosiahnutie dobrého stavu vôd pre kvalitu podzemných vôd a programy opatrení realizované do roku 2012 s cieľom dosiahnutia dobrého stavu vôd do roku 2015. Plánovací cyklus je systematicky rozčlenený do niekoľkých nadväzujúcich etáp, ktorých náplň a termíny sú v smernici presne definované a sú záväzné.

Pre oblasť kvality podzemných vôd ide o nasledovné etapy:

- do konca roku 2004 bola vypracovaná analýza povodí, v rámci ktorej boli:
  - a) vymezené útvary podzemných vôd
  - b) vyhodnotené vplyvy bodových a plošných zdrojov znečistenia na stav podzemných vôd
  - c) určené rizikové útvary v ktorých koncentrácia znečisťujúcich látok v monitorovacích vrtoch je vyššia ako pripúšťajú príslušné kvalitatívne normy, alebo bol zistený stúpajúci trend znečisťujúcich látok, alebo sa na jeho území nachádzajú bodové zdroje znečistenia s vysokým potenciálnym rizikom
- v súčasnosti sa rieši problematika zavedenia programov inšpekčného resp. prevádzkového monitoringu, cieľom ktorých bude zistenie príčin znečistenia v útvaroch označených ako rizikové
- do roku 2007 identifikovať vážne vodohospodárske problémy, ktoré je potrebné zahrnúť do programov opatrení

- do roku 2008 vypracovať plán manažmentu povodí vrátane programu opatrení, ktorý po diskusii s verejnosťou predložiť na schválenie SR, ktorá ho musí schváliť do roku 2009.

V vyššie uvedené úlohy zabezpečuje Ministerstvo životného prostredia SR, ktoré je zodpovedné za implementáciu Rámcovej smernice o vode. V oblasti hodnotenia bodových zdrojov znečistenia je tento rezort zodpovedný za vytvorenie databázy potenciálnych zdrojov znečistenia, zhodnotenie ich potenciálneho rizika na podzemné vody, povrchové vody a zdravie ľudí a ich zaradenie do príslušnej kategórie podľa veľkosti potenciálneho rizika. V prípade, ak bude zdroj zaradený do kategórie najvyššieho rizika, ďalšie povinnosti a úlohy súvisiace so zabezpečením takého bodového zdroja znečistenia vrátane vykonania nápravných opatrení budú zabezpečovať tí, ktorí nakladajú s nebezpečnými látkami, alebo sú pôvodcami poškodenia podzemných vôd, alebo s nimi súvisiaceho prostredia.

### 3.3.1 Obecné zásady pre manažment potenciálnych zdrojov znečistenia

Výsledkom vyhodnotenia potenciálnych zdrojov znečistenia podľa systému GeoEnviron sú 3 kategórie potenciálnych zdrojov znečistenia:

- s vysokým rizikom
- so stredným rizikom
- s nízkym rizikom.

Pri návrhu a realizácii ďalších opatrení je potrebné zvoliť diferencovaný prístup, ktorý musí vychádzať z nebezpečnosti jednotlivých znečisťujúcich látok alebo skupiny znečisťujúcich látok predstavujúcich významné riziko pre vodné prostredie. Rámcová smernica o vode obsahuje indikatívny zoznam hlavných znečisťujúcich látok, z ktorých prvých 6 je považovaných za obzvlášť škodlivé látky, ostatné sú označené ako škodlivé. Rozhodnutím 2455/2001/ES Európskeho parlamentu a Rady bol v nadväznosti na Rámcovú smernicu o vode vydaný zoznam prioritných látok, ktorý sa bude aktualizovať každé 4 roky. Na túto skupinu látok sa vzťahujú osobitné požiadavky na zavedenie najprísnejších opatrení, ktorými sa má zabezpečiť ich postupná redukcia až po ich úplnú elimináciu z vodného prostredia do roku 2020. Vo vodnom zákone sú tieto zoznamy uvedené v prílohe 1 zákona.

Predmetom ďalších opatrení sú:

- bodové zdroje znečistenia zaradené do kategórie vysokého rizika
- bodové zdroje znečistenia z kategórie stredného a nízkeho rizika pokiaľ sa v nich manipuluje s látkami so skupiny obzvlášť škodlivých látok a skupiny prioritných látok.

V súlade s postupmi, ktoré vychádzajú z vyššie uvedených legislatívnych požiadaviek sa navrhuje nasledovná postupnosť krokov:

I. – podrobné preskúmanie potenciálneho zdroja znečistenia

- a) získanie podrobnejších informácií o činnostiach a zariadeniach, v ktorých môže alebo mohlo dochádzať k únikom znečisťujúcich látok (aj historických)
- b) preverenie technického stavu zariadení
- c) vizuálna kontrola územia (mapovanie potenciálnych zdrojov a prejavov znečistenia)
- d) zhodnotenie prírodných pomerov územia za účelom zistenia výskytu podzemnej vody, pomerov prúdenia, kvality vody, využívania, znečistenia
- e) vyhodnotenie monitoringu ak bol vykonávaný, vyhodnotenie trendu znečistenia
- f) vyhodnotenie snačných prác, v prípade že boli na lokalite realizované

II. – vybudovanie monitorovacieho systému so zohľadnením smerov prúdenia vo vzťahu k predpokladaným miestam úniku znečisťujúcich látok a zabezpečenie odberov vzoriek podzemnej vody. Minimálne 1 objekt je potrebný na zistenie požadovaných hodnôt znečisťujúcich látok.

III. - vykonávanie monitoringu

IV. – podrobný prieskum znečistenia

V. – riziková analýza, ktorá musí zahŕňať:

- vyhodnotenie trendu vývoja znečistenia v monitorovacích objektoch
- vyhodnotenie dopadu znečistenia na útvary podzemnej vody
- vyhodnotenie dopadu na využívané a potenciálne vodárenské zdroje
- vyhodnotenie dopadu na suchozemské ekosystémy a útvary povrchových vôd
- vyhodnotenie dopadu na zdravie ľudí a životné prostredie

- v prípade ak riziko nebolo zistené/vypočítané určiť ovplyvnenú zónu, za ktorú by znečistenie nemalo preniknúť
- podľa záverov rizikovej analýzy buď navrhnúť monitorovanie územia, alebo jeho sanáciu

#### VI. – sanácia územia

Sanáciu územia bude potrebné vykonávať v prípade ak zistí:

- monitorovacími prácami významný stúpajúci trend znečisťujúcej látky v podzemnej vode
- v rámci rizikovej analýzy riziko na jednu z uvedených zložiek životného prostredia

### **3.3.2 Zásady pre manažment potenciálnych zdrojov znečistenia v priemyselnej sfére**

V prípade akceptácie prístupu, založeného na legislatívnych požiadavkách uvedených v smernici 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady ustanovujúcej rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky (Rámcová smernica o vode, RSV) priemyselná sféra vstúpi do úzkej kooperácie s MŽP SR. Pre daný prípad navrhujeme nasledujúcu postupnosť krokov:

- 1) Priemyselná sféra ustanoví zodpovedného zástupcu (manažérsku jednotku) pre kooperáciu s MŽP SR v oblasti manažmentu potenciálnych zdrojov znečistenia. Pre túto koordinačnú jednotku by sa zakúpila licencia systému GeoEnviron
- 2) Priemyselná sféra stanoví pre danú oblasť environmentálne ciele, ktoré pre ochranu kvality podzemných vôd znamenajú:
  - povinnosť chrániť, zlepšovať a obnovovať všetky útvary podzemnej vody
  - zaviesť potrebné opatrenia na zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody a na zabránenie zhoršenia stavu všetkých útvarov podzemnej vody

- uskutočniť potrebné opatrenia na zvrátenie akéhokoľvek významného a trvalo vzostupného trendu koncentrácie znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody.

3) V kooperácii s MŽP SR vypracuje priemyselná sféra podklady pre plány manažmentu oblastí povodí, súčasťou ktorých budú programy opatrení na dosiahnutie dobrého stavu vôd pre kvalitu podzemných vôd.

Pre vypracovanie uvedených podkladov poskytne MŽP SR mapy vymedzenia útvary podzemných vôd, pre ktoré priemyselná sféra vyhodnotí vplyv bodových a plošných zdrojov znečistenia na stav podzemných vôd.

Pre uvedené riešenie poskytne pre potrebu konfrontácie poznatkov MŽP SR údaje o rizikových útvaroch v ktorých koncentrácia znečisťujúcich látok v monitorovacích vrtoch je vyššia ako pripúšťajú príslušné kvalitatívne normy, alebo bol zistený stúpajúci trend znečisťujúcich látok, alebo sa na jeho území nachádzajú bodové zdroje znečistenia s vysokým potenciálnym rizikom.

4) Priemyselná sféra do konca roku 2006 vypracuje a zavedie program inšpekčného resp. prevádzkového monitoringu, cieľom ktorého bude zistenie príčin znečistenia v útvaroch označených ako rizikové a do roku 2007 bude identifikovať vážne vodohospodárske problémy, ktoré je potrebné zahrnúť do programov opatrení.

5) Priemyselná sféra bude kooperovať pri zostavovaní databázy potenciálnych bodových zdrojov znečistenia a ponechá vypracovanú databázu potenciálnych zdrojov znečistenia v správe MŽP SR a v spolupráci zabezpečí pre MŽP SR jej postupnú aktualizáciu.

Priemyselná sféra sa pri aktualizácii databázy a pri príprave podkladov zameria na bodové zdroje znečistenia zaradené do kategórie vysokého rizika a bodové zdroje znečistenia z kategórie stredného a nízkeho rizika pokiaľ sa v nich manipuluje s látkami so skupiny obzvlášť škodlivých látok a skupiny prioritných látok.

6) V spolupráci s MŽP SR bude priemyselná sféra začleňovať lokality z databázy do postupne budovanej celoslovenskej databázy vypracovanej MŽP SR, kde budú lokality hodnotené systémom predbežnej rizikovej analýzy a na základe toho prioritizované.

V prípade, ak bude zdroj znečistenia z priemyselnej sféry zaradený do kategórie najvyššieho rizika, ďalšie povinnosti a úlohy súvisiace so zabezpečením takého bodového zdroja znečistenia vrátane vykonania nápravných opatrení bude zabezpečovať samotná priemyselná sféra s metodickou kooperáciou MŽP SR.

7) V súlade s postupmi, ktoré vychádzajú z vyššie uvedených legislatívnych požiadaviek zabezpečí priemyselná sféra pre lokality s vysokým rizikom ohrozenia životného prostredia, stanovené v kooperácii s MŽP SR nasledovnú postupnosť krokov pre finálne rozhodnutie o sanačných aktivitách:

I. – podrobné preskúmanie potenciálneho zdroja znečistenia

II. – vybudovanie monitorovacieho systému

III. - vykonávanie monitoringu

IV. – podrobný prieskum znečistenia

V. – riziková analýza, ktorá musí zahŕňať:

- vyhodnotenie trendu vývoja znečistenia v monitorovacích objektoch
- vyhodnotenie dopadu znečistenia na útvar podzemnej vody
- vyhodnotenie dopadu na využívané a potenciálne vodárenské zdroje
- vyhodnotenie dopadu na suchozemské ekosystémy a útvary povrchových vôd
- vyhodnotenie dopadu na zdravie ľudí a životné prostredie
- v prípade ak riziko nebolo zistené/vypočítané určiť ovplyvnenú zónu, za ktorú by znečistenie nemalo preniknúť
- podľa záverov rizikovej analýzy buď navrhnúť monitorovanie územia, alebo jeho sanáciu

VI. – sanáciu územia

Sanáciu územia bude potrebné vykonávať v prípade ak zistí:

- monitorovacími prácami významný stúpajúci trend znečisťujúcej látky v podzemnej vode



- v rámci rizikovej analýzy riziko na jednu z uvedených zložiek životného prostredia.

Pre zabezpečenie uvedených úloh bude priemyselná sféra postupovať v zmysle legislatívnych aktov platných pre verejné zaobstarávanie prác, pričom pre odbornú problematiku sa návodom na zabezpečenie prác stanú existujúce či neskôr vypracované metodické postupy prieskumu lokalít či ich rizikovej analýzy.

Z existujúcich materiálov sa doporučuje využiť:

- a) Návrh metodického pokynu pre prieskum znečistenia, EnviGeo, s.r.o., Banská Bystrica, 1999
- b) Registrácia environmentálnych záťaží, EnviGeo, s.r.o., Banská Bystrica, 1999
- c) Prístup k zabezpečeniu kontaminovaných území, EnviGeo, s.r.o., Banská Bystrica, 1998
- d) Metodika rizikovej analýzy vypracovaná v rámci projektu DANCEE – MŽP SR „Sanácia znečistených zemín a podzemných v SR, fáza 2, 2001“ v spolupráci VÚVH a SAŽP
- e) Predbežné hodnotenie environmentálneho rizika priemyselných lokalít a skládok na území Slovenskej republiky (správa SHMÚ, máj 2004).

## Príloha 1A-3

### 3.4 Obecná Implementačná stratégia - Príručka pre podzemné vody

#### 3.4.1 Priame a nepriame vstupy

Inštrukcie pre aplikáciu termínu “Priame a nepriame vstupy” v kontexte dcérskej smernice pre podzemnú vodu

Podľa: Common Implementation Strategy, Groundwater Guidance, Direct and Indirect Inputs, Guidance document on the application of the term, “Direct and indirect inputs” in the context of Groundwater Daughter Directive *Draft: version 2.00, 01-02-2006 (Wouter Gevaerts, Thomas Track, Rein Eikelboom, Február 2006)*

#### 3.4.2 Úvod

Podzemná voda je významným prírodným zdrojom, ktorý ak je znečistený alebo inak poškodený, môže byť iba ťažko a veľmi nákladným spôsobom revitalizovaný. V záujme trvalo udržateľného rozvoja dáva preto z environmentálneho a ekonomického hľadiska zmysel, že bol vytvorený legislatívny rámec pre jej efektívnu ochranu s úzkym vzťahom k princípu prevencie a k princípu “znečisťovateľ platí”. Podstatná časť tohoto legislatívneho rámca je reprezentovaná RSV, ktorá je stavia v zásade na už existujúcej Smernici pre podzemné vody (80/68/EEC), ale v oveľa širšom rozsahu problematiky. Tento rámcový pohľad je tiež komplementárny s ostatnou legislatívou EÚ, ktorá obsahuje opatrenia týkajúce sa podzemných vôd, ako sú napríklad “Nitrátová smernica” a “Smernica pre produkciu rastlín”.

#### 3.4.3 Cieľ

Príručka vysvetľuje vzťah medzi zámermi prevencie a zabránenia znečisteniu a ďalšími RSV cieľmi a zvlášť objasňuje požiadavky na priame a nepriame vstupy.

Táto príručka bezprostredne súvisí s ďalšou príručkou Pracovnej skupiny – Podzemná voda, ktorá je venovaná problematike monitorovania podzemných vôd.

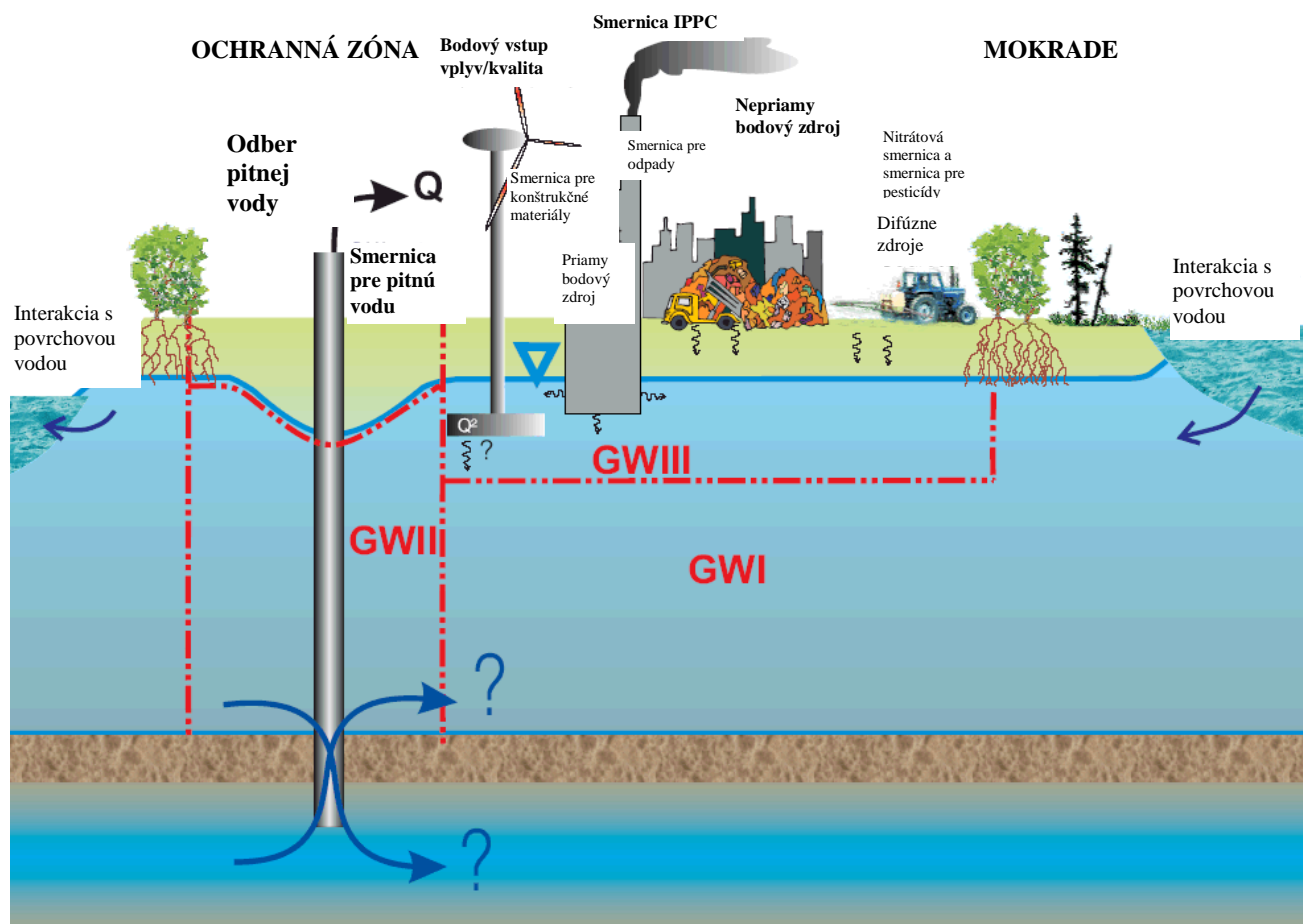
RSV umožňuje členským štátom flexibilitu brať do úvahy lokálne podmienky pri stanovovaní kritérií pre “dobrý chemický stav” a pri plnení cieľov prevencie a limitovania vstupov

znečisťujúcich látok, ako aj iných požiadaviek RSV. Tieto lokálne podmienky môžu zahrňovať rozdiely v prístupe k ochrane životného prostredia v jednotlivých členských štátoch. Táto príručka sa preto nepokúša doporučovať špecifické opatrenia ktoré by mali byť brané do úvahy pri prevencii alebo zabránení vstupu kontaminantov do podzemných vôd. Koncentruje sa predovšetkým na vysvetlenie definícií a požiadaviek RSV tak, aby všetky členské štáty chápali rovnako, čo sa od nich požaduje a v druhom rade poskytuje príklady ako tieto požiadavky môžu byť splnené.

*Preto tento metodický dokument musí byť upravený (adoptovaný) na regionálne a národné podmienky jednotlivých štátov. Dokument navrhuje celkový pragmatický prístup. Kvôli rozmanitosti lokálnych podmienok v rámci EU členské štáty môžu aplikovať dokument flexibilným spôsobom aby odpovedali na problémy, ktoré môžu varírovať od jedného povodia k druhému. Metodika teda musí byť prispôbena konkrétnym špecifickým okolnostiam riešených lokalít či regiónov.*

#### Rozsah pôsobnosti

V metodických pokynoch k dcérskej smernici RSV sa pozornosť sústreďuje na rozdielne aspekty v úvaroch podzemných vôd, ktoré musia byť dané do vzájomnej súvislosti. V praxi rôzne problematiky navzájom vecne súvisia a mnohé aspekty sa vzájomne prelínajú. Opis individuálneho zovšeobecneného systému podzemných vôd definuje určité rozhrania, ako je uvedené na obr. 3.4.1.



Obr. 3.4.1 Ukážka systému podzemných vôd s vyznačením na ktoré oblasti systému sa sústreďujú jednotlivé metodické príručky (GWI – GWIII)

Emisie môžu byť spôsobené rôznymi zdrojmi znečistenia a v rôznych formách. Difúzne emisie majú pôvod redovšetkým v urabanizovaných oblastiach a poľnohospodárskej výrobe, bodové zdroje predovšetkým v priemyselných aktivitách.

*Pôsobnosť metodických príručiek sa môže navzájom prekrývať. V niektorých prípadoch môže byť viac ako jedna metodická príručka relevantná pre danú situáciu (napr. vstup z priameho bodového zdroja znečistenia ovplyvňuje odber pitnej vody alebo mokrade).*

## 1 Základný kontext

### Smernica o podzemných vodách (80/68/EEC)

Existujúca Smernica o podzemných vodách (80/68/EEC) vyžaduje aby členské štáty urobili nevyhnutné opatrenia na zabránenie vstupu do podzemných vôd látkam uvedeným v “Zoznam I” a limitovanie (obmedzenie) možnosti vstupu látok definovaných v “Zoznam II” aby sa zabránilo znečisteniu podzemných vôd. Zoznamy látok I a II prezentované v prílohách k dcérskej smernici pozostávajú z určitého množstva skupín látok. Zoznam I zahŕňa antropogénne zlúčeniny ako aj prirodzene sa vyskytujúce látky, ktorých nadbytočná dotácia do životného prostredia v dôsledku antropogénnych aktivít predstavuje relatívne veľké riziko. Význam termínov “zabráň” a “limituj – obmedzuj, zabráň” (prevent and limit) bude diskutovaný neskôr.

### Rámcová smernica o vode (RSV) (2000/60/EC)

RSV rozširuje kontrolu vstupov všetkých znečisťujúcich látok (polutantov) do podzemných vôd a ustanovuje dodatočné environmentálne ciele pre podzemné vody. Pre účely metodických príručiek k dcérskej smernici najvýznamnejšími ustanoveniami sú:

- **Článok 4(1)(b)(i)**, ktorý vyžaduje od členských štátov implementovať opatrenia nevyhnutné na prevenciu alebo omedzenie (limitovanie) vstupov polutantov do podzemných vôd. Tento cieľ zabrániť alebo obmedziť vstupy polutantov do podzemných vôd bol zavedený do RSV aby sa zabezpečilo, že režim ochrany podzemných vôd, ustanovený Smernicou 80/68/EEC, nebude môcť byť vynechaný ani v čase jej anulovania v roku 2013
- **Článok 4(1)(b)(ii)**, vyžadujúci ochranu, zveľadenie a obnovu (revitalizáciu) všetkých útvarov podzemných vôd s cieľom dosiahnutia “dobrého stavu podzemných vôd”, ako je definované v RSV v Prílohe V.
- **Článok 4(1)(b)(iii)**, vyžadujúci zmenu situácie (zvrat) v prípade akéhokoľvek významného a trvalého vzrastajúceho trendu v koncentrácii akéhokoľvek polutantu, vyplývajúceho z dopadu ľudských aktivít na podzemné vody, a
- **Článok 11(j)**, ktorý zavádza zákaz VŠETKÝCH priamych vypúšťaní polutantov do podzemných vôd (s pripustením určitých výnimiek). Priame vypúšťanie (direct discharge) je definované v Článku 2(32) ako vypúšťanie polutantov do podzemných vôd bez perkolácie (presakovania, filtrovania) cez pôdu alebo zeminu.

RSV má tiež mandát v rámci Článku 17 pre smernicu (nariadenie) obsahujúcu špecifické opatrenia na prevenciu a kontrolu znečistenia podzemných vôd (referovaná v tomto metodickom dokumente ako Dcérska smernica pre podzemnú vodu - Groundwater Daughter Directive (GWDD)). Tieto opatrenia by mali zaviesť kritéria pre hodnotenie “dobrého chemického stavu podzemných vôd” a pre identifikovanie významných a trvalých vzrastajúcich trendov a “štartovacích bodov” pre zvrátenie týchto nepriaznivých trendov. Jeden z prvkov, ktorý bude v GWDD, je stanovenie rámca pre to, aby sa RSV cieľový princíp “zabráň a obmedzuj” (prevent and limit) stal operatívnym. To bude zahrňovať objasnenia (vysvetlenia) ktoré látky budú v kategórii aby sa zabránilo ich vstupu do podzemných vôd a ktoré v kategórii potreby obmedzenia ich vstupu do podzemných vôd, ako aj ustanovenie objasňujúce možné výnimky z princípu “zabráň a obmedzuj” .

#### 3.4.4 Ďalšie relevantné smernice EÚ

Ďalšie smernice EÚ sa nepriamo dotýkajú problematiky úrovne ochrany podzemných vôd. Ide o nasledujúce smernice, ktoré sú podrobnejšie popísané v prílohách:

- **Dusičnanová smernica (91/676/EEC)** – obsahuje ustanovenia pre stanovenie zraniteľných zón a aktivity členských štátov v prípadoch, keď obsahy dusičnanov v podzemných vodách sú nadlimitné alebo je pravdepodobné že môžu prevýšiť limitnú hodnotu 50 mg/l
- **Habitats Directive (92/43/EEC)** – nepriamo ochraňuje podzemné vody, predovšetkým z kvantitatívneho hľadiska. Požiadavka udržiavať podzemnú vodu tak, aby bola k dispozícii pre zásobovanie obyvateľstva súvisí so zabezpečením a ochranou množstva vody potrebného pre tieto účely
- **Plant Protection Products Directive (91/414/EEC)**
- **Biocides Directive (Directive 98/8/EEC)** – dotýka sa autorizácie umiestňovania na trhu biocídnych produktov, podobne Smernica 91/414/EEC

- **Urban Wastewater Directive (91/271/EEC)** – smeruje k ochrane životného prostredia pred negatívnymi vplyvmi vypúšťania komunálnych odpadových vôd a odpadovej vody z určitých priemyselných sektorov. Táto smernica je nepriamo relevantná k podzemným vodám (ochrana pred možnosťou získavať vodu pre zásobovanie obyvateľstva z potenciálne kontaminovaných vôd v súvislosti s utrácaním znečistených komunálnych odpadových vôd)
- **Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) Directive (96/61/EC)** – ustanovuje opatrenia navrhované pre prevenciu alebo redukciu emisií v ovzduší, vode a horninovom prostredí (pôda, zemina) z množstva aktivít uvedených v Prílohe I smernice
- **Landfill Directive (99/31/EEC)** – týka sa skládok odpadov, smeruje k ustanoveniu opatrení, postupov, príručiek a návodov pre prevenciu alebo redukciu pokiaľ to je možné negatívnych vplyvov na životné prostredie, vrátane podzemných vôd
- **Sewage Sludge Directive (86/278/EEC)** – smeruje k podpore využívania odpadových kalov v poľnohospodárstve a k stanoveniu podmienok pre jeho použitie tak, aby sa predišlo škodlivým účinkom na pôdu, vegetáciu, živočíchy a človeka
- **Construction Product Directive** – sústreďuje sa súlad aspektov konštrukčných stavbárskych produktov berúc do úvahy možné riziko na vodné prostredie, zvlášť k uvoľňovaniu nebezpečných látok do podzemných vôd.

S výnimkou smerníc Biocides, Landfill and Construction Products tieto všetky sú citované v časti A Prílohy 6 RSV. Časť A je zoznamom smerníc ktorých požiadavky musia byť zahrnuté ako “základné opatrenia” v programoch a opatreniach členských štátov. Tieto smernice sú preto komplementárne (doplnkové) pre dosiahnutie cieľov RSV a ich požiadavky musia byť neustále zohľadňované. Ak požiadavky v rámci existujúcich smerníc nie sú sami osebe dostatočné pre dosiahnutie cieľov RSV, potom členské štáty musia prijať dodatočné opatrenia.

Treba zdôrazniť, že žiadna z vyššie uvedených smerníc EÚ nebola účinnosťou RV zrušená.

### 3.4.5 Časový plán plnenia požiadaviek RSV

Na rozdiel od cieľa dosiahnutia dobrého chemického stavu, v prípade Článku 4 RSV (cieľ “prevent and limit”) neexistujú žiadne presne určené “konečné” termíny pre jeho naplnenie. Avšak, Článok 11 špecifikuje, že do decembra 2009 členské štáty by mali ustanoviť program opatrení pre dosiahnutie cieľov RSV. To by malo tiež zahŕňať opatrenia na kontrolu bodových zdrojov znečistenia, kde je preukázaný ich vplyv na znečistenie vôd, ako aj opatrenia na zabránenie alebo kontrolu vstupov polutantov z difúzných zdrojov zodpovedných za znečisťovanie podzemných vôd a opatrenia, týkajúce sa zákazu priameho vypúšťania polutantov do úpodzemných vôd (s definovaním určitých výnimiek). Rozhodnutie o nevyhnutných opatreniach vyžaduje pochopenie environmentálnych tlakov (vstupov polutantov do podzemných vôd), ich environmentálnych dopadov, spôsobov prevencie a obmedzovania vstupov polutantov do podzemných vôd, nákladov uvedených opatrení a návratnosti týchto nákladov. Tieto programy opatrení by mali byť zahrnuté do Plánov manažmentu riečnych povodí, ktoré by tiež mali byť vypracované do decembra 2009.

### 3.4.6 Úpravy na úrovni jednotlivých štátov

RSV, dcérska smernica a iné EU smernice vyžadujú od členských štátov, alebo od ich kompetentných miestnych či regionálnych inštitúcií, splniť stanovené úlohy a nariadenia. To zahŕňa aj stanovenie kritérií, definícií “dobrej kvality vody” a “dobrej kvality podzemnej vody”, prahových hodnôt, manažérskych plánov povodí, udeľovania licencií a iných opatrení, ktoré môžu ovplyvniť vstupy kontaminantov do podzemných vôd.

Tento prístup “splnomocnenia” národných a iných kompetentných inštitúcií znamená, že nie je možné jednoducho stanoviť všeobecné opatrenia na realizáciu potrebných aktivít a produktov, ktoré môžu viesť k vstupom kontaminantov do podzemných vôd. Jednou z hlavných úloh kompetentných inštitúcií je vziať do úvahy lokálne aspekty, keď sa špecifikujú kritéria alebo dokonca zákazy činností alebo produktov, ktoré môžu viesť k znehodnoteniu povrchových a podzemných vôd.

### 3.4.7 Prístup označovaný ako “receptor vs. celý objem podzemných vôd” (Receptor based vs. compartment based approach)

Ochrana podzemných vôd môže mať za cieľ buď receptory podzemnej vody, ako sú studne pre odber pitnej vody, alebo ekosystém závislý na podzemnej vode – vtedy ide o prístup



založený na receptore (the receptor based approach), alebo prístup založený na útvare podzemnej vody ako celku bez ohľadu na jeho využívanie – vtedy ide o prístup založený na celom objeme vody (the compartment based approach). Niektoré členské štáty rozlišujú pri implementácii medzi týmito dvoma prístupmi. To však neprekáča rovnocennému plneniu požiadaviek kladených európskou legislatívou. Napríklad požiadavka Smernice 80/68/EC prijať opatrenia na zabránenie vstupu látok “Zoznamu I” do podzemných vôd naznačujú, že je potrebný “compartment based” prístup: celý objem podzemných vôd je chránený pred znečistením týmito látkami. Avšak požiadavka môže byť splnená tiež keď sa akceptuje “receptor based” prístup, za predpokladu že v tomto prípade podzemná voda ako celok (“the compartment groundwater”) je považovaná za receptor. V praxi rozhranie medzi saturovanou a nenasaturovanou zónou môže byť považované za receptor. Ak sa nemôžeme spoliehať na nijaký “samočistiaci” proces v nenasýtenej zone, môžeme vziať do úvahy viac preventívny prístup, berúci do ohľadu pôdny (zemský) povrch ako receptor. To implikuje, že iný “compartment” – nenasýtená zóna - je predmetom ochrany.

### Základné princípy

Čo je znečistenie?

Zámer definovaný v RSV ako princíp „Zabráň a obmedzuj“ (Prevent and limit) je zameraný na prevenciu znečistenia (pollution) podzemných vôd. Preto potrebujeme mať jasné chápanie základných pojmov čo sa týka posudzovania problematiky znečistenia („pollution). Aby došlo k znečisteniu musí nastať prípad aktuálneho alebo pravdepodobného škodlivého efektu na receptor, pričom tento efekt musí byť dôsledkom ľudskej aktivity.

V rámci existujúcej EÚ Smernice pre podzemnú vodu (80/68/EEC) znečistenie (pollution) je definované ako „... priame alebo nepriame vypúšťanie (discharge) látok alebo energie človekom do podzemných vôd, ktorého výsledkom je ohrozenie ľudského zdravia alebo zásobovania vodou, poškodenie živých organizmov (living resources) a vodného ekosystému alebo je v rozpore s iným oprávneným (zo zákonov vyplývajúcim) využívaním vody.

V intenciách Rámcovej smernice pre vodu (RSV) je znečistenie (pollution) definované oveľa širšie ako: “ ... priame alebo nepriame zavedenie, ako výsledok ľudskej činnosti, látok alebo

tepla do ovzdušia, vody alebo horninového prostredia (pôdy, zeminy), ktoré môže byť škodlivé pre ľudské zdravie alebo kvalitu vodných ekosystémov, ktoré vedie k majetkovým škodám, alebo ktoré vedie k poškodeniu alebo je v rozpore s využívaním turistických, rekreačných a relaxačných zariadení (amenities) a iným oprávneným (zo zákonov vyplývajúcim) využívaním životného prostredia”. RSV definíciu znečistenia (pollution) rozširuje na všetky znečisťujúce látky (všetky látky, ktoré potenciálne môžu spôsobiť znečistenie, vrátane rádioaktívnych látok) a nie je obmedzená len na prostredie podzemných vôd. Nezahrňuje ale mikrobiologické záležitosti.

Nebezpečné látky (Hazardous substances) sú tie, ktoré sú zvlášť toxické a perzistentné (stabilné voči rozkladu) v podzemnej vode. RSV vyžaduje, aby tieto látky nemohli vstupovať do podzemných vôd, v tomto prípade je receptorom samotná podzemná voda. Za škodlivú prítomnosť by sme mali považovať, ak škodlivé látky sú prítomné vo vypúšťaných vodách (in the discharge) v množstvách, ktoré sú badateľne (zjavne) vyššie (over and above) ako sú prirodzene sa vyskytujúce pozadové (fónové) koncentrácie vo využívaných podzemných vodách. Pre nové výpuste (vypúšťané odpadové vody) (napr. zo skládok alebo priesakov) nie je akceptovateľné brať do úvahy zriedenie týchto látok tokom podzemnej vody, ani nemôže byť akceptovateľné konštatovať, že takéto látky môžu vstupovať do podzemných vôd, pretože tieto už boli predtým znečistené. Na lokalitách, kde horninové prostredie je historicky kontaminované a nebezpečné látky sa už dostali do podzemných vôd, znečistenie už bude brané tak, že existuje.

Iné látky môžu byť oveľa menej toxické a perzistentné, ale stále môžu mať kapacitu spôsobovať škody v závislosti na ich koncentrácii v podzemnej vode. V zmysle RSV tieto označujeme ako „ostatné znečisťujúce látky“ („all pollutants“). V takom prípade samotný vstup do vôd alebo mierne zhoršenie kvality podzemnej vody nie je samo osebe znečistením. Znečistenie nastane iba tam, kde vstup látky alebo zníženie kvality podzemnej vody je spojené so škodlivým účinkom na receptor v smere prúdenia podzemnej vody. Termín „receptor“ musí byť braný v jeho širšom kontexte tak aby zahrňoval nie iba existujúce druhy využívania podzemnej vody, ale všetky reálne možné využitia, ktorým podzemná voda môže slúžiť. Pod termínom „využitie vody“ (uses) chápeme ako aktívny odber podzemnej vody čerpaním, tak aj pasívne recipients podzemnej vody ako sú pramene, rieky alebo mokrade.

Aby sme mohli ohodnotiť či k znečisteniu podzemných vôd došlo alebo či k nemu môže dôjsť v budúcnosti, je nevyhnutné vytvoriť koncepčný model a uvedomiť si všetky vzťahy medzi zdrojmi, cestami šírenia sa znečisťujúcich látok a receptormi („prijemcami“) v rámci širšie koncipovanej hydrogeologickej situácie. Kľúčové aspekty v tomto smere sú nasledujúce:

1. fyzikálna a chemická podstata vypúšťaného znečistenia alebo zdroja znečistenia
2. procesy v horninovom prostredí, napr. zriedňovanie a degradácia (rozklad), ktoré účinkujú v smere redukovania negatívnych dopadov znečistenia počas jeho postupu v smere k hladine podzemnej vody alebo pri cirkulácii podzemnej vody v smere jej prúdenia
3. lokalizácia všetkých receptorov a ich vzťah k smeru prúdenia podzemnej vody, a
4. environmentálne štandardy (pre kvalitu vody), ktoré je potrebné aplikovať vo vzťahu k receptorom a pomocou ktorých je možné hodnotiť škody či negatívne vplyvy na kvalitu podzemných vôd.

Čo sú vstupy?

Termín „Vstup“ (input) nie je definovaný v rámci RSV a je používaný v kontexte prevencie a zabránenia vstupov polutantov do podzemných vôd (Art. 4 1(b)(i)). „Vstup polutantov do podzemných vôd“ je definovaný v návrhu „dcérskej direktívy“ (GWDD) ako „priama alebo nepriama dotácia polutantov do podzemných vôd v dôsledku ľudských aktivít“. Termín vstup (input) je odlišný od termínu „výpúšťanie“ (discharge) v tom, že pokrýva všetky polutanty, ktoré vstupujú do podzemných vôd, skôr než sú obmedzené na určité individuálne zdroje znečistenia, z ktorých sa uvoľňujú. Vstupy (inputs) môžu byť buď bodovým zdrojom z jedného individuálneho miesta výpustu/emisie, alebo difúznymi zdrojmi rezultujúcimi z mnohých vstupov. Rozlišovanie medzi oboma je založené na počte vstupov a na rozsahu územia (scale) na ktorom sa vstupy uskutočňujú. Existuje 5 hlavných kategórií aktivít z ktorých sa môžu uskutočňovať vstupy polutantov z bodových zdrojov:

- **Priemyselná sféra:** havárie, úniky kapalných látok v dôsledku netesností, presakovanie pri poruchách, nesprávne uskladňovanie látok a samotné skládky odpadov
- **Banská činnosť:** riziko je často spojené, mimo iného, so skládkami hlušiny a kalov a samotnými odkaliskami, výtokmi kyselých banských vôd a používaním určitých chemických reagentov v technologických postupoch ťažby, úpravy a spracovania rúd
- **Aktivity odpadového hospodárstva**

- **Doprava:** prostredníctvom výfukových plynov, únikov a strát olejov, nafty a benzínu pri prevádzke motorových vozidiel, oteru gumy z pneumatík, nehôd a havárií s únikom ropných produktov (olejov, nafty a benzínu) resp. nebezpečných nákladov (napr. prevážaných chemikálií, a pod.), ako aj v dôsledku iných činností, súvisiacich s dopravou
- **Ostatné:** stavebné materiály používané v pôdach, zeminách a horninovom prostredí (betón, cement, aditíva, ochranné nátery).

Difúzne vstupy sú vzťahnuté hlavne na využívanie poľnohospodárskej pôdy, vstupy polutantov zo znečistených pôd a zemín v dôsledku atmosferickej depozície (v dôsledku priemyselných emisií, emisií z dopravy, rozsiahlych požiarov, atď), a vstupy pochádzajúce z veľkých rozvinutých regiónov, ako sú napr. veľké urbanizované oblasti. Preto akákoľvek aktivita, či už náhodná alebo „organizovaná“, z bodových alebo difúzných zdrojov spôsobujúcich a úvolňujúcich polutanty do podzemných vôd, patrí do tejto kategórie.

V RSV sú stanovené viaceré ciele, vyžadujúce si kontrolu vstupov do podzemných vôd:

1. Vstupy môžu spôsobovať alebo môžu udržiavať stav „zlého chemického stavu“ útvaru podzemnej vody
2. Vstupy môžu rezultovať do významných trvale vzrastajúcich trendov znečisťovania podzemných vôd
3. Vstupy polutantov do podzemných vôd musia byť riešené buď preventívnymi opatreniami alebo obmedzením tak, aby k znečistenej podzemných vôd nedochádzalo.

Príručka “Status and Trends” bude pripravená Pracovnou skupinou C pre podzemné vody keď GWDD bude prijatá v konečnej podobe. Táto príručka sa však koncentruje iba na princíp “predchádzaj a obmedz” (prevent and limit).

### 3.4.8 Priame a nepriame vstupy

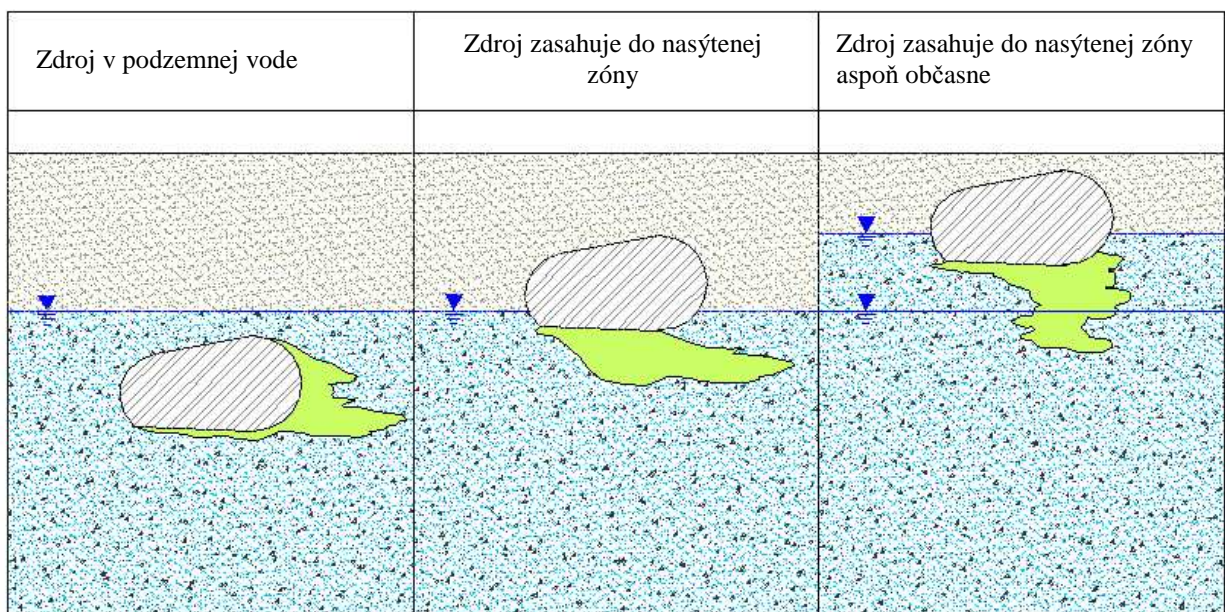
Priame vstupy môžu byť identifikované jednou z nasledujúcich vlastností:

- Svojim dosahom presahujú nenasýtenú zónu
- Zdroj znečistenia je v nasýtenej zóne

- Sezónne fluktuácie hladiny podzemnej vody znamenajú, že zdroje znečistenia môžu byť v priamom kontakte s podzemnou vodou, prinajmenšom po určitý čas.

Tieto tri podmienky sú prezentované v grafickom vyjadrení na obr. 3.4.2.

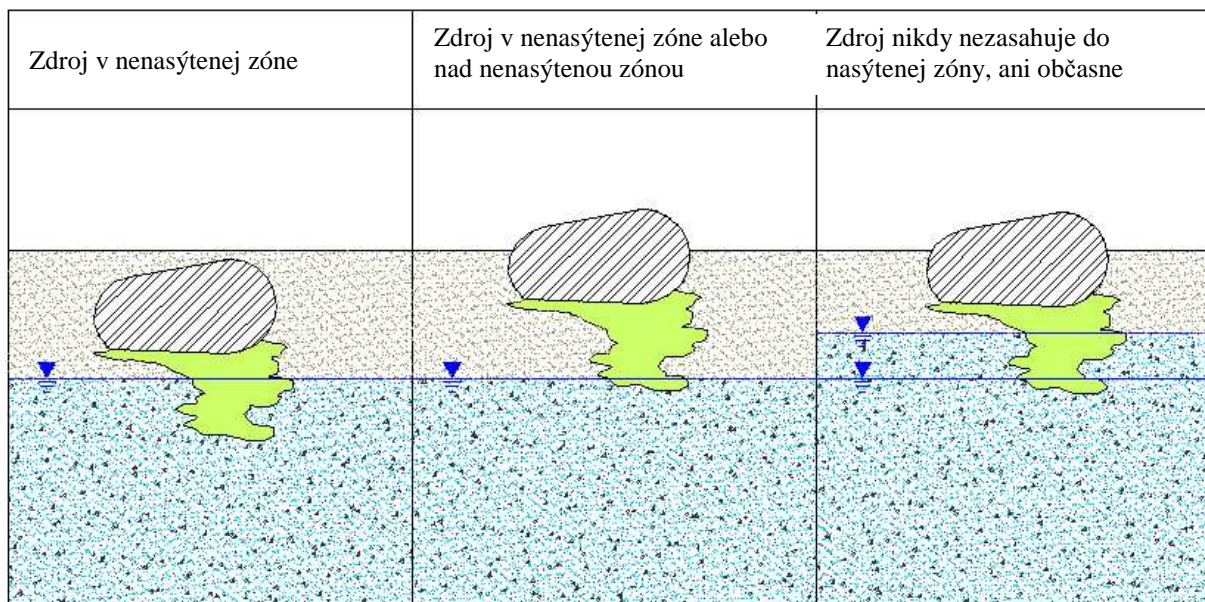
Obr. 3.4.2 Priame vstupy



Nepriame vstupy sú charakterizované „vypúšťaním“ (vstupom) do podzemných vôd po perkolácii (po prechode) cez pôdu alebo zeminu, ako je prezentované na obr. 3.4.3.



Obr. 3.4.3 Nepriame vstupy



Niektoré príklady typov priamych a nepriamych vstupov sú prezentované v prílohe 3 príručky.

### 3.4.9 Čo znamená termín “Zabráň a obmedz” (prevent and limit)?

Cieľom tejto príručky je naznačiť členským štátom v ktorých prípadoch sú vyžadované preventívne a zabraňujúce opatrenia, a aké druhy opatrení by mohli byť aplikované. Koncept prevencie zabraňovania je zameraný na poskytnuti nástrojov prevencie resp. Obmedzovania vstupu nežiadúcich látok do podzemných vôd tak, aby k znečisťovaniu vôd nedochádzalo. Pre realizáciu toho cieľa členské štáty musia brať do úvahy prinajmenšom tie látky, ktoré sú uvedené v RSV Prílohe VIII (indikatívny zoznam hlavných polutantov).

Zloženie podzemnej vody prírodného pôvodu rozdielne podľa geologických podmienok a nekontaminované antropogénnymi látkami či substanciami, je to o čo by sme sa mali snažiť pri využívaní podzemných vôd. Látkami, ktorým preventívnymi opatreniami treba zabrániť aby prenikli (vstúpili) do podzemných vôd, sú tie, ktoré sa nevyskytujú prirodzene v zmysle uvedenom vyššie a ktoré členské štáty považujú za nebezpečné či rizikové, vrátane tých,

ktoré sú uvedené v RSV Prílohe č. VIII (body 1 až 9). Látkami, ktorých vstup do podzemných vôd by mal byť obmedzený, tak aby znečistenie nevzniklo, sú všetky ostatné polutanty.

To je podstatne odlišné oproti požiadavke „prevent and limit“ existujúcej Smernice pre podzemnú vodu, ide teda o „vzdialenie sa“ od predchádzajúcich dobre známych „zoznamov“ látok (Zoznam 1 a Zoznam 2). Určité členské štáty (ako napr. Veľká Británia) vykonali množstvo obecných testov, ktoré môžu byť využité pri určovaní či látka môže alebo nemôže byť uvažovaná pre Zoznam 1 alebo Zoznam 2, a to by mohlo pomôcť vytvoriť bázu pre posudzovanie či látka je nebezpečná (riziková), hoci určité modifikácie by sa museli predpokladať.

Princíp „zabráň“ (prevent) preto znamená zámer zabrániť vstupu nebezpečných látok do nasýtenej zóny, berúc do úvahy geologické a hydrogeologické procesy a pravdepodobnosť zmien v rozkyve hladiny podzemnej vody v danej konkrétnej lokalite.

Princíp „obmedz“ (limit) je potom relevantný všetkým ostatným polutantom. V tomto ohľade ukladanie na povrchu by malo brať do úvahy potenciál pre atenuáciu (samovoľné odbúravanie) v nenasýtenej zóne pomocou biotických a abiotických procesov.

Mali by byť brané do úvahy tiež procesy v nasýtenej zóne, ktoré budú rezultovať do samovoľného odúravania v dôsledku lokalizácie alebo zriedňovania tak, aby pre receptory nehrozilo žiadne nebezpečenstvo a aby sa nezaložil trvalý trend vzrastu koncentrácie nebezpečnej látky.

Navyše, mal by sa brať do úvahy aj potenciál látky tvoriť nebezpečné látky v dôsledku transformácie v nenasýtenej alebo nasýtenej zóne. Ak by k tomu malo dochádzať, potom látka by mala byť v kategórii aby sa jej zabránilo vstupu do podzemných vôd.

Pojem „obmedz“ (limit) preto znamená obmedziť vstup všetkých látok do nasýtenej zóny, berúc do úvahy samočistiacu schopnosť v nenasýtenej zóne a nasýtenej zóne tak, aby nenastal nijaký významný nárast alebo trvalý vzrastajúci trend v koncentrácii látky v čase, a aby nedošlo k znečisteniu podzemných vôd. Pojem „obmedz“ teda znamená, že určité množstvo vstupu látky do podzemných vôd je dovolené.

### 3.4.10 Konceptný hydrogeologický model

Konceptný hydrogeologický model je schematizáciou kľúčových hydraulických, hydrochemických a biologických procesov aktívnych v útvare podzemnej vody. Takáto charakteristika je podstatná pre pochopenie základných fyzikálnych, chemických a biologických procesov ovplyvňujúcich kvalitu podzemných vôd. Pretože kvalitatívne a kvantitatívne problémy podzemných vôd môžu byť iniciované prostredníctvom nenasýtenej zóny, ich schematizácia by mala byť tiež zahrnutá, kde si to situácia vyžaduje.

Schematizácia systému a kvantifikácia procesov je nevyhnutnou súčasťou konceptného pochopenia systému podzemných vôd, definuje jeho základné kvalitatívne parametre a ich variabilitu a poskytuje spoľahlivú základňu pre rozhodovací proces v budúcnosti. S ohľadom na priame a nepriame vstupy konceptný model umožňuje základné hodnotenie samočistiacich mechanizmov relevantných vstupujúcich látok a hodnotenie kvality podzemných vôd.

Príručky pre CHM stanovenie sú k dispozícii v angličtine (UK-EA 2001) a nemčine (FH-DGG 2002a, 2002b).

### 3.4.11 Ako ohodnocovať vstupy

#### Oporné (porovnávacie) body (Compliance points)

Ako pomôcku pre určovanie toho či výpúšťanie znečistených vôd je akceptovateľné alebo pri rozhodovaní do akej úrovne by sme mali vyčistiť lokalitu pri riešení historického znečistenia, potrebujeme stanoviť oporné (porovnávacie) hodnoty (pozri priloženú vysvetlivku) na jednom alebo na viacerých porovnávacích bodoch.

Oporná (porovnávací) hodnota (Compliance value) reprezentuje prahovú hodnotu, ktorá, za predpokladu, že nie je prekročená, zabráni aby nebol prekročený environmentálny štandard v mieste receptora. Oporné (porovnávací) hodnoty sa typicky vzťahujú na ochranu využívaných vôd ako je zásobovanie pitnou vodou alebo ochrana povrchových vôd. Avšak, hodnoty z iných legislatívnych aktov (hodnoty Normy pre pitnú vodu – Drinking Water Standard, hodnoty Normy pre environmentálnu kvalitu – Environmental Quality Standard EQS) by nemali byť používané automaticky bez dodatočného zhodnotenia ich relevantnosti (reprezentatívnosti), zvlášť kde je „compliance regime“ rozdielny. Nesprávne použitie



takýchto štandardov môže viesť k nadhodnoteným alebo podhodnoteným ochranným opatreniam zdroja podzemnej vody.

Existujú 2 typy oporných (porovnávacích) bodov:

- 1) teoretický bod v rámci modelu pre výpočet akceptovateľnej koncentrácie vo vypúšťaných vodách alebo požadovanej úrovne vyčistenia kontaminovanej lokality
- 2) fyzický monitorovací bod (napr. pozorovací vrt) pre účely kontrolného merania súladu s povolenými limitnými hodnotami alebo hodnotami stanovenými pre proces čistenia vôd.

Porovnávací bod (compliance point) môže byť buď na mieste samotného receptora alebo v bode medzi receptorom a zdrojom znečistenia – z praktických dôvodov posledne menovaný bod by mal byť nevyhnutný alebo viac žiadúci. Kde je „compliance point“ umiestnený medzi receptor a predmetnú lokalitu, porovnávacie hodnoty (compliance values) sú založené na predpovedných efektoch zriedňovania a samočistiacich mechanizmov resp. degradačných mechanizmov v smere prúdenia podzemnej vody k receptoru.

Je nevyhnutné aplikovať dostatočné “bezpečnostné” opatrenie v mieste “compliance point” aby sa dosiahli požadované štandardy ochrany v mieste receptora.

Pre účely tejto príručky sú identifikované 4 rozdielne porovnávacie body (oporné body – points of compliance) – POC:

- POC 0: tento POC je lokalizovaný naspodu (at the bottom) zdroja znečistenia v nenasýtenej zóne (pre bodové zdroje rovnako ako pre difúzne zdroje). Môže byť popísaný ako bod v ktorom dotácia znečisťujúcej látky vstupuje do životného prostredia. Pre priamy vstup je POC 0 totožný s POC 1. Cieľom určenia POC 0 je ohodnotiť o akú suitu znečisťujúcich látok sa jedná a či akvifér (zvodnenec) môže byť ovplyvnený.
- POC 1: tento POC je lokalizovaný pri vrchu hladiny podzemnej vody pre kontrolu či znečisťujúce látky dosiahli podzemnú vodu (nasýtenú zónu)
- POC 2: tento POC je lokalizovaný v smere hydraulického gradientu od vstupu znečistenia medzi POC 1 a receptorom. Cieľom tohoto POC je poskytnúť včasné varovanie, že receptor môže byť negatívne ovplyvnený. Je tiež využívaný počas procesu rizikovej analýzy na predpovedanie potenciálneho impaktu v dôsledku

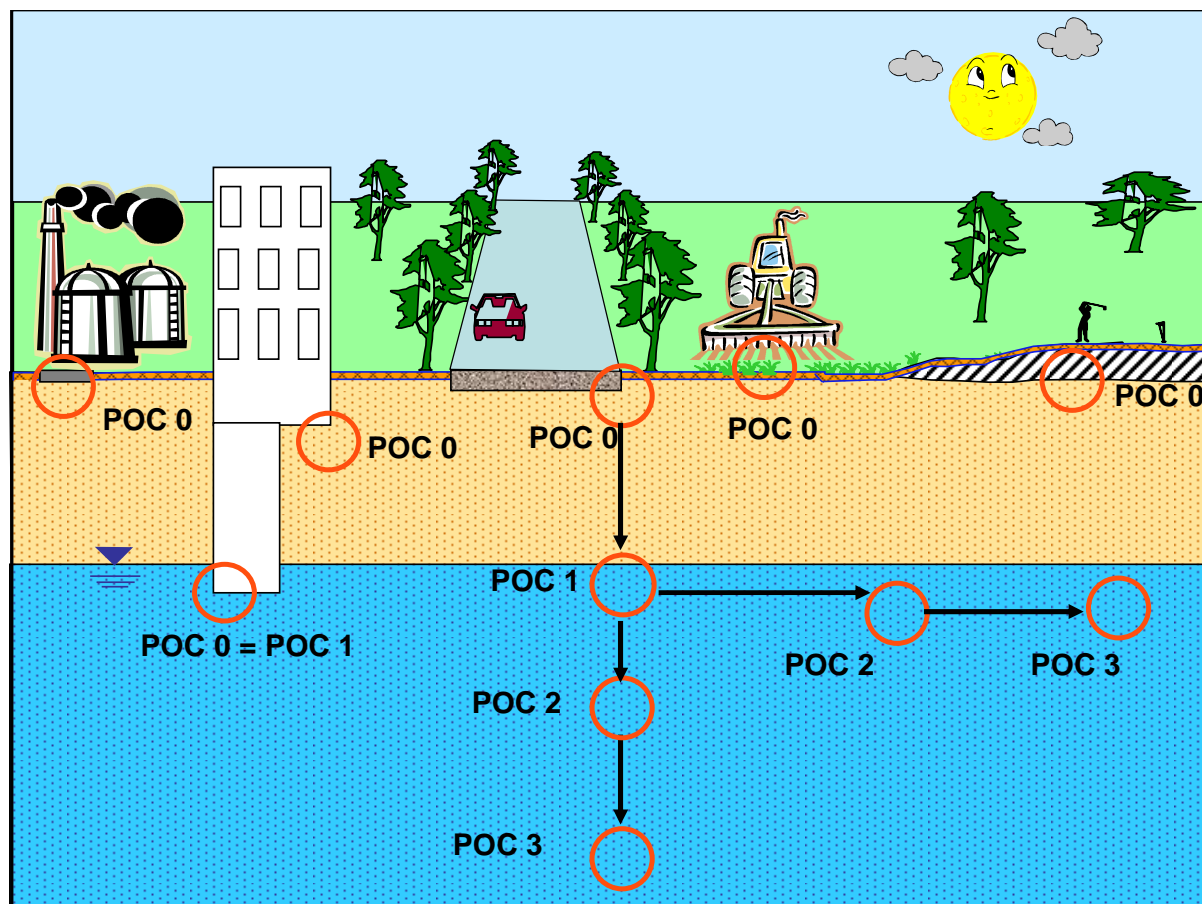
dotácie znečistenia do systému. POC 2 môže byť lokalizovaný ako v horizontálnom tak aj vo vertikálnom ponímaní šírenia sa znečistenia v systéme.

- POC 3: tento bod je využívaný na monitorovanie impaktu (negatívnych vplyvov) v mieste (priestore) receptora. Ak riziková analýza ukazuje, že znečisťujúca látka bude prevyšovať “compliance value” v tomto POC, potom je pravdepodobné, že znečistenie sa tu vyskytlo ako dôsledok vstupu znečisťujúcich látok do systému. V tomto prípade bude potrebné prijať opatrenia a kontrolné aktivity aby sa tieto negatívne vplyvy eliminovali, alebo aby sa realizovaná ľudská aktivita ukončila či pozastavila (aby nebola povolená).

Tieto POC body sú ilustrované graficky na obr. 3.4.4.

Na obr. 3.4.4 POC 0 vľavo, v prípade lokality priemyselného závodu, by mal zistiť inventarizáciu (poznanie) znečisťujúcich látok, ktoré sú prítomné v podložných zeminách alebo môžu podložné zeminy dosiahnuť, ich vlastnosti (napr. či sú nebezpečné, ich fyzikálno-chemické charakteristiky – náchylnosť na degradáciu, možnosti evaporácie, a pod.) a možnosti vstupu do podložných zemín (existuje izolácia podlažia?, je vybudovaný drenážny systém?). Ak základy bodov a zariadení dosahujú do úrovne podzemných vôd, POC 0 bude tiež indikovať látky, prítomné v základových materiáloch, ich vlastnosti a ich náchylnosť uvoľňovať sa z materiálov do podzemných vôd. Kde sú stavebné materiály situované v nenasýtenej zóne, zhodnotenia POC 0 sa podobne budú týkať uvoľňovania látok z materiálov, ale nebudú zahrňovať vstup do podzemnej vody, pretože migrácia cez nenasýtenú zónu je krok hodnotený v mieste POC 1. V prípade skládok odpadov (landfills), uložená kontamnovaná pôda/zemina a banská hlušina, atď. POC 0 by ma byť situovaný na rozhranie medzi izolačnú vrstvu, ak je prítomná, a jej podlažie. V prípade poľnohospodárskej aplikácie látok pri ošetrovaní polí (pesticídy, umelé hnojivá, maštalný hnoj) určitý prienik použitých látok do hlbších častí pôdnej vrstvy sa nepochybne bude uskutočňovať v dôsledku faktorov ako je voľná štruktúra pôdy a podložných zemín. POC 0 by mal byť preto situovaný v určitej hĺbke, typicky niekoľko dm, kde prítomnosť skúmaných látok sa môže považovať za indikatívnu vo vzťahu k ich potenciálu migrovať smerom k zvodnencovi.

Obr. 3.4.4 Porovnávacie (oporné) body



### Parametre

Údaje, ktoré sú potrebné k hodnoteniu, závisia na type vstupov a na hydrologických, fyzikálnych a chemických charakteristikách relevantných pôd, zemín či podložných hornín. Tieto určujú aký druh špecifických znečisťujúcich látok možno očakávať v záujmovej oblasti (Príloha 5). Vo vzťahu k uvedenej schéme, hodnotenie transportných, degradačných a konverzných procesov vyžaduje kombináciu hydraulických a rôznych hydrochemických parametrov (Príloha 5). Ak identifikujeme relevantné indikátory, potom je možné monitorovať mechanizmy kontrolujúce šírenie sa znečisťujúcich látok z priamych a nepriamy vstupov.

Návody na výber receptorov a oporných (porovnávacích) bodov

### 3.4.12 Pre plánované vypúšťanie znečistených vôd:

Ako bolo povedané predtým, výpuste, emisie a straty, zahrňujúce nebezpečné látky, nesmú rezultovať do vstupu týchto látok do podzemných vôd. Receptorom je samotná podzemná voda a preto všetky návrhy zahrňujúce nebezpečné látky by mali byť posudzované v porovnávacom bode POC 1 (pri hladine podzemnej vody). Pre návrhy zahrňujúce látky, ktoré nie sú nebezpečné, hodnotenie si vyžaduje zaistiť, aby látky neprekročili akceptovateľné koncentrácie v podzemnej vode, tak aby k znečisteniu (alebo k významnému a trvale vzrastajúcemu trendu) nedošlo. Vyhovujúci stav (compliance) by mal byť hodnotený v POC 2 a 3 v závislosti na receptore.

### 3.4.13 Pre vypúšťanie z historicky kontaminovaných lokalít:

Vyčistenie lokality by malo byť smerované k zabráneniu aby žiadne nebezpečné látky nemohli vstupovať do podzemných vôd, iba ak môže byť preukázané (demonštrované) rizikovou analýzou a “cost benefit” analýzou, že toto je neuskutočiteľné.

Keď už k znečisteniu podzemných vôd došlo, potreba sanácie a intenzita (stupeň) sanácie budú určované receptormi, ktoré by mohli byť, alebo ktoré sú poškodzované. Primárnym cieľom sanačnej stratégie je zabrániť vzniku znečistenia alebo redukovať riziko ďalšieho znečistenia.

### 3.4.14 Fyzikálne obmedzenia

Faktory ako sú existujúce a budúce využitie územia, vlastníctvo pôdy, topografia, alebo obmedzenia budúceho rozvoja systému podzemnej vody môžu ovplyvniť rozhodnutia o tom či receptor môže byť opodstatnene lokalizované v smere prúdenia podzemnej vody v zmysle toho, čo bolo povedané doposiaľ. Prioritizácia podľa veľkosti potenciálneho znečistenia je významným faktorom. Časový účinok efektov malého bodového znečistenia môže byť badateľne menší, než ten, ktorý je viazaný napr. na skládky, ktoré môžu mať negatívne vplyvy na životné prostredie po niekoľko desaťročí. Nepchybne, väčšia pozornosť je vyžadovaná keď robíme predpoklady o takých záležitostiach ako je vlastníctvo pozemkov v prípade možných rozsiahlych a dlhodobých negatívnych dopadov znečistenia.

*Existujú rozdiely v definícii receptorov v členských štátoch.*

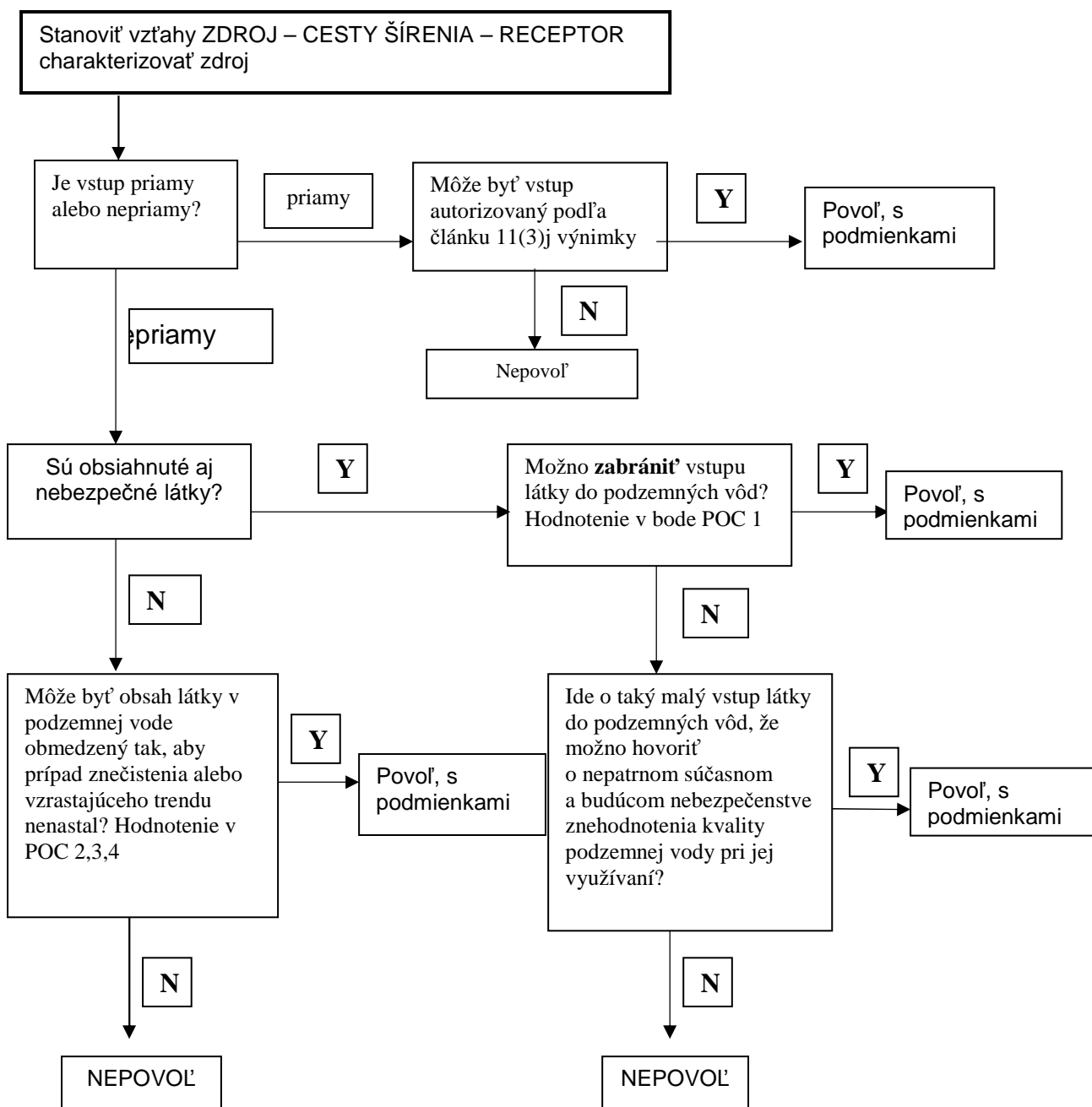
*V Európe je rozdielne chápanie pojmu receptor. V niektorých členských štátoch samotná podzemná voda je chápaná ako receptor, nezávisle na jej využívaní. V iných členských krajinách definícia pojmu receptor je silne viazaná na špecifické využívanie vody alebo jej funkciu v životnom prostredí (napr. studňa pre odber pitnej vody). Táto príručka musí byť preto „ušitá“ na jednotlivé špecifické podmienky.*

### **3.4.15 Hodnotenie nových aktivít**

Keď hodnotíme či nové aktivity, ktoré môžu rezultovať do vstupu znečisťujúcich látok do podzemných vôd, sú akceptovateľné, tj. či vyhovujú požiadavkám RSV, potrebujeme odpovedať na niekoľko otázok pre každú predmetnú látku, menovite:

- Je vstup taký malý že môžeme považovať za nerelevantné akékoľvek súčasné či budúce nebezpečenstvo znehodnotenia kvality využívanej podzemnej vody?
- Je vstup priamy alebo nepriamy?
- Je látka nebezpečná alebo nie je nebezpečná?
- Môžu byť predložené opatrenia a dostatočná kontrola aby sa zabránil alebo obmedzil vstup látky do podzemných vôd?

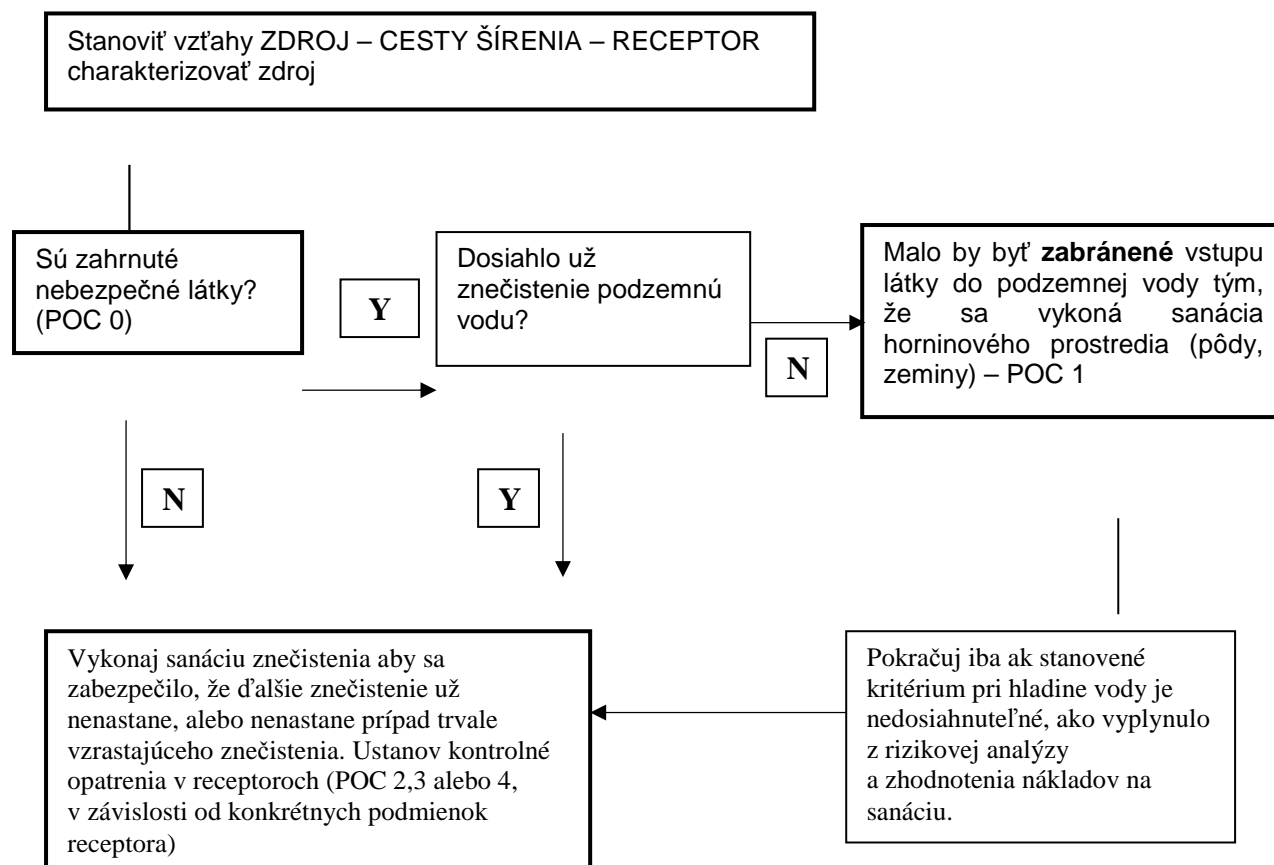
Nasledujúci diagram predstavuje „rozhodovací strom“ pre vyššie uvedené rozhodovanie.



Obr. 3.4.5 Ukážka rozhodovacieho systému pre hodnotenie nebezpečnosti látok na vstupe pri nových aktivitách

### Hodnotenie historických zdrojov znečistenia

Pre existujúce znečistenie podzemných vôd alebo kontaminované pôdy a zeminy, ktoré môžu spôsobovať znečistenie podzemných vôd, je otázka či ide o priamy alebo nepriamy vstup, už nerelevantná. Je ale potrebné ohodnotiť či znečistenie už dosiahlo podzemné vody a aká úroveň sanácie (vyčistenia vôd) je požadovaná.



Obr. 3.4.6 Ukážka rozhodovacieho systému pre hodnotenie nebezpečnosti látok na vstupe v prípade už existujúceho znečistenia

### 3.4.16 “Defenzívny” a “statusový” monitoring (Defensive and Status monitoring)

Monitoring diskutovaný v tomto metodickom dokumente je doplňujúci (komplementárny) k monitoringu popísanému v metodickom dokumente Pracovnej skupiny C, Návrhová skupina 1 – Monitoring podzemných vôd. Uvedený dokument poskytuje návod na ustanovenie programov monitoringu podzemných vôd ako je požadované RSV. Sústreďuje

sa hlavne na kontrolný (dozorový) a operačný (surveillance and operational) monitoring, tj. ten, ktorý je vyžadovaný pre charakterizovanie útvarov podzemných vôd a stanovenie kvalitatívneho stavu útvarov podzemných vôd. Cieľom tejto časti je popísať defenzívny (defensive) monitoring.

### **3.4.17 Cieľ defenzívneho (defensive) monitoringu**

Monitoring kvality podzemných vôd je vyžadovaný pre hodnotenie efektívnosti opatrení prijatých pre prevenciu alebo obmedzenie vstupov znečisťujúcich látok a/alebo opatrení pre zabránenie zníženia úrovne kvalitatívneho stavu podzemných vôd. Hoci dozorové (surveillance) a operačné programy monitorovania prispievajú podstatne k vyššie uvedenému, môže sa vyskytnúť potreba špecifických doplnkových monitorovacích programov s cieľom detekovať impakty z bodových a plošných zdrojov znečistenia. Tento defenzívny monitoring je odlišný od strategického monitoringu (surveillance and operational), ktorý sa sústreďuje na prehľadnejšiu mierku útvaru podzemnej vody (kvôli detailom pozri inú príručku monitoringu). Defenzívny monitoring by mal byť založený na koncepčnom modeli (na koncepčnom chápaní systému) predmetného systému podzemných vôd a na tom ako priame a nepriame vstupy vzájomne reagujú s týmto systémom (viď predchádzajúcu časť).

Defenzívny monitoring tohoto typu je navrhovaný primárne na zabezpečenie informácie o podmienkach na lokalite a na autorizácie v prípadoch regulovaných aktivít (aktivít podliehajúcich povoľovaciemu procesu), alebo pre ciele charakterizácie špecifických impaktov na lokalite a pri návrhu a hodnotení akčných programov sanačných aktivít. Schéma defenzívneho monitoringu by mala poskytnúť dostatok informácií pre hodnotenie či vstupy nemajú neakceptovateľné impakty na podzemnú vodu. Akceptabilita vstupov je určovaná podstatou samotných látok, typom vstupu do systému a tým, či sa už znečistenie vyskytuje (ako bolo popísané v predchádzajúcich častiach).

#### Návrh defenzívneho monitoringu

Potreba a rozsah defenzívneho monitoringu bude v mnohých prípadoch determinovaná národnou legislatívou členských štátov o povoľovacích procesoch a sanácii kontaminovaných území. Tento typ monitoringu je často lokalizovaný v rámci malej oblasti (časti) útvaru podzemnej vody, na rozdiel od monitoringu typu väčších (prehľadnejších)



mierok. Defenzívny monitoring vždy vyžaduje plánovanie typu „od prípadu k prípadu“ pre určenie parametrov, frekvencie a lokalizácie monitorovacích bodov.

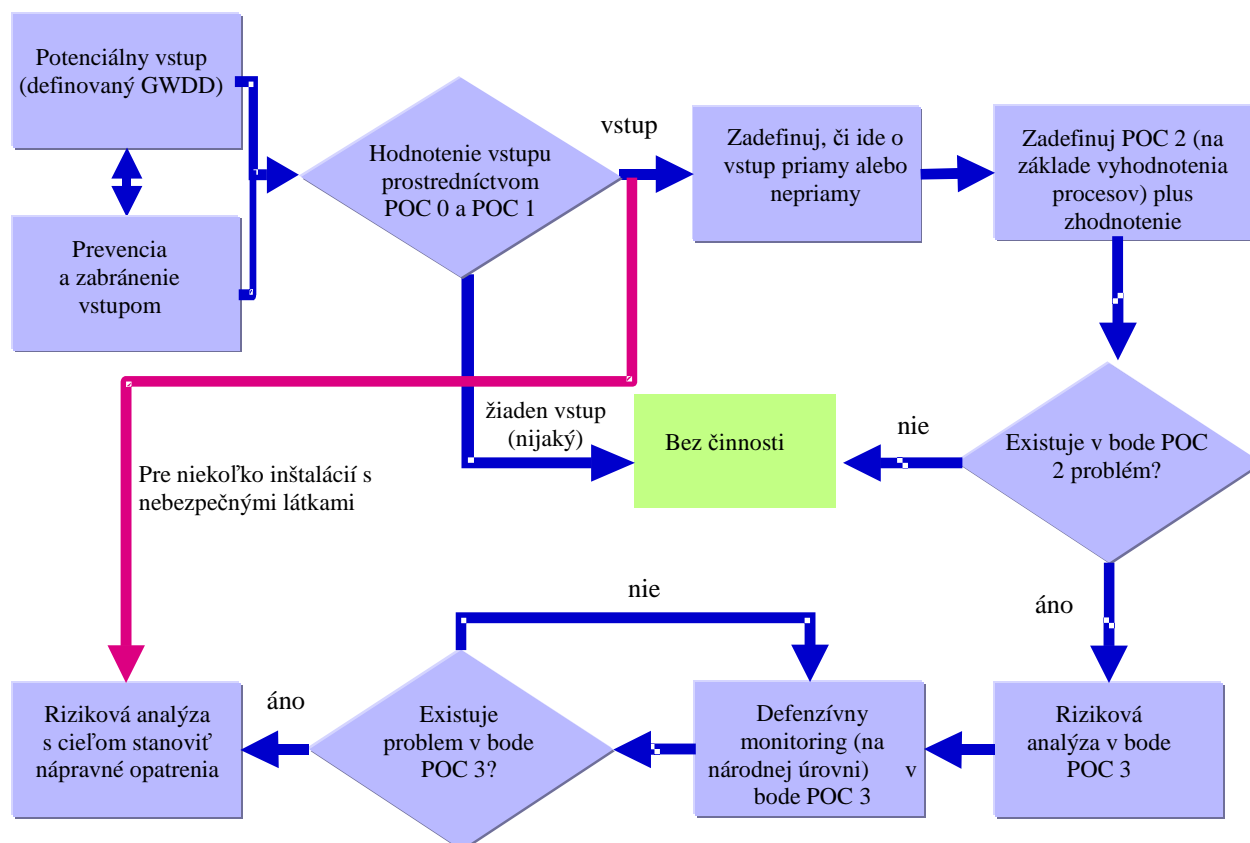
Keď navrhujeme programy defenzívneho monitoringu musia byť zohľadnené nasledujúce potreby:

- Intervaly monitoringu musia brať do úvahy správanie sa (napr. migračné parametre) známych znečisťujúcich látok a ich degradačné produkty.
- Hĺbka monitoringu v rámci každého monitorovacieho vrtu (studne) by mala byť závislá na podstate vstupu, napr. LNAPL/DNAPL (LNAPL: Light non aqueous phase liquid; DNAPL: Dense non aqueous phase liquid).
- Parametre monitorované na každom vrte (studni) by mali byť indikatívne pre typ znečisťujúcej látky a ich očakávanému efektu. Možné indikačné parametre (redox, pH, vodivosť, teplota, chemické prvky podľa obsahu solí a iné) by mohli byť využité na korekciu monitorovania.
- Nákladovo – zisková analýza (cost benefit analysis) počtu vrtov oproti hladine informácie, ktorá môže byť obdržaná.

Geometria monitoringu bude závisieť na definícii oporných bodov (points of compliance), ktoré naopak silne závisia na charakteristikách útvaru podzemnej vody, popísanému v koncepčnom hydrogeologickom medely a na legislatívnych požiadavkách.

## Nové kapitoly (New Sections):

### Opatrenia



Obr. 3.4. 7 Prehľad ako organizovať opatrenia

Výnimky

Zákazy

Vstupy nie sú povinne (vynútene) riešené v intenciach povoľovacieho procesu, určité typy vstupov sú riešené prostredníctvom legislatívy alebo „good practices“.

RSV (Čl. 113(j)) zakazuje všetky priame vypúšťania znečšťujúcich látok do podzemných vôd, s určitými výnimkami:

1. Členské štáty môžu autorizovať reinjektáž do toho istého zvodnenca (akviféru) využívaného pre geotermálne účely.

Môžu tiež autorizovať, za špecifikácie podmienok, nasledovné:

2. injektáž vody obsahujúcej látky rezultujúce z činností pre vyhľadávanie a ťažbu uhlíkovodíkov alebo pri banských aktivitách, ako aj injektáž vody pre technické účely, do geologických formácií z ktorých boli uhlíkovodíky alebo iné látky vyťažené, alebo do geologických formácií ktoré sú z prirodzených dôvodov trvale nevhodné pre iné účely. Takéto injektáže by nemali obsahovať látky iné ako tie, ktoré rezultovali z operácií, popísaných vyššie.
3. reinjektáž čerpanej vody z baní a kameňolomov alebo spojených s výstavbou alebo údržbou civilných inžinierskych diel
4. injektáž prírodného plynu alebo skvapalneného palivového plynu (LPG) pre uskladňovacie ciele do geologických formácií, ktoré sú z prirodzených dôvodov trvale nevhodné pre ďalšie účely
5. injektáž prírodného plynu alebo skvapalneného palivového plynu (LPG) pre uskladňovacie ciele do iných geologických formácií tam, kde je to nevyhnutne potrebné z bezpečnostných dôvodov pri dodávke plynu, a kde injektáž je takého charakteru, že je prevenciou pred akýmkoľvek súčasným či budúcim nebezpečenstvom znehodnotenia kvality akejkoľvek využiteľnej vody
6. stavebníctvo, civilné inžinierstvo a výstavba budov a podobné aktivity na alebo v podožných horninách, ktoré dochádzajú do styku s podzemnou vodou. Pre tieto ciele, členské štáty môžu stanoviť, že takéto aktivity musia byť riešené tak ako keby boli autorizované za predpokladu, že sú vykonávané v súlade s všeobecne záväznými pravidlami stanovenými členskými štátmi ohľadom takýchto aktivít
7. vypúšťania (discharges) malých množstiev látok pre vedecké účely pre charakterizáciu, ochranu alebo sanáciu útvarov podzemných vôd, striktne limitujúc tieto množstvá na nevyhnutne potrebné pre dané stanovené ciele za predpokladu, že takéto vypúšťania

nehrozia dosiahnutie environmentálnych cieľov stanovených pre daný konkrétny útvar podzemnej vody.

RSV nekladie žiadne špecifické požiadavky čo sa týka nepriamych vstupov, iné ako je požiadavka dosiahnuť ciele Článku 4 (1) (b).

## Príloha 1A-4

### 3.5 „Hodnotenie chemického stavu podzemnej vody podľa Rámcovej smernice o vode – manažment bodových zdrojov znečistenia“

(Metodická príručka, Ministerstvo životného prostredia SR, marec 2006)

#### 3.5.1. Úvod

V decembri 2000 bola prijatá smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky, skrátene nazývaná Rámcová smernica o vode (ďalej len RSV), ktorá poskytuje legislatívny rámec pre komplexnú ochranu všetkých vôd v rámci územia Európskej únie. Do kontextu komplexnej ochrany vôd spadá aj riešenie bodových zdrojov znečistenia/kontaminovaných lokalít. V tejto oblasti Slovensko nielenže značne zaostáva za ostatnými členskými štátmi, ale má už v súčasnosti sklz pri plnení niektorých požiadaviek RSV.

Tento dokument, ktorý bol vypracovaný v súlade s harmonogramom prác pre implementáciu RSV, je zameraný predovšetkým na problematiku hodnotenia a manažmentu bodových zdrojov znečistenia, vrátane kontaminovaných lokalít. Pretože zásadné princípy riešenia bodových zdrojov znečistenia sa odvíjajú od stratégie integrovaného manažmentu vôd zakotvanej v RSV, úvodná časť dokumentu (kapitola 2) je zameraná na priblíženie legislatívy EÚ a požiadaviek vyplývajúcich z RSV. Dokument treba považovať za odbornú pomôcku, ktorá môže slúžiť ako metodický návod dotknutým subjektom pri riešení bodových zdrojov znečistenia. Je určený predovšetkým odborným organizáciám Ministerstva životného prostredia SR zúčastňujúcim sa na implementácii RSV, orgánom štátnej vodnej správy, priemyselnej a poľnohospodárskej sfére a ďalším potenciálnym záujemcom, ktorí by sa mali aktívne podieľať na implementácii RSV.

Ide o živý dokument, ktorý vychádza zo súčasného stavu informácií a skúseností získaných v rámci procesu harmonizácie spoločného postupu členských krajín EÚ pri implementácii RSV, ktorý je koordinovaný Európskou komisiou. Bude priebežne aktualizovaný a dopĺňaný v nadväznosti na nové poznatky, ktoré sa priebežne spracúvajú vo forme technických dokumentov/usmernení prijímaných na úrovni Európskej komisie.

Komplexná metodika hodnotenia chemického stavu vôd sa vypracúva v rámci projektu „Prehodnotenie zásob podzemných vôd Slovenska“ financovaného z prostriedkov

Kuvajtského fondu pre arabský rozvoj. Metodika má byť vypracovaná do augusta 2006 a následne bude testovaná na pilotnom území hornej časti povodia Hrona. Predkladaný dokument bude súčasťou pripravovanej metodiky.

### **3.5.2 Základné informácie – právny rámec**

#### **3.5.2.1 Rámcová smernica o vode – jej ciele, úlohy, termíny**

RSV ustanovuje rámec pre ochranu všetkých vôd a na vode závislých ekosystémov. Podľa čl. 1 jej cieľom je:

- zabrániť ďalšiemu zhoršovaniu stavu vôd, chrániť a zlepšiť stav vodných ekosystémov, suchozemských ekosystémov a mokradí priamo závislých od vodných ekosystémov
- podporiť trvalo udržateľné využívanie vody založené na dlhodobej ochrane využiteľných vodných zdrojov
- znižovať vypúšťanie a úniky prioritných látok a postupné ukončenie vypúšťania a únikov prioritných nebezpečných látok
- zabezpečiť postupné znižovanie znečistenia podzemnej vody a zabrániť ich ďalšiemu znečisťovaniu
- prispieť k zmierneniu účinkov povodní a sucha.

#### **3.5.2.2 Kľúčovým cieľom RSV je dosiahnutie „dobrého“ stavu všetkých vôd do roku 2015.**

Hlavným nástrojom na dosiahnutie cieľov RSV sú plány manažmentu povodí. Pre ich vypracovanie a zavedenie do praxe sú v smernici stanovené nasledovné úlohy a termíny ich zabezpečenia:

##### **December 2004**

Vypracovať charakteristiky povodí, vyhodnotiť tlaky a dopady na stav vôd, vrátane ekonomických analýz, zostaviť register chránených území.

##### **December 2006**

Zaviest' do praxe monitorovacie programy navrhnuté podľa požiadaviek RSV (základný, prevádzkový, inšpekčný monitoring povrchových, základný a prevádzkový podzemných vôd, monitoring chránených území a monitoring bodových zdrojov znečistenia).

#### **December 2008**

Vypracovať plány manažmentu povodí obsahujúce program opatrení na dosiahnutie dobrého stavu vôd a predložiť ich na verejnú diskusiu.

#### **December 2009**

Schváliť plány manažmentu povodí a vydať ich vyhláškami Krajských úradov ako právne záväzné dokumenty.

#### **December 2012**

Zabezpečiť realizáciu opatrení podľa plánov manažmentu povodí.

#### **December 2015**

Preukázať dosiahnutie dobrého stavu vôd.

### **3.5.2.3. RSV – požiadavky na ochranu podzemných vôd**

Čl. 4 RSV ustanovuje pre podzemné vody nasledovné environmentálne ciele, z ktorých je potrebné vychádzať pri návrhu programu opatrení:

- zaviesť potrebné opatrenia na zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody a zabrániť zhoršeniu stavu všetkých útvarov podzemnej vody
- chrániť, zlepšovať a obnovovať všetky útvary podzemnej vody, zabezpečiť rovnováhu medzi odberom a dopĺňaním podzemnej vody za účelom dosiahnutia dobrého stavu podzemných vôd najneskôr do roku 2015 (okrem opodstatnených výnimiek)
- uskutočniť potrebné opatrenia na zvrátenie akéhokoľvek významného a trvalo vzostupného trendu koncentrácie akejkoľvek znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody.

Čl. 4 pripúšťa výnimky pre dosiahnutie environmentálnych cieľov, ktorými sú:

- predĺženie termínu dosiahnutia dobrého stavu podzemných vôd z dôvodov technickej vykonateľnosti, ktorá presahuje časový harmonogram, neprimeraných nákladov v rámci

časového harmonogramu a prírodných podmienok. Výnimky musia byť náležite zdôvodnené v plánoch manažmentu povodí. Predĺženie termínu pre dosiahnutie dobrého stavu vôd je možné maximálne o 2 plánovacie obdobia, t.j. do roku 2027.

- Stanovenie menej prísnych environmentálnych cieľov pre tie útvary, ktorých prirodzený stav je taký, že dosiahnutie týchto cieľov by bolo neuskutočniteľné alebo neprímerane nákladné. Použitie tejto výnimky je podmienené splnením určitých podmienok stanovených v RSV a uvedením dôvodov v pláne manažmentu povodí.

#### **3.5.2.4. Hodnotenie chemického stavu podzemných vôd**

RSV zavádza nové prístupy k hodnoteniu stavu vôd. Stav povrchových vôd sa bude hodnotiť podľa ekologického a chemického stavu, stav podzemných vôd podľa kvantitatívneho stavu a chemického stavu. Vzhľadom na zameranie tohto dokumentu v ďalšej časti budú uvedené iba informácie týkajúce sa chemického stavu podzemných vôd.

Cieľom hodnotenia chemického stavu podzemných vôd je získať podrobné údaje o súčasnom kvalitatívnom stave podzemných vôd, získať informácie o bodových a plošných zdrojoch znečistenia, vyhodnotiť ich dopad na stav vôd, a na základe týchto údajov vypracovať plán manažmentu povodí, ktorého hlavnou časťou je program opatrení. Ako vyplýva z vyššie uvedených termínovaných úloh RSV celý proces hodnotenia chemického stavu vôd je rozdelený na 3 etapy a končí vypracovaním plánu manažmentu povodí v decembri 2008:

1. Vykonať v rámci charakterizácie povodí vyhodnotenie bodových zdrojov znečistenia (tlakov) a ich dopadov na chemický stav vôd s cieľom určiť tie útvary podzemných vôd, ktoré sú v riziku nedosiahnutia dobrého chemického stavu do roku 2015
2. Zaviesť programy monitorovania chemického stavu vôd
3. Na základe výsledkov monitorovania vyhodnotiť chemický stav vôd, identifikovať hlavné vodohospodárske problémy, stanoviť konkrétne environmentálne ciele vrátane odôvodnenia opodstatnených výnimiek z dosiahnutia dobrého chemického stavu vôd a vypracovať program opatrení.

Z výsledkov každej etapy musí byť vypracovaná národná správa, ktorá musí byť zaslaná na Európsku komisiu 3 mesiace po termíne ukončenia každej etapy.



1. etapa - charakterizácia povodí – identifikácia bodových zdrojov znečistenia a vyhodnotenie ich dopadu na chemický stav vôd

Podľa čl. 5 RSV povinnosťou členských štátov bolo do decembra 2004 vyhodnotiť existujúce tlaky a dopady na chemický stav podzemných vôd. Hodnotenie chemického stavu sa vykonáva pre útvary podzemných vôd. Podľa RSV útvary podzemných vôd, ktoré sú základnými plánovacími jednotkami, predstavujú hydrogeologické celky vymedzené v rámci povodí na základe obdobných geologických, hydrogeologických, hydrogeochemických vlastností zvodnenej vrstvy/kolektora. Podľa metodického materiálu vypracovanom na úrovni Európskej komisie bolo na Slovensku vymedzených 76 útvarov podzemných vôd, v ktorých sa vykonávalo hodnotenie rizika z nedosiahnutia dobrého chemického stavu podzemných vôd (identifikovaných bolo 12 rizikových útvarov v kvartérnych a 19 v predkvartérnych útvaroch). Výsledky hodnotenia sú uvedené v Národnej správe, ktorá bola v marci 2005 zaslaná do Bruselu. Je prístupná na webovej stránke [www.vuvh.sk/rsv](http://www.vuvh.sk/rsv)

Vzhľadom na skutočnosť, že Slovensko nemá urobenú inventarizáciu bodových zdrojov znečistenia v potrebnom rozsahu, vyhodnotenie rizikovosti útvarov možno považovať za predbežné, ktoré sa bude postupne upresňovať a aktualizovať na základe ďalších doplňujúcich informácií a údajov.

2. etapa - zavedenie programov monitorovania chemického stavu podzemných vôd

Čl. 8 RSV vyžaduje zavedenie monitorovacích programov do 22. decembra 2006. Programy monitoringu musia obsahovať aj sledovanie chemického stavu podzemnej vody. Monitorovacia sieť musí byť navrhnutá tak, aby poskytovala ucelený a súhrnný prehľad o chemickom stave podzemnej vody v každom útvare/povodí a umožnila zistiť dlhodobostúpajúce trendy obsahu znečisťujúcich látok v podzemných vodách vyvolaných antropogénnymi vplyvmi.

Monitorovanie chemického stavu podzemných vôd zahŕňa:

- **základné monitorovanie**, ktorého cieľom je doplnenie a overenie spôsobu hodnotenia dopadov a získania informácií na hodnotenie dlhodobých trendov vyplývajúcich zo zmien prírodných podmienok a z antropogénnej činnosti

- **prevádzkové monitorovanie** sa uskutočňuje v obdobiach medzi programami základného monitorovania a jeho cieľom je stanoviť chemický stav útvarov, ktoré boli identifikované ako rizikové a stanoviť prítomnosť akéhokoľvek dlhodobého stúpajúceho trendu koncentrácie ktorejkoľvek znečisťujúcej látky vyvolaného antropogénnymi vplyvmi.

Základný aj prevádzkový monitoring (nazývaný aj štátny monitoring) je zameraný hlavne na **útvár podzemnej vody ako celok**. Ide o monitorovacie programy, ktoré musia byť zahrnuté do národnej monitorovacej siete – ČMS Voda a ktoré musí zabezpečovať Ministerstvo životného prostredia SR prostredníctvom poverenej organizácie.

Štátny monitoring musí dopĺňať monitoring lokálneho charakteru (účelový monitoring), ktorý je potrebné zriadiť na sledovanie možných únikov znečisťujúcich látok do podzemných vôd v okolí bodových zdrojov znečistenia (skládky, priemyselné areály, banská činnosť, vojenské aktivity a pod.).

Účelový monitoring je potrebné zaviesť aspoň:

- v lokalitách, ktoré podľa vyhodnotenia potenciálneho rizika systémom Geoenvirom sa nachádzajú v kategórii najvyššieho rizika
- v lokalitách v ktorých sa nakladá s nebezpečnými látkami v množstvách uvedených v § 39 zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon).

Zásady pre zavedenie monitoringu sú podrobnejšie rozpracované v kapitole 3. Vychádzajú z požiadaviek RSV na monitorovanie chemického stavu podzemných vôd a zároveň z metodického dokumentu pripraveného na úrovni Európskej komisie (Guidance document on the application of the term „Direct and Indirect inputs“ in the context of groundwater Daughter Directive).

Výsledky štátneho a účelového monitoringu budú použité pre hodnotenie chemického stavu podzemných vôd, identifikáciu hlavných vodohospodárskych problémov a vypracovanie návrhu opatrení v plánoch manažmentu povodí.

3. etapa - hodnotenie chemického stavu podzemných vôd

Podľa RSV pre hodnotenie chemického stavu podzemných vôd budú použité 2 kategórie:

- dobrý stav
- nevyhovujúci stav

V RSV je uvedená len všeobecná definícia dobrého chemického stavu podzemnej vody. Podľa tejto definície útvár podzemnej vody je v dobrom stave ak koncentrácie znečisťujúcich látok:

- nepresahujú normy kvality platné podľa iných relevantných právnych predpisov
- nie sú také, aby viedli k nesplneniu environmentálnych cieľov stanovených pre súvisiace povrchové vody, ani k významnému zhoršeniu ekologického alebo chemického stavu takýchto útvarov, ani k žiadnemu významnému poškodeniu suchozemských ekosystémov, priamo závislých na útvare podzemnej vody.

Podľa čl. 17 RSV Rada EÚ a Európsky parlament mali do dvoch rokov od nadobudnutia účinnosti RSV prijať opatrenia na prevenciu a reguláciu znečistenia zamerané na dosiahnutie dobrého chemického stavu podzemných vôd. V prípade ak takýto predpis nebude prijatý do roku 2005, zostáva táto povinnosť na členských štátoch.

V súčasnosti je pripravený návrh dcérskej smernice o ochrane podzemnej vody, ktorý je v druhom čítaní v Európskom parlamente a jej schválenie sa očakáva v najbližších mesiacoch (podľa poslednej informácie jún 2006). Z uvedeného dôvodu túto časť metodologickej príručky je potrebné považovať iba za predbežný návrh vychádzajúci zo súčasného stavu prípravy smernice a prístupov hodnotenia chemického stavu vôd na ktorých sa zhodli členské štáty a ktoré sú zakomponované v aktuálnom návrhu smernice.

Dcérska smernica ustanovuje nasledovné opatrenia na ochranu podzemných vôd, a to:

- kritériá a postupy pre hodnotenie dobrého chemického stavu podzemnej vody
- kritériá pre identifikáciu významných a trvalo vzostupných trendov a pre definovanie počiatočných bodov zvrátenia trendov
- zabránenie/obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemných vôd.

Na hodnotenie chemického stavu sa budú používať nasledovné kritériá:

- normy kvality podzemných vôd, ktoré sa zavádzajú ako jednotný štandard vyjadrujúci maximálnu koncentráciu znečisťujúcich látok v podzemnej vode pre všetky krajiny

Európskej únie. Budú stanovené pre dusičnany (50 mg/l) a pesticídy a ich príslušné metabolity (0,1 µg/l – jednotlivo, 0,5 µg/l – celkovo).

- Prahové/medzné hodnoty predstavujúce limity znečistenia, ktoré stanovujú členské štáty pre ostatné znečisťujúce látky, a to na národnej úrovni, úrovni povodia a úrovni útvaru podzemnej vody. Pri určovaní prahových hodnôt tých látok, ktoré sa môžu vyskytnúť prirodzene aj ako výsledok ľudskej činnosti je potrebné zohľadniť pozadové/prírodné úrovne týchto látok. Prahové hodnoty musia byť stanovené do decembra 2007 a musia byť uvedené v plánoch manažmentu povodí.

Pri hodnotení chemického stavu útvaru podzemnej vody sa bude postupovať tak, že výsledky získané z jednotlivých monitorovacích miest v útvare podzemnej vody sa vyhodnotia spoločne pre útvar ako celok. Vypočíta sa priemerná hodnota výsledkov monitorovania v každom bode útvaru a tieto priemerné hodnoty sa použijú s limitnými hodnotami (normy kvality, prahové/medzné hodnoty). V prípade ak prekročenie limitov v jednom alebo viacerých monitorovacích bodoch nepredstavuje vzhľadom k plošnému rozsahu útvaru významné environmentálne riziko, stav útvaru môže byť označený za dobrý. Musia sa však prijať nevyhnutné opatrenia na ochranu podzemnej vody v miestach v ktorých boli prekročené limitné hodnoty.

Ďalším kritériom pre hodnotenie chemického stavu vôd sú trendy obsahu znečisťujúcich látok v podzemných vodách. Členské štáty musia identifikovať akýkoľvek významný a trvalo vzostupný trend znečisťujúcich látok v podzemných vodách a stanoviť počiatočný bod zvrátenia tohto trendu. Tento počiatočný bod má byť definovaný ako dosiahnutie 75 % parametrických hodnôt noriem kvality a prahových hodnôt. V prípade existujúcich kontaminačných mrakov v útvaroch podzemnej vody, ktoré sú spôsobené bodovými zdrojmi znečistenia a kontaminovanou zeminou, je potrebné vykonať dodatočné hodnotenia s cieľom overiť, či sa znečistenie nešíri, nezhoršuje stav útvaru a či nepredstavuje riziko pre ľudské zdravie a životné prostredie (riziková analýza).

Jedným z hlavných opatrení na ochranu podzemnej vody zakotvených v návrhu dcérskej smernice je zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemných vôd. Termín „úniky“ zahŕňa priame a nepriame vypúšťania do podzemných vôd. Pri identifikácii týchto látok je potrebné sa zamerať najmä na nebezpečné látky, ktorých zoznam je uvedený v prílohe VIII RSV (viď tabuľku nižšie). Osobitnú pozornosť je potrebné zamerať na látky a

skupiny látok v bodoch 1-9, ktoré sa považujú za nebezpečné, resp. obzvlášť škodlivé. Pre tieto látky platí prísnejšia požiadavka zabrániť vstupu do podzemných vôd, pre ostatné znečisťujúce látky sa vyžaduje obmedzenie vstupu do podzemných vôd.

**Tab. 3.5.1: Zoznam hlavných znečisťujúcich látok podľa prílohy VIII RSV:**

1. Organohalogenové zlúčeniny a látky, ktoré môžu vytvárať takéto zlúčeniny vo vodnom prostredí
2. Organofosforové zlúčeniny
3. Organocínové zlúčeniny
4. Látky a prípravky alebo produkty ich rozkladu, ktoré majú dokázateľné karcinogénne alebo mutagénne vlastnosti, alebo vlastnosti, ktoré môžu vo vodnom prostredí, alebo prostredníctvom vodného prostredia ovplyvniť tvorbu steroidov štítnej žľazy, alebo iné endokrinné funkcie
5. Ťažko odbúrateľné uhľovodíky a ťažko odbúrateľné a biologicky akumulovateľné organické toxické látky
6. Kyanidy
7. Kovy a ich zlúčeniny
8. Arzén a jeho zlúčeniny
9. Biocídy a prostriedky na ochranu rastlín
10. Nerozpustné látky
11. Látky, ktoré prispievajú k eutrofizácii (najmä dusičnany a fosforečnany)
12. Látky, ktoré majú nepriaznivý účinok na kyslíkovú bilanciu (merateľné pomocou ukazovateľov BSK, CHSK, atď.).

Na základe uvedeného postupu hodnotenia chemického stavu vôd je potrebné zdôrazniť nutnosť zosúladenia a previazania postupov, ktoré musia prebiehať súbežne na:

- regionálnej úrovni pre útvar podzemnej vody ako celok – zodpovedá Ministerstvo životného prostredia SR a ním riadené organizácie
- lokálnej úrovni vykonávané pre bodové zdroje znečistenia – zodpovedajú jednotliví znečisťovatelia.

Výsledky hodnotenia chemického stavu podzemných vôd sú podkladom pre návrh opatrení, ktorý bude súčasťou plánu manažmentu povodí, ktorý musí byť vypracovaný do decembra 2008 a po schválení vládou SR do decembra 2009 bude právne záväzný.

V súčasnosti sa na úrovni Európskej komisie pripravujú ďalšie metodické dokumenty zamerané na zjednotenie prístupov pri návrhoch environmentálnych cieľov, odôvodnení návrhov pre výnimky z dosiahnutia dobrého chemického stavu a návrhoch plánov opatrení. Pri aktualizácii metodického dokumentu budú tieto časti priebežne dopĺňané.

### 3.5.2.5. Zodpovednosť za plnenie požiadaviek RSV

V nasledovnej tabuľke sú uvedené hlavné subjekty, ktoré budú zodpovedné za plnenie vyššie uvedených požiadaviek RSV.

**Tab.3.5.2: Zodpovednosť za plnenie požiadaviek RSV**

Cieľ/Úloha	Zodpovedný subjekt
Charakterizácia povodí, vyhodnotenie tlakov a dopadov na chemický stav vôd	MŽP SR, SHMÚ, VÚVH, ŠGÚDŠ
Zber a poskytnutie údajov o bodových a plošných zdrojoch znečistenia a znečistených územiach	Priemysel, poľnohospodárstvo, štátna vodná správa
Vytvorenie/dopĺňanie databázy potenciálnych zdrojov znečistenia, vyhodnotenie potenciálneho rizika	SHMÚ, VÚVH,
Vytvorenie databázy znečistených lokalít	VÚVH
Zavedenie základného a prevádzkového monitorovania chemického stavu podzemných vôd	MŽP SR, SHMÚ
Vyhodnotenie účelového monitorovania, vypracovanie rizikovej analýzy	Priemysel a iní znečisťovatelia
Vyhodnotenie chemického stavu podzemných vôd, stanovenie prahových hodnôt	SHMÚ, VÚVH, ŠGÚDŠ
Určenie environmentálnych cieľov, zdôvodnenie výnimiek	MŽP SR, VÚVH, SHMÚ, priemysel a iní znečisťovatelia
Identifikácie hlavných vodohospodárskych problémov	MŽP SR, štátna vodná správa, SHMÚ, VÚVH, správca povodí
Príprava plánu manažmentu povodí a programu opatrení	MŽP SR, SHMÚ, VÚVH, štátna vodná správa, správa povodí, priemysel a iní znečisťovatelia

### 3.5.3 Základné princípy manažmentu bodových zdrojov znečistenia

V procese hodnotenia a manažmentu bodových zdrojov znečistenia podzemných vôd, vrátane kontaminovaných lokalít, je potrebné vychádzať zo základného legislatívneho rámca takéhoto manažmentu. Rámcová smernica o vode, ktorá už bola transponovaná do zákona o vodách č. 364/2004 a jeho vykonávacích vyhlášok, ako aj pripravovaná dcérska smernica o ochrane podzemných vôd takýto rámec poskytuje.

Implementácia požiadaviek vyplývajúcich z uvedených právnych predpisov si vyžaduje zabezpečiť východiskové podklady potrebné pre správny a efektívny manažment bodových zdrojov znečistenia. Medzi základné úlohy patrí stanovenie prahových/medzných hodnôt (limitov) pre každý útvar podzemných vôd, vybudovanie informačného systému o zdrojoch znečistenia, zavedenie programov monitorovania, vyhodnotenie ich vplyvu a dopadu na vodné systémy atď.

Okrem základného legislatívneho rámca je dôležitým prvkom manažmentu zdrojov znečistenia vymedzenie povinností, zodpovednosti, právomocí a metodické usmernenie jednotlivých dotknutých subjektov (znečisťovateľ, orgán štátnej správy, realizačný subjekt atď.) pri napĺňaní celkovej stratégie spoločnosti v oblasti ochrany vôd, smerujúcich k splneniu legislatívnych požiadaviek. V zásade je vhodné strategický prístup rozdeliť do viacerých etáp, ktoré je potrebné zosúladiť so záväznými termínmi uvedenými v Rámcovej smernici o vode:

1. inventarizácia potenciálnych zdrojov znečistenia – ihneď, priebežne
2. prioritizácia potenciálnych zdrojov znečistenia – ihneď, priebežne
3. zavedenie programov monitorovania – december 2006
4. identifikácia a kvantifikácia vplyvu bodových zdrojov znečistenia na vodné systémy – december 2007
5. návrh preventívnych a nápravných opatrení – december 2008
6. realizácia preventívnych a nápravných opatrení – december 2012
7. kontrola a vyhodnotenie účinnosti realizovaných opatrení – december 2015.

Celý proces je založený na riadení rizika a riziková analýza je základným nástrojom pre celý rozhodovací proces manažmentu bodových zdrojov znečistenia, tak ako je rozpracovaný v návrhu metodického dokumentu pripraveného v rámci Spoločnej stratégie implementácie



RSV na úrovni Európskej komisie (Guidance document on the application of the term „Direct and Indirect inputs“ in the context of groundwater Daughter Directive).

### **3.5.3.1. Inventarizácia potenciálnych zdrojov znečistenia**

Prvým zásadným krokom pre manažment zdrojov znečistenia je inventarizácia potenciálnych aktívnych ako aj pasívnych zdrojov znečistenia, vytvorenie ich databázy (registra). Takáto databáza musí obsahovať základné informácie o potenciálnom zdroji znečistenia (lokalizácia, hospodárske aktivity, schéma objektov, zoznam látok, s ktorými sa nakladá, zistené kontaminácie zložiek životného prostredia, produkované odpady atď.) zahrňujúce minulé a súčasný stav.

S tvorbou takejto databázy sa začalo na SHMÚ Bratislava približne pred 5-timi rokmi, kde bola systémom Geoenvirom vytvorená databáza potenciálnych zdrojov znečistenia. V súčasnosti je v nej približne 8 000 bodových zdrojov znečistenia (z toho cca 5 000 skládok), čo predstavuje približne 25-30 % celkového odhadovaného počtu existujúcich bodových zdrojov znečistenia na Slovensku. Do tejto databázy sú vkladané jednak všeobecné informácie o lokalite charakterizujúce činnosť ktorá sa v danej lokalite vykonáva, ale aj údaje špecifické, medzi ktoré patrí najmä zoznam nebezpečných látok s ktorými sa v lokalite nakladá, resp. sa nakladalo v minulosti, s uvedením ich približného množstva. Zber údajov prebiehal prevažne dotazníkovým spôsobom, ktorý je považovaný za najrýchlejší spôsob zberu údajov pre priebežné dopĺňanie databázy potrebnými údajmi. V existujúcej databáze je veľký počet aj priemyselných lokalít, údaje z ktorých boli poskytnuté dobrovoľne na základe zaslaných dotazníkov. Vzor dotazníka je uvedený v prílohe č. 1. Vytvorená databáza potenciálnych zdrojov znečistenia slúži pre predbežnú prioritizáciu potenciálnych zdrojov znečistenia.

### **3.5.3.2. Prioritizácia potenciálnych zdrojov znečistenia**

Vzhľadom na uvedené veľké množstvo potenciálnych zdrojov znečistenia a ich rôznorodosť z hľadiska veľkosti a rizík z nich vyplývajúcich, je nevyhnutné, aby celkový manažment bodových zdrojov znečistenia zahrňoval aj hodnotiaci systém pre ich selekciu a prioritizáciu na základe predbežnej rizikovej analýzy. Pre tento krok manažmentu zdrojov znečistenia sa využíva vyššie uvedený softwarový systém Geoenvirom, ktorý okrem databázového modulu pre inventarizáciu potenciálnych zdrojov znečistenia má zabudovaný aj modul predbežnej



rizikovej analýzy slúžiaci na vyhodnotenie potenciálneho zdravotného rizika a rizika pre povrchové a podzemné vody. Vyhodnotenie je vykonané len na báze údajov spracovaných v informačnom systéme Geoviron a má charakter „screeningu“.

Predbežná riziková analýza a prioritizácia bodových zdrojov sa vypracúva pre tri základné zložky:

- podzemnú vodu
- povrchovú vodu
- zdravotné riziko

Pre každú zložku je priemyselnej lokalite/bodovému zdroju znečistenia pridelené čiastkové skóre. Výsledné skóre je dané súčtom čiastkových skóre a jeho hodnota reprezentuje potenciálne riziko znečistenia. Na základe výsledného skóre potenciálneho rizika sú hodnotené lokality/bodové zdroje znečistenia zaraďované do jednej z troch nasledujúcich skupín:

- lokality s vysokým potenciálnym rizikom
- lokality so stredným potenciálnym rizikom
- lokality s nízkym potenciálnym rizikom.

Tie potenciálne zdroje znečistenia, ktoré budú zaradené do kategórie s vysokým potenciálnym rizikom si budú vyžadovať realizáciu technických opatrení zavedením programov monitorovania, v prípade potreby vykonaním prieskumu znečistenia zložiek životného prostredia (pôdy, podzemná voda, povrchová voda) za účelom overenia znečistenia a jeho rozsahu.

Budovaný systém inventarizácie, predbežného vyhodnocovania rizika a prioritizácie lokalít treba považovať za otvorený. Postupným upresňovaním údajov o potenciálnych bodových zdrojoch znečistenia môže dochádzať k prekategorizovaniu jednotlivých lokalít v prípade, že sa zistia nové skutočnosti, meniace pohľad na rizikovosť lokality.

### **3.5.3.3. Monitorovanie bodových zdrojov znečistenia**

Monitorovanie bodových zdrojov znečistenia (účelový monitoring) je doplňujúcim monitoringom k základnému a operačnému monitoringu zabezpečovaného v rámci štátnej monitorovacej siete (štátny monitoring), ktorý je vyžadovaný Rámcovou smernicou o vode pre vyhodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd. Kým štátny monitoring je zameraný na hodnotenie útvaru podzemnej vody ako celku a za jeho realizáciu je zodpovedný štát, účelový monitoring má lokálny charakter a za jeho zavedenie a realizáciu sú zodpovední prevádzkovatelia/vlastníci bodových zdrojov znečistenia. Pre vyhodnotenie chemického stavu vôd musia byť použité výsledky tak štátneho ako aj účelového monitoringu.

Cieľom účelového monitoringu je zistiť:

- či došlo k úniku nebezpečných, resp. iných znečisťujúcich látok do podzemnej vody
- aký je plošný rozsah a hĺbkový dosah prieniku znečisťujúcich látok do podzemnej vody
- trendy obsahu znečisťujúcich látok v podzemných vodách
- zistiť vývoj znečistenia pre hodnotenie efektívnosti preventívnych alebo nápravných opatrení prijatých na zabránenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody, alebo redukciu či elimináciu znečistenia sanačnými opatreniami.

Návrh účelového monitoringu musí vychádzať z konkrétnej situácie každej posudzovanej lokality. Jeho vypracovaniu musí predchádzať podrobné preskúmanie potenciálneho zdroja znečistenia, ktoré by malo byť zamerané na:

- získanie podrobnejších informácií o činnostiach a zariadeniach, v ktorých môže alebo mohlo dochádzať k únikom znečisťujúcich látok (aj historických), vrátane ich mapového zobrazenia
- vypracovanie zoznamu nebezpečných látok, s ktorými sa na lokalite manipuluje, resp. v minulosti manipulovalo s ich podrobnejšou lokalizáciou v teréne
- preverenie technického stavu zariadení
- vizuálna kontrola územia (mapovanie povrchových prejavov znečistenia)
- zhodnotenie prírodných pomerov územia za účelom zistenia výskytu podzemnej vody, pomerov prúdenia, kvality vody, využívania a pod.
- vyhodnotenie monitoringu ak bol vykonávaný, štatistické vyhodnotenie, vyhodnotenie časových trendov obsahu znečisťujúcich látok v podzemnej vode

- vyhodnotenie sanačných prác, v prípade ak boli na lokalite realizované (pôvodné znečistenie zemín a podzemnej vody, vývoj znečistenia v podzemnej vode – plošný rozsah, trendy a iné).

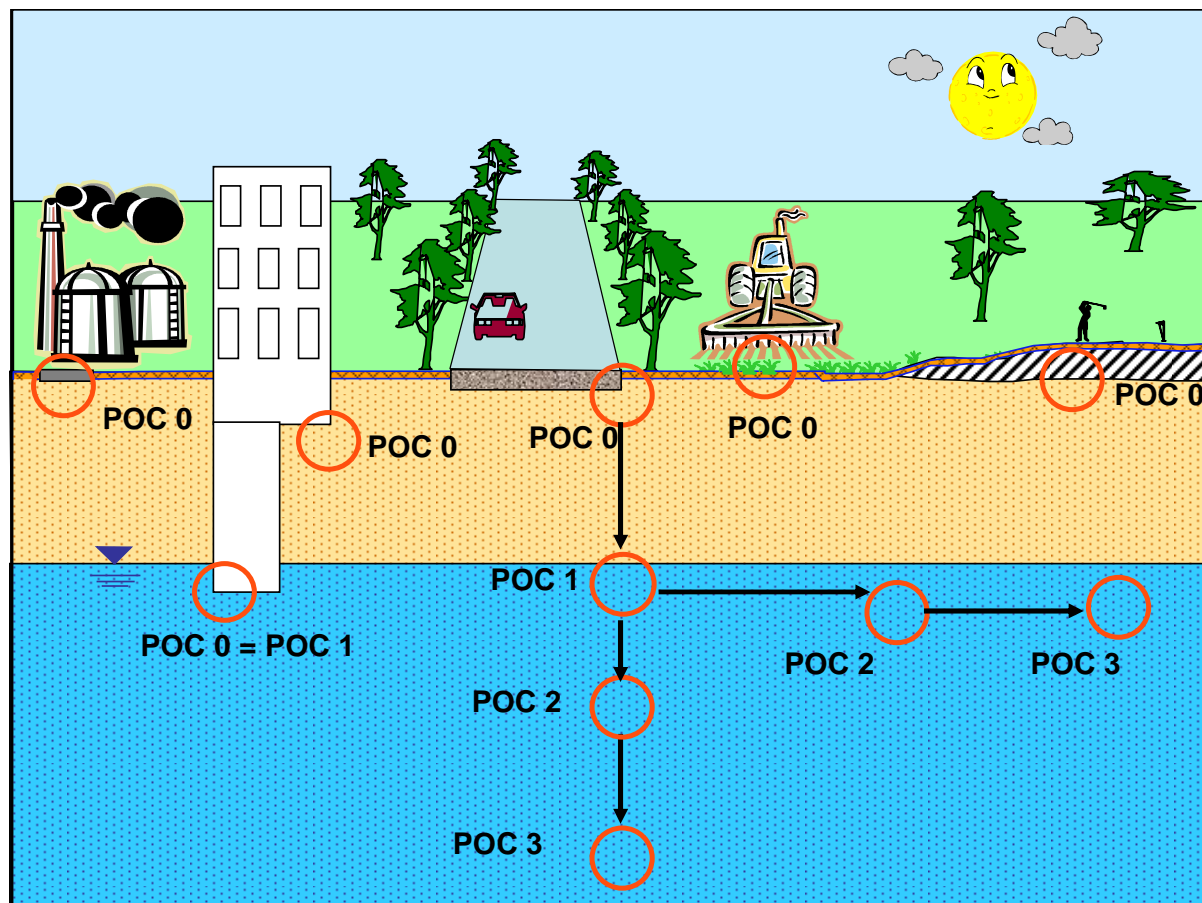
#### Základné zásady pre návrh účelového monitoringu:

- návrh monitoringu musí vychádzať z predpokladaných miest úniku znečisťujúcich látok do podzemnej vody
- pri návrhu je nevyhnutné vychádzať zo smeru prúdenia podzemnej vody
- minimálne 1 objekt je potrebný na zistenie požadovaných hodnôt
- frekvencia pozorovaní a hustota monitorovacej siete musia brať do úvahy správanie sa (napr. migračné parametre) známych znečisťujúcich sa látok a ich degradačné produkty
- monitorované parametre by mali byť indikatívne pre typ znečisťujúcej látky a ich očakávanému efektu pre formuláciu nápravných opatrení
- hĺbkové intervaly monitoringu by mali byť závislé na type zdroja znečistenia a charaktere vstupu znečisťujúcich látok do podlažia (identifikácia možných migračných ciest, preferovaných kanálov, zlomových pásiem, a pod vo vzťahu k typu znečisťujúcej látky – rozpustné vo vode, nerozpustné vo vode – voľné fázy kvapalných znečisťujúcich látok, a pod.), pričom musí byť vykonaná priestorová analýza zvodnelých vrstiev (vzťahy prvého zvodnelého horizontu k izolátorom a ostatným zvodnencom) - geometria monitoringu bude závisieť na definícii oporných bodov (points of compliance), ktoré naopak silne závisia na charakteristikách útvaru podzemnej vody, popísaných v koncepcnom hydrogeologickom modeli a na legislatívnych požiadavkách
- návrh monitoringu musí vychádzať tiež z nákladovo – ziskovej analýzy (cost benefit analysis) počtu monitorovacích objektov, frekvencie a rozsahu pozorovaní vo vzťahu k očakávanej úrovni získanej informácie, potrebnej pre rozhodovací proces (pokračovanie monitoringu, korekcia monitoringu, zastavenie monitoringu, a pod.).

Monitorovacia sieť sa teda navrhne tak, aby poskytovala ucelený pohľad na chemický stav podzemných vôd danej lokality a umožnila zistiť dlhodobé stúpajúce koncentračné trendy znečisťujúcich látok vyvolané antropogénnymi vplyvmi. Počet monitorovacích bodov bude závisieť najmä od plošného rozsahu lokality a počtu bodových zdrojov znečistenia v rámci

priemyselného areálu. Návodom ako postupovať pri návrhu a situovaní pozorovacích bodov je nasledovná obecná schéma (treba však zdôrazniť, že každá lokalita si vyžaduje individuálny prístup na základe poznania konkrétnych podmienok).

**Obr. 3.5.1** Obecná schéma situovania pozorovacích/kontrolných monitorovacích objektov



Pozorovaciu sieť je potrebné navrhnuť tak, aby poskytovala informácie od miesta možného úniku znečisťujúcich látok po predpokladaný receptor (napr. vodárenský zdroj, povrchový tok a pod.). Základom monitorovacej siete sú 4 rozdielne pozorovacie/kontrolné body (Points of Compliance – POC), konkrétne body POC 0 až POC 3 (obr. 3.5.1):

- POC 0: tento bod je lokalizovaný v spodnej časti zdroja znečistenia v nenasýtenej zóne (pre bodové zdroje rovnako ako pre difúzne zdroje). Môže byť popísaný ako bod, v ktorom úniky znečisťujúcej látky vstupujú do životného prostredia. Cieľom

určenia POC 0 je zistiť či došlo k úniku znečisťujúcich látok do horninového prostredia, identifikovať o aké znečisťujúce látky sa jedná a odhadnúť riziko prestupu znečisťujúcich látok do podzemných vôd

- POC 1: tento bod je lokalizovaný na úrovni hladiny podzemnej vody pre kontrolu či znečisťujúce látky dosiahli podzemnú vodu (nasýtenú zónu)
- POC 2: tento bod je lokalizovaný v smere hydraulického gradientu od vstupu znečistenia medzi POC 1 a receptorom. Jeho cieľom je poskytnúť včasné varovanie, že receptor môže byť negatívne ovplyvnený. Je tiež využívaný počas procesu rizikovej analýzy na predpovedanie potenciálneho impaktu v dôsledku dotácie znečistenia do systému. POC 2 môže byť lokalizovaný ako v horizontálnom tak aj vo vertikálnom ponímaní šírenia sa znečistenia v systéme
- POC 3: tento bod je využívaný na monitorovanie dopadu znečistenia v mieste receptora. Ak riziková analýza ukáže, že znečisťujúca látka prevyšuje normy kvality/prahové hodnoty v tomto POC, potom je pravdepodobné, že znečistenie sa tu vyskytlo ako dôsledok vstupu znečisťujúcich látok do zvodneného systému. V tomto prípade bude potrebné prijať technické opatrenia a kontrolné aktivity (napr. rozšírenie monitoringu), aby sa tieto negatívne vplyvy eliminovali, alebo aby sa realizovaná ľudská aktivita ukončila či pozastavila, resp. aby nebola povolená.

Na obr. 1, v prípade lokality priemyselného závodu (POC 0 vľavo), by mal byť urobená inventarizácia možných znečisťujúcich látok a v POC 0 zistiť druh znečisťujúcich látok, ktoré sú prítomné v podložných zeminách alebo môžu podložné zeminy dosiahnuť, ich vlastnosti (napr. či sú nebezpečné, ich fyzikálno-chemické charakteristiky – náchylnosť na degradáciu, možnosti evaporácie, a pod.) a možnosti vstupu do podložných zemín (existuje izolácia podlažia?, je vybudovaný drenážny systém?). Ak základy bodov a zariadení dosahujú do úrovne podzemných vôd, POC 0 bude tiež indikovať látky, prítomné v základových materiáloch, ich vlastnosti a ich náchylnosť uvoľňovať sa z materiálov do podzemných vôd. Kde sú stavebné materiály situované v nenasýtenej zóne, zhodnotenia POC 0 sa podobne budú týkať uvoľňovania látok z materiálov, ale nebudú zahrňovať vstup do podzemnej vody, pretože migrácia cez nenasýtenú zónu je krok hodnotený v mieste POC 1. V prípade skládok odpadov alebo úložísk po banskej činnosti (uložená kontaminovaná pôda/zemina, banská hlušina, flotačné kaly atď.) POC 0 by mal byť situovaný na rozhranie medzi izolačnú vrstvu, ak je prítomná, a jej podlažie. V prípade poľnohospodárskej výroby a aplikácie látok pri ošetrovaní polí (pesticídy, umelé hnojivá, maštalný hnoj) určitý prienik použitých látok do

hlbších častí pôdnej vrstvy sa nepochybne bude uskutočňovať v dôsledku faktorov ako je napríklad viac či menej vysoká priepustnosť pôd a podložných zemín, atď. POC 0 by mal byť preto situovaný v určitej hĺbke, typicky niekoľko dm, kde prítomnosť skúmaných látok sa môže považovať za indikatívnu vo vzťahu k ich potenciálu migrovať smerom k zvodnencovi.

Výsledky monitorovania budú použité pre:

- lokálne vyhodnotenie chemického stavu podzemných vôd za účelom rozhodnutia o ďalšom postupe prác
- regionálne hodnotenie chemického stavu celého útvaru podzemných vôd. Za týmto účelom je potrebné aby údaje z účelového monitoringu boli cestou štátnej vodnej správy poskytnuté do centrálnej databázy, ktorá sa vytvára na VÚVH Bratislava. Štruktúra pripravovanej databázy je uvedená v prílohe č. 2.

Pre zvládnutie spracovania množstva dát z monitoringu znečistených lokalít bude potrebné údaje predkladať kompetentným orgánom v elektronickej forme.

#### **3.5.3.4. Identifikácia a kvantifikácia vplyvu dopadov zo zdrojov znečistenia na vodné systémy – riziková analýza**

Výsledky účelového monitoringu je potrebné priebežne vyhodnocovať za účelom rozhodnutia o ďalšom postupe. V prípade ak výsledky monitorovania indikujú existenciu významného environmentálneho rizika s možnosťou negatívneho dopadu na chemický stav útvaru podzemnej vody, je potrebné vykonať podrobný prieskum znečistenia, v rámci ktorého sa zistia podrobné údaje potrebné pre vykonanie rizikovej analýzy, a vypracovať rizikovú analýzu.

##### Podrobný prieskum znečistenia

Podrobný prieskum, zahrňujúci aj modelovanie lokality môže byť vykonaný rozdielne podľa konkrétnych podmienok na danej lokalite. Stručnú špecifikáciu druhov geologických a technických prác možno zhrnúť nasledovne:

##### Projektovanie

Súhrn existujúcich geologických, hydrologických, hydrogeologických a hydrochemických údajov o záujmovom území. Identifikácia hlavných oblastí chýbajúcich reprezentatívnych údajov, zostrojenie geologických resp. hydrogeologických rezov pomocou litologických profilov vrtov, inventarizácia a vyhodnotenie existujúcich hydrogeologických objektov (hlavne

vtrov) a monitorovacích sond, návrh na situovanie nových pozorovacích hydrogeologických vrtov.

#### Vrtné práce

Vybudovanie doplnujúcich nových pozorovacích vrtov o hĺbke odpovedajúcej konkrétnym hydrogeologickým podmienkam, geodetické zameranie a geologické vyhodnotenie všetkých vrtov a hydrodynamické odskúšanie vrtov, vybraných podľa litologického profilu, so stanovením nevyhnutných hydraulických parametrov.

#### Odber vzoriek a laboratórne práce

Terénne práce pre odber vzoriek podzemnej vody z existujúcich i nových objektov a prípadne aj zemín z nových vrtov, vzoriek (vzorkovacím čerpaním) zo všetkých objektov a vody súvisiacich povrchových tokov. Analytické stanovenie podstatných parametrov, so zameraním na základný fyzikálno-chemický rozbor, ukazovatele organického znečistenia (napr. nepolárne extrahovateľné látky NEL, aromatické uhľovodíky (BTEX), chlórretény, metyl-terc.butyléter a vyššieviacie uhľovodíky a pod-. – podľa konkrétnej situácie).

#### Režimové meranie hladín

Vykonanie režimového merania hladín povrchových tokov a podzemnej vody, zostrojenie mapy hydroizohýps a vektorov prúdenia podzemnej vody. Revízia geologických rezov a aktualizácia hydrogeologickej a hydrochemickej interpretácie poznatkov na základe nových zistení.

### **3.5.4 Modelovanie**

Vytvorenie alebo aktualizácia hydraulického modelu hydrogeologického systému na základe výsledkov technických prác prieskumu. Po kalibrácii modelu na výsledky režimových meraní vykonanie verifikácie modelu. Na základe režimových pozorovaní a modelovania zostrojenie mapy hydroizohýps a vektorov prúdenia podzemnej vody pre minimálne a maximálne stavy hladiny s vyjadrením vzťahu k súvisiacim povrchovým vodám (rieky, potoky, jazerá, štrkoviská, a pod.) pre záujmové územie. Modelovanie prúdenia podzemnej vody a transportu kontaminantov podzemnou vodou pre konkrétne hydrogeologické pomery na lokalite.

### 3.5.5 Závěrečná správa

Spracovanie situačného modelu lokality, ktorý bude charakterizovať základné faktory systému analýzy rizika pre predmetnú lokalitu, na základe vyhodnotenia archívnych údajov (staršie prieskumné práce, analýza technologických procesov aplikovaných na lokalite), rekognoskácie terénu, nových technických a laboratórnych prác, ako aj na základe modelovania prúdenia podzemnej vody a transportu kontaminantov.

Výsledkom zostavenia situačného modelu lokality bude:

- definovanie všetkých známych a očakávaných zdrojov kontaminácie vôd a zemín
- stanovenie koncentračných úrovní kontaminantov a rámcová bilancia polutantov v systéme
- charakteristika podstatných parametrov zložiek životného prostredia, ktoré môžu byť kontaminované (povrchové a podzemné vody, pôdy - zeminy)
- vyhodnotenie migračných parametrov znečisťujúcich látok (kontaminantov) v daných prostrediach a určenie možných ciest šírenia sa znečistenia v prostredí
- vyhodnotenie ohrozenia ľudí, ekosystémov a technických diel.



### 3.5.5.1 Riziková analýza

Načrtnutý koncepčný (situačný) model lokality vedie k záverom, ktoré sú významné z pohľadu ďalšieho možného hodnotenia rizikovosti lokality.

Existuje viacero metodík rizikovej analýzy, ale iba ojedinele boli modifikované pre podmienky aplikácie v Slovenskej republike, ak tomu bolo napr. v prípade metodiky vypracovanej v rámci projektu DANCEE – MŽP SR „Sanácia znečistených zemín a podzemných vôd v SR, fáza 2, 2001“ v spolupráci VÚVH a SAŽP. Podľa tejto metodiky prebieha vypracovanie komplexnej rizikovej analýzy v nasledujúcich krokoch:

- 1) Spracovanie situačného (koncepčného) modelu lokality.
- 2) Posúdenie aktuálnosti rizika.
- 3) Výpočet rizika
- 4) Závery rizikovej analýzy

### 3.5.5.2 Situačný model lokality

Pre vypracovanie komplexnej rizikovej analýzy sú nutné nasledujúce údaje, ktoré sú obsahom situačného modelu lokality:

- situačný plán lokality so zreteľom na zdroje kontaminantov, napr. nadzemné a podzemné nádrže, sklady apod.
- popis súčasného a plánovaného využitia lokality a jej okolia
- podrobná mapa širšieho okolia lokality
- výsledky prieskumných hydrogeologických prác:
  - mapa hydroizohýps, aby sa dal učiť hydraulický gradient
  - hodnoty hydraulickej vodivosti a efektívnej pórovitosti hornín zvodneného prostredia
  - analýzy podzemných vôd, povrchových vôd a pôd, ohraničenie znečistenia
  - geologický model lokality (blokový diagram), alebo aspoň popis jadier vrtov.

### 3.5.5.3 Posúdenie aktuálnosti rizika

V tomto kroku sa na základe vstupných informácií a identifikácie potenciálnych rizík z koncepčného modelu posudzuje aktuálnosť rizika vyplývajúceho z kontaminácie zeminy a vody. V rámci tohto kroku sa hodnotia aj riziká z neidentifikovaných zložiek kontaminácie na základe neselektívnych ukazovateľov kvality zemín a vôd (NEL, CHSK, BSK a pod.)

V prípade posudzovania *environmentálneho rizika* sa posudzuje len šírenie znečistenia podzemnou vodou. Pokiaľ je však reálne aj šírenie povrchovou vodou posudzujú sa aj tieto riziká. Posudzovanie prebehne v nasledujúcich krokoch („rozhodnutiach“):

- Posudzovanie možnosti šírenia kontaminantu na základe jeho schopností transportu v nasýtenej, resp. nenasýtenej zóne, ako aj jeho šírenia sa v podzemnej vode (medzná hodnota je nad limit C v 100 m<sup>3</sup> podzemných vôd).
- Vypočíta sa ročný nárast kontaminácie zo znečistených zemín.

V ďalšom sa vypočíta aktuálnosť *ekologického rizika* zo znečistených zemín v ďalších dvoch krokoch:

- Posúdenie prítomnosti kontaminantu v kontaktnej zóne medzi zemínou a podzemnou vodou
- Hodnotenie aktuálnosti ekologických rizík na základe využitia územia a ohraničenia územia v ktorom jeho koncentrácia presahuje hodnotu LC50 resp. hodnotu C, ako aj násobku prekročenia týchto limitných hodnôt.

### 3.5.5.4 Výpočet rizika

V tomto kroku sa vypočítajú pre jednotlivé migračné cesty a látky expozičné hodnoty pre jednotlivé možné prípady a porovnajú s tabuľkovými limitovanými hodnotami. Výpočet zahŕňa:

- hodnotenie znečistenia pôd a *zdravotných* rizík z nich vyplývajúcich
- výpočet rizika z migrácie kontaminantov v podzemných vodách krokovou metódou
- výpočet rizika vo vzťahu k povrchovým vodám.

Pre všetky uvedené prípady sú stanovené tabuľkové kritéria kvality, na základe ktorých je riziko potvrdené alebo vylúčené. Miera prekročenia týchto kritérií pre jednotlivé kontaminanty sa v záverečnom hodnotení posudzuje pomocou rizikového koeficientu a suma týchto koeficientov predstavuje celkový rizikový koeficient pre hodnotenú zložku (zeminu, podzemnú vodu) resp. celú lokalitu.

Závery rizikovej analýzy by mali potom obsahovať aj postup využitia výsledkov rizikovej analýzy pri hodnotení navrhnutých nápravných opatrení.

Záverečné zhodnotenie by malo obsahovať:

- vyhodnotenie trendu vývoja znečistenia v monitorovacích objektoch
- vyhodnotenie dopadu znečistenia na útvary podzemnej vody
- vyhodnotenie dopadu na využívané a potenciálne vodárenské zdroje
- vyhodnotenie dopadu na suchozemské ekosystémy a útvary povrchových vôd
- vyhodnotenie dopadu na zdravie ľudí a životné prostredie
- v prípade ak riziko nebolo zistené/vypočítané určiť ovplyvnenú zónu, za ktorú by znečistenie nemalo preniknúť
- podľa záverov rizikovej analýzy buď navrhnúť monitorovanie územia, alebo jeho sanáciu.

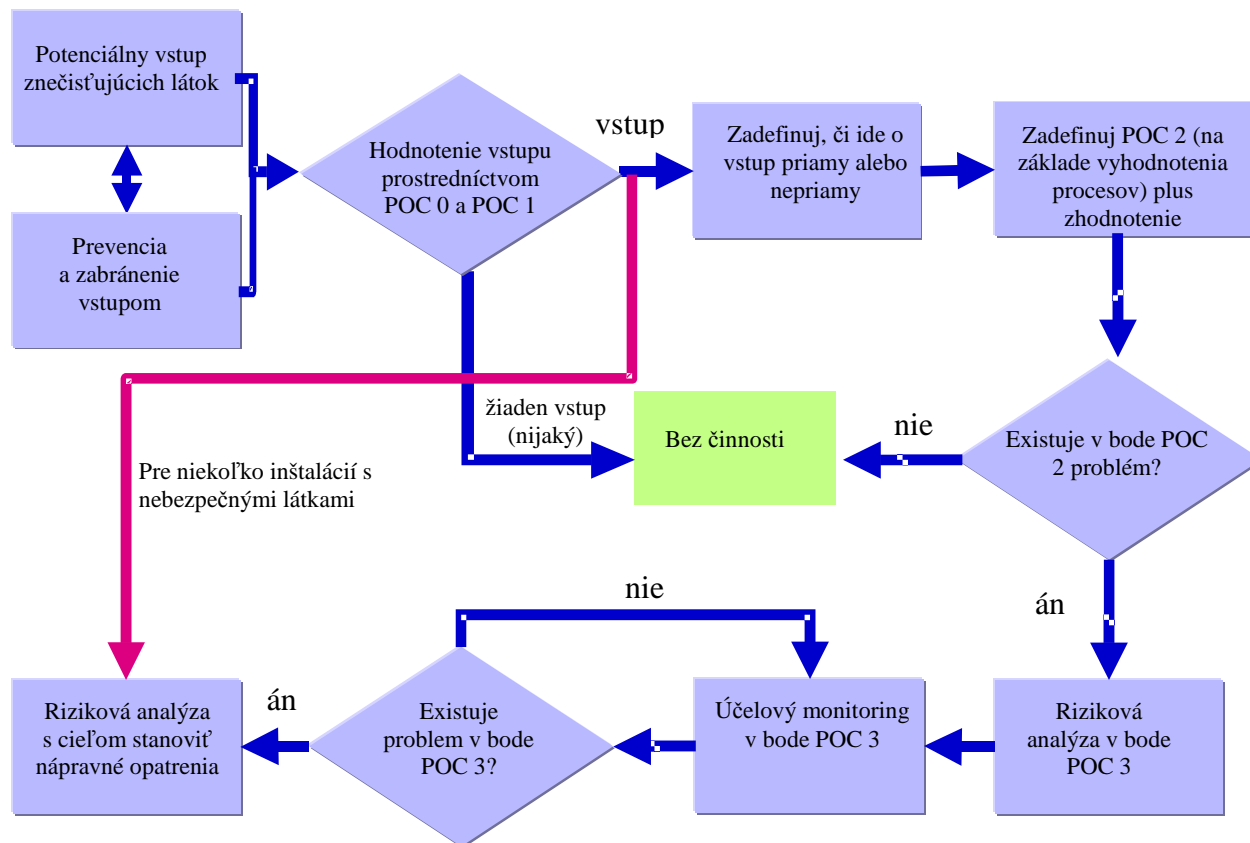
Postup vypracovania rizikovej analýzy je podrobnejšie rozpracovaný v prílohe 2 materiálu, rozšírený podrobný návod je uvedený na webovej stránke [www.vuvh.sk/rsv](http://www.vuvh.sk/rsv)

### **3.5.5.5. Návrh preventívnych a nápravných opatrení**

Súčasťou celkovej stratégie musia byť aj postupy pre posudzovanie kontaminácie na základe monitorovacích, prieskumných prác a rizikovej analýzy v zmysle stanovených kritérií pre daný vodný útvar (prahové/medzné hodnoty, stúpajúce trendy znečistenia).

Základné princípy pri rozhodovacom procese sú uvedené v nasledovnom diagrame (obr. 3.5.2):

Obr.č. 3.5.2: Postup pri rozhodovaní o návrhu opatrení



Vyhodnotenie výsledkov monitoringu umožní príslušnému orgánu štátnej vodnej správy vydať niektoré z nasledujúcich rozhodnutí:

- havarijný stav – nariadiť okamžité opatrenia na zabránenie šírenia znečistenia a minimalizáciu škôd
- nariadenie podrobného prieskumu, rizikovej analýzy, návrhu ochranných opatrení
- nariadenie doplňujúceho prieskumu, rizikovej analýzy a návrh ochranných opatrení
- nariadenie zvýšiť rozsah monitorovania lokality
- nariadenie na pokračovanie pôvodného rozsahu monitorovacích prác
- povoliť zmenšenie rozsahu monitorovacích prác, prípadne ich ukončenie

Na základe komplexného zhodnotenia monitorovacích a prieskumných prác a výsledkov rizikovej analýzy, ktorou sa potvrdí neakceptovateľné zdravotné riziko, alebo riziko ohrozenia

podzemných a povrchových vôd, príslušný orgán štátnej vodnej správy rozhodne o realizácii nasledovných preventívnych a nápravných opatrení:

- likvidácia zdroja znečistenia bez potreby sanácie podzemných vôd a zemín
- likvidácia zdroja znečistenia a zabránenie šírenia znečistenia
- likvidácia zdroja znečistenia a sanácia podzemných vôd a zemín najvhodnejšou technológiou podľa výsledkov podrobného prieskumu
- likvidácia zdroja znečistenia, okamžité zabránenie šírenia sa znečistenia a sanácia podzemných vôd a zemín.

Návrh preventívnych a nápravných opatrení musí byť vypracovaný najneskôr do decembra 2008 a musí sa stať súčasťou plánov manažmentu oblastí povodí. Tieto plány musia byť v zmysle požiadaviek RSV v decembri 2008 predložené na konzultácie s verejnosťou a do decembra 2009 po schválení vládou SR musia byť prijaté ako právne záväzné dokumenty.

#### **3.5.6. Realizácia opatrení**

V zmysle požiadaviek RSV opatrenia navrhnuté v plánoch manažmentu oblasti povodí musia byť zrealizované do decembra 2012.

#### **3.5.7. Kontrola a vyhodnotenie účinnosti realizovaných opatrení**

Základnou požiadavkou RSV je dosiahnutie dobrého stavu vôd do decembra 2015. Účinnosť realizovaných preventívnych a nápravných opatrení musí byť preukázaná výsledkami monitoringu (účelového a štátneho).

## PRÍLOHA 1

**Dotazník  
pre zber informácií  
pre zostavenie databázy potenciálnych bodových zdrojov znečistenia,  
ohrozujúcich životné prostredie, v podmienkach priemyselnej sféry**

Vyplňte dotazník pre vypracovanie databázy objektov a aktivít ohrozujúcich životné prostredie stručne. V prípade viacerých prevádzok (objektov, hospodárskych dvorov, a pod.), vyplňte dotazník pre každú prevádzku prípadne objekt zvlášť.

1. Názov lokality:

2. Adresa (v prípade viacerých prevádzok, tak uviesť aj ich adresy):

3. Identifikačné číslo, ktoré je možné zverejniť pre databázu MŽP:

4. Od ktorého roku sú aktivity ohrozujúce životné prostredie v dotazníku posudzované:

5. Aké bolo využitie lokality pred začatím súčasnej aktivity (jedným slovom, ako poľnohospodárstvo, priemysel, rekreácia apod. a odkedy dokedy, pokiaľ máte k dispozícii takúto informáciu):

6. Použité technológie a technologické zariadenia (krátky popis s dôrazom na používané chemikálie, produkty a vedľajšie produkty, aj odkedy dokedy):

7. Zoznam a množstvo produkovaných, používaných a uskladnených chemikálií, spôsob ich uskladnenia (napr.: 1000 l benzínu, podzemná nádrž; 2 t umelých hnojív – obchodný názov, sklad):

8. Nádrže, t.j. ich typ, počet, objem, uskladnený materiál, umiestnenie (nadzemné, podzemné, v budove, mimo budovy), uvedenie do prevádzky, ukončenie prevádzky

(uvedte aj nepoužívané, alebo zrušené nádrže, aj keď sa už na lokalite nenachádzajú), zabezpečenie proti priesakom:

9. Produkované odpady (typ, množstvo za rok, spôsob zneškodnenia):

10. Odpadové vody – množstvo, kanalizácia, spôsob čistenia, výpusť:

11. Vodoprávne rozhodnutia (v skratke čoho sa týkajú, ktorá organizácia vydala a kedy, evidenčné číslo):

12. Stavebné a iné povolenia týkajúce sa výroby, skladovania alebo inej manipulácie s látkami škodiacimi vodám (v skratke čoho sa týkajú, ktorá organizácia vydala a kedy, evidenčné číslo):

13. Prebiehajúce a minulé sanácie, monitoring, odbery vzoriek pôd, vôd, environmentálne audity (kedy, kde, kto, odkaz):

14. Zakreslenie lokality do schematickej mapky a priloženie situačného náčrtu – v náčrte uviesť rozmiestnenie nádrží, skladov a relevantných priestorov:

### **3.6 (1B) Hodnotenie kvalitatívneho stavu podzemných vôd v pilotnej oblasti (4.2.4)**

#### **3.6.1 Úvod**

Navrhnutá metodika hodnotenia kvalitatívneho stavu podzemných vôd (Výstup 1A) bola overovaná v pilotnom území hornej časti povodia Hrona. Hodnotenie vychádzalo z jednorazových výsledkov (chemických analýz vôd) získaných počas regionálnych či lokálnych prieskumov a vyhodnotenia časových radov, predovšetkým z pozorovaní štátnej monitorovacej siete SHMÚ.

Súčasťou tejto časti projektu bol aj odber nových vzoriek podzemných vôd, výsledky ktorého slúžili na spracovanie kvalitatívneho stavu a verifikáciu súčasného stavu podzemných vôd pilotného územia v zmysle vyššie uvedenej metodiky zisťovania kvalitatívneho stavu podzemných vôd. Odber vzoriek a ich analýza bola zabezpečená rovnakými postupmi ako v rámci štátnej pozorovacej siete kvality podzemných vôd (koordinátor Slovenský hydrometeorologický ústav v Bratislave).

#### **3.6.2. Odber a analýza vzoriek podzemných vôd**

Odber nových vzoriek v pilotnom území bol striktne účelový. Vychádzal z celkového zamerania projektu a poznania prírodných a technogénnych špecifík pilotného územia. Vzorkovanie nebolo zamerané na monitorovacie objekty v rámci monitorovacej siete kvality podzemných vôd Slovenska (SHMÚ), pretože toto prebieha v určitom časovom intervale, ktorý by nemal byť porušený pri celkovom hodnotení časových radov. Pri plánovaní doplnkových odberov sme sa orientovali na plošné hodnotenie územia so zameraním na kvalitatívne vodohospodársky významné problémy v jednotlivých hydrogeologických štruktúrach pilotného územia. Z tohto pohľadu boli ako najvýznamnejšie vyčlenené nasledovné oblasti vplyvov v predmetnom území:

- I. Urbanizované a technizované areály, sídelná zástavba, areály ťažby, skládok a výstavby
- II. Poľnohospodárske areály (orná pôda, nezavlažovaná orná pôda), areály tráv (lúky a pasienky)
- III. Mineralizované zóny, prieskum a ťažba nerastných surovín (hlavne výtoky zo štôlní a pramene v oblastiach s výskytom mineralizovaných štruktúr,



v prevažnej miere viazané na horské oblasti budované horninami kryštalinika)

IV. Hydrogeologické bilančné štruktúry

V. Prestupy vôd - režimy

Každý z potenciálnych zdrojov kontaminácie definovaných v bodoch I. – III. pre podzemnú vodu v pilotnom území má svoje špecifiká. Tieto špecifiká spočívajú v tom, že uvedené potenciálne zdroje sa v podzemnej vode prejavujú zvýšenými obsahmi stopových prvkov, organických látok a sprievodnými fyzikálno – chemickými parametrami. V prípade I. to môže byť obsah stopových prvkov a špecifických organických látok ako PAU, chlórované uhľovodíky a pod. Pre II. to je najmä obsah dusičnanov a ďalej pesticídov a ich produktov degradácie. Pre III. sú to najmä zvýšené obsahy stopových prvkov ako arzén, kadmium a antimón, nižšie hodnoty pH. Z takto charakterizovaných potenciálnych kontaminantov je z archívnych údajov najväčší prehľad o distribúcii makro zložiek a stopových prvkov v podzemnej vode pilotného územia. Najmenej informácií je o výskyte organických látok, pretože sú viazané hlavne na lokálne oblasti skládok napr. gudróny (Predajná) a pod.

Z uvedenej analýzy podmienok vyplynula pre odber a analýzu vzoriek vody špecifická asociácia stanovených zložiek pre jednotlivé typy využívania územia:

- A – odbery vzoriek v rozsahu základnej analýzy (**tab. 3.6.1**) a stopových prvkov (**tab. 3.6.2**). V tomto rozsahu pre potreby poznania a rozlíšenia geogénneho a antropogénneho podielu jednotlivých zložiek/prvkov, naplnenia cieľov projektu, dcérskej smernice o ochrane podzemnej vody pred znečistením a ich interpretácie boli analyzované všetky nové odbery vzoriek podzemnej vody. Obsah stopových prvkov pokryl aj požiadavku v bodoch I. a III.

Tab. 3.6.1 Rozsah základnej analýzy vzoriek vôd

Základný súbor:
<i>Základné fyzikálno-chemické ukazovatele</i>
Sodík
Draslík
Vápnik
Horčík
Mangán
Železo
Amónne ióny
Dusičnany
Dusitany
Chloridy
Sírany
Fosforečnany
Kremičitany
Uhličitany
Hydrogénuhličitany
ChSK-Mn
Agresívny CO <sub>2</sub>
Prírodný O <sub>2</sub>
% nasýtenia O <sub>2</sub>
RL105
pH
KNK-4,5
ZNK-8,3
Farba
Zákal

Tab. 3.6.2 Rozsah analýzy na stopové prvky

<i>Stopové prvky</i>
Arzén
Hliník
Chróm
Kadmium
Meď
Nikel
Olovo
Ortuť
Zinok
Antimón

- B – účelové odbery vzoriek situované do odberových miest s charakteristickým typom využitia krajiny podľa Corine Landuse (oblasti I., II., III.). Účelové vzorkovanie bolo zamerané na analýzu vzoriek v zmysle bodu A, doplnené o stanovenie organických látok a mikrobiologických a biologických parametrov (tab. 3.6.3 a 3.6.4). Tým bola pokrytá požiadavka pre informácie, ktoré vyžaduje bod I. a II.

Tab. 3.6.3 Účelové analýzy na stanovenie organických látok

Ukazovateľ	Ukazovateľ
1 Naftalén	<b>Triazínové herbicídy (TRIAZ)</b> Prometryn Terbutryn Metamitron 2,4 D Atrazín Simazín
2 Acenaftylén	
3 Acenaftén	
4 Fluorén	
5 Fenantrén	
6 Antracén	
7 Fluorantén	<b>Triaz. herbic. a ich degr. produkty (TRIAZ a deg. produkty)</b> Desetylatrazín (degrad. produkt atrazínu) Desizopropylatrazín (prod. simazínu) Terbutylazín MCPA
8 Pyrén	
9 Benzo(a)antracén	
10 Chryzén	
11 Benzo(b)fluorantén	
12 Benzo(k)fluorantén	
13 Benzo(a)pyrén	
14 Indeno (1,2,3-cd)pyrén	
15 Dibenzo(a,h)antracén	
16 Benzo(g,h,i)perylén	
19 Hexachlórbenzén (HCB)	<b>Chlórované pesticídy I</b>
20 Hexachlórkyklohexán (alfa)	
21 Hexachlórkyklohexán (beta)	
22 Hexachlórkyklohexán (gama-lindan)	
23 Hexachlórkyklohexán (delta)	
24 p.p. DDD	
25 o.p. DDD	
26 p.p. DDT	
27 o.p. DDT	
28 p.p. DDE	
29 o.p. DDE	

30	Heptachlór
31	Heptachlóreoxid
32	Dieldrin
33	Endrin
34	Aldrin
35	Metoxychlór
36	Endosulfán

Tab.3.6. 4 Mikrobiologické a biologické rozborý vôd

Mikrobiologické a biologické ukazovatele vo vodách		
1	Escherichia coli	KTJ v 250 ml
2	koliformné baktérie	KTJ v 250 ml
3	termotolerantné kolif.bakt	KTJ v 250 ml
4	fekálne streptokoky	KTJ v 250 ml
5	psychrofilné baktérie	KTJ v 250 ml
6	Enterokoky	KTJ v 250 ml
7	celk.počet mikroorg. kultivovaných pri 36 oC	KTJ v 1 ml
8	celk.počet mikroorg. kultivovaných pri 22 oC	KTJ v 1 ml
9	pseudomonas aeruginosa	KTJ v 250 ml
10	anaeróbne sporujúce baktérie redukujúce siričitany	KTJ v 50 ml
11	patogénne mikroorganizmy	
12	Mikromycéty	jedinice v 1 ml
13	železité a mangánové baktérie	%pokryvnosti poľa
14	počet živých organizmov	jedinice v 1 ml
15	počet mŕtvych organizmov	jedinice v 1 ml

Celkovo bol realizovaný odber a analytický rozbor 94 vzoriek vôd z 90 objektov (4 vzorky boli kontrolné) v nasledujúcej kompozícii podľa oblasti antropogénnych vplyvov:

- Oblasť vplyvov I.: 21 vzoriek (3 vrty, 5 studní, 12 prameňov) +1 kontrolná vzorka
- Oblasť vplyvov II.: 19 vzoriek (1 vrt, 5 studní, 10 prameňov) +3 kontrolné vzorky
- Oblasť vplyvov III.: 20 vzoriek (2 studne, 3 výtoky zo štôlní, 15 prameňov)
- Oblasť vplyvov IV.: 15 vzoriek (1 povrchový tok, 14 prameňov)
- Oblasť vplyvov V.: 19 vzoriek (5 prameňov, 14 povrchový tok).

Odberové body sú vyznačené v mape kvality vôd M 1:100 000. Podrobná charakteristika vzorkovacích objektov je dokumentovaná v priloženom súbore (Príloha 1B-1).

Organické ukazovatele boli účelovo stanovené iba pre kvartérne útvarý podzemnej vody a to najmä tam, kde bol najväčší predpoklad ich výskytu. Špecifikácia bola urobená pre pesticídy vrátane ich metabolitov a produktov rozkladu. Vzorkovanie bolo realizované prevažne v priebehu roku 2006, ktorý bol stanovený ako referenčné obdobie. Vzorkované objekty mali

nasledovnú prioritu: významné oblasti vplyvov, objekty štátnej pozorovacej siete, ostatné zdroje podzemnej vody (pramene, vrty) a významné vodné zdroje.

### 3.6.3. Hodnotenie kvalitatívneho stavu podzemných vôd

Hlavný dôraz bol v pilotnom území kladený na

- zostavenie hydrogeochemickej databázy s preukázaním reprezentatívnosti údajov (časť 3.6.3.1)
- stanovenie kvalitatívnych parametrov podzemných vôd (časť 3.6.3.2.) podľa navrhutej metodiky s plošným vyjadrením v hydrogeochemickej mape
  - typy horninového prostredia obehu podzemných vôd
  - chemické typy vôd
  - indexy kontaminácie a nadlimitné hodnoty
- hodnotenie charakteru trendov (zostupný, vzostupný) jednotlivých kontaminantov v zmysle metodiky.

Tento postup sa analogicky môže potom aplikovať pri ďalšom evaluačnom procese pre celé územie Slovenska v procese implementácie RSV.

#### 3.6.3.1. Zostavenie hydrochemickej databázy

Pre vyhodnotenie kvalitatívneho stavu podzemných vôd v pilotnom území bolo zhromaždených 850 archívnych chemických analýz, ktoré sa prehodnotili z hľadiska ich správnosti a vypočítali sa geochemické indexy a koeficienty. Hlavným zdrojom hydrochemických informácií boli údaje z Geochemického atlasu – časť podzemná voda (Rapant a kol., 1996) a z údaje z Geofondu ŠGÚDŠ, kde sú zhromaždené v príslušnom registri všetky informácie o geologických prácach vykonávaných na Slovensku. Tieto sú zhotoviteľia povinný v zmysle geologického zákona odovzdávať do archívu Geofondu. Údaje predstavovali v prevažnej miere vrtné práce hydrogeologického zamerania, v ktorých boli urobené hydrodynamické skúšky a v rámci nich odbery a analýzy podzemnej vody. Pretože tento súbor údajov je vlastne opisom výsledkov záverečných správ, kontrola správnosti a podmienky zaradenia informácie do databázy pre pilotné územie boli nasledovné:

- 1) do databázy boli zaradené údaje vyprodukované po roku 1985
- 2) vzorkovací objekt musel mať súradnice

- 3) chemická analýza musela mať stanovené základné chemické zloženie, t.j. Na, K, NH<sub>4</sub>, Mg, Ca, Fe, Mn, Al, Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>
- 4) chyba chemickej analýzy (percentuálny rozdiel medzi sumou kationov a aniónov) nesmela byť väčšia ako 5%

Ďalším zdrojom informácií o chemickom zložení podzemných vôd pilotného územia boli výsledky monitoringu kvality, ktorého odborným garantom je SHMÚ, Bratislava.

Z hľadiska účelovosti a objektivity boli uvedené informácie doplnené o 94 nových analýz. Hydrochemická databáza je prezentovaná v prílohe 1B-1.

### 3.6.3.2 Kvalitatívne parametre podzemných vôd - legenda mapy

Výsledkom riešenia v tejto časti je stanovenie:

- typov horninového prostredia obehu podzemnej vody
- chemických typov vôd
- indexov znečistenia a prekročenia legislatívnych limitov
- zdrojov znečistenia vôd
- vyhodnotenie charakteru trendov kontaminácie.

Hodnotenie uvedených aspektov v zmysle vypracovanej metodiky pre hodnotenie kvality podzemných vôd sa premietlo do legendy "Mapy kvalitatívneho stavu podzemnej vody hornej časti povodia Hrona" M 1:100 000, pričom legenda mapy má nasledujúce hlavné prvky:

- A. Typy horninového prostredia obehu podzemnej vody
- B. Chemické typy vôd
- C. Indexy kontaminácie a prekročenie legislatívnych limitov
- D. Zdroje znečistenia vôd
- E. Trendy vývoja kontaminantov
- F. Ostatné značky

Odborné aspekty mapovania kvality stavu podzemnej vody v pilotnom území sú vyjadrené aj pomocou tematických prídavných máp v nasledovnej kompozícii:

- Detailná situácia vybraných oblastí v mierke 1 : 25 000 s dokumentáciou kvality podzemnej vody v špecifických podmienkach využitia územia (1B1 – M/1)

- Potenciálne bodové zdroje kontaminácie (1B1 – M/2)
- Mapa dokumentačných bodov ((1B1 – M/3)

Mapový výstup a textové vysvetlivky (textová časť správy) sú vyhodnotené v intenciach implementácie Rámcovej smernice pre vodu tak, že sú zohľadnené jednotlivé novo vyčlenené útvary podzemných vôd.

### 3.6.3.3 Typy horninového prostredia obehu podzemnej vody

Typy horninového prostredia tvorby chemického zloženia podzemných vôd vyjadrujú genetický aspekt tvorby chemického zloženia podzemných vôd viazaný na podstatné interakcie v systéme voda – hornina, ktorých výsledkom je petrogénny genetický typ vôd v zmysle genetickej klasifikácie Gazdu.

Základné typy vyjadrené dohodnutým tlmeným rastrom v podklade a prislúchajúce indexy z „geologicko – hydrogeologickej“ mapy prezentovanej vo výsledkovej časti projektu sú nasledovné (v zátvorke je stratigrafický index):

<b>Fluviogénne</b>	kvartér: Q, Qs neogén: N
<b>Silikáto-karbonátogénne až hydrosilikátogénne</b>	neogén: Nv paleogén-neogén: Pg-N paleogén: Pg krieda: K3 silicikum-trias: T1s hronikum-trias: T3kh veporikum-trias: T1v tatrikum-mezozoikum: T1t
<b>Karbonáto-silikátogénne až hydrosilikátogénne</b>	silicikum-jura: Js hronikum-trias: T1h karbón-perm: C-Ph veporikum – krieda: K1v - trias-jura-krieda: Jxv - trias: T3v, T3kv tatrikum-mezozoikum: Jt, T3t
<b>Karbonátogénne:</b>	silicikum: T3s, T2-3d, T2s

hronikum: T3h, T2-3h, T2wh, T2h, T2gh  
veporikum: trias-jura: Jv  
trias: T2v, R, T2-3F  
tatrikum: T2t

**Silikátogénne:**

veporikum:  
paleozoikum-proterozoikum: Pv, P, df, g, gM, gmd,  
Gv, M1, Av, Gn  
tatrikum:  
paleozoikum-proterozoikum: τ, ή, ήδ, Gt, At

Typ priepustnosti a charakteristika zastúpených hornín sú uvedené priamo v legende mapy a v kap. 4 a ich podrobnejší popis je nasledovný:

Typy horninového prostredia obehu podzemnej vody boli vyčlenené na základe analýzy hydrogeologických podkladov vypracovaných v rámci projektu. Zobrazenie typov horninového prostredia v mape je technicky riešené utlmeným rastrom v podklade mapy.

Typy horninového prostredia obehu podzemnej vody boli vyčlenené nasledovne:

### 3.6.3.4 Typ horninového prostredia charakteristika

**Fluviogénny**

kolektory s medzizrnovou priepustnosťou - piesčité a štrkovité sedimenty údolnej nivy (holocén), štrkovosučový pokryv (pleistocén), lokálne neogénne štrkové sedimenty

**Silikáto-karbonátogénny až  
Hydrosilikátogénny**

kolektory s medzizrnovou a puklinovou priepustnosťou - neogénne vulkanogénne formácie, vajskovské zlepenice (paleogén-neogén), paleogénne zlepenice (poloizolátor), kriedové pieskovce, slieňovce a zlepenice, kremence, ílovité a piesčité bridlice (veporikum, lúžňanské súvrstvie-spodný trias), kremence, pieskovce a ílovité bridlice (skýt, mezozoikum tatrika)

**Karbonáto-silikátogénny až**

poloizolátory s puklinovou priepustnosťou – kremence,



---

### Hydrosilikátogénny

pieskovce, bridlice a slieňovce spodného triasu silicika a hronika, karbón-permské bridlice, zlepenca, pieskovce a bazalty hronika, šupinové pásmo Jakub-Panský diel (trias-jura-krieda, hronikum), karpatský keuper, miestami aj lunzské vrstvy a hlavný dolomit (trias, hronikum), lunzské vrstvy (hronikum- trias, izolátor), piesčité, krinoidové a rohovcové vápence (jura, tatrikum), pieskovce, kremence, arkózy, ílovité bridlice (karatský keuper – norik, tatrikum)

---

### Karbonátogénny

kolektory s krasovo-puklinovou a puklinovou priepustnosťou – triasové vápence a dolomity silicika (vrátane bridlíc a pieskovcov s vložkami vápencov – spodný trias), dolomity a vápence hronika, vápence, bridlice, rádiolritové, krinoidové a hľúznaté vápence (trias-jura, veporikum), veporické ramsauské dolomity, lokálne aj gutensteinské vápence (anis-ladin), rauvaky, tatrické gutensteinské vápence a ramsauské dolomity (anis – spodný karn)

---

### Silikátogénny

**skalné masívy s puklinovou priepustnosťou hornín** – veporické paleozoikum – proterozoikum (arkózy, droby, pieskovce a zlepenca, granitové porfýry a porfiroidy, bridlice, diafiority a fylonity, pararuly, svorové ruly a svory, ortoruly, migmatity, amfibolity a amfibolické ruly, granitoidy – veporský, sihlanský, ipelský typ a hybridné typy,

tatrické paleozoikum – proterozoikum (tonality, granodiority až granity d'umbierskeho a prašivského typu, granity typu Králiček, granodiority až tonality s nebulitickými štruktúrami, ortoruly s polohami pararúl a migmatitov, amfibolity).

---

### 3.6.3.5 Chemické typy vôd

Chemické typy vôd boli stanovené v zmysle Gazdovej klasifikácie a reálne odrážajú ako geogénne mineralizačné procesy (viac či menej petrogénny charakter mineralizačných procesov podzemných vôd) , tak aj antropogénne vplyvy, súvisiace s rôznym typom vyžívania krajiny v pilotnom území. V mape sú účelovo prezentované dva typy chemického zloženia podzemných vôd:

- základný Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> typ,
- prechodné a zmiešané typy vôd, prevažne Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> a Ca-SO<sub>4</sub> typy.

Tab. 3.6.5 Charakteristika chemického zloženia útvarov podzemných vôd regiónu Horný Hron

Zložka	SK200280FK (n=591)				
	Priemer	Median	Štd. odch.	Min.	Max.
<i>pH</i>	6,90	6,95	0,55	4,57	7,70
<i>Mineralizácia</i>	348,71	180,72	621,59	17,67	8298,17
<i>Ca+Mg (mmol.l<sup>-1</sup>)</i>	1,148	0,600	1,079	0,080	4,021
<i>Tvrdosť (°N)</i>	5,65	2,75	6,02	0,18	31,85
<i>Vodivosť (mS.cm<sup>-1</sup>)</i>	190,37	111,00	187,93	4,40	1250,00
<i>Vol'ný CO<sub>2</sub></i>	15,54	8,80	17,83	0,10	176,00
<i>O<sub>2</sub></i>	8,3	8,8	2,5	0,2	13,7
<i>CHSK<sub>Mn</sub></i>	1,76	1,28	1,37	0,03	7,60
<i>Li</i>	0,004	0,001	0,027	0,001	0,550
<i>Na</i>	2,73	2,60	1,46	0,10	6,40
<i>K</i>	1,03	0,90	0,67	0,05	2,90
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,040	0,025	0,030	0,005	0,170
<i>Ca</i>	24,04	14,50	20,95	1,60	75,90
<i>Mg</i>	7,49	4,38	6,71	0,50	27,00
<i>Sr</i>	0,136	0,060	0,372	0,010	5,000
<i>Fe</i>	0,019	0,010	0,016	0,004	0,060
<i>Mn</i>	0,004	0,003	0,003	0,001	0,028
<i>F</i>	0,08	0,05	0,17	0,04	3,00
<i>Cl</i>	2,85	2,02	1,92	0,01	8,93
<i>SO<sub>4</sub></i>	17,63	16,13	9,27	0,74	46,91
<i>NO<sub>3</sub></i>	4,21	3,50	3,30	0,10	13,90
<i>PO<sub>4</sub></i>	0,016	0,010	0,019	0,005	0,110
<i>HCO<sub>3</sub></i>	86,85	42,71	88,09	1,83	305,10
<i>CO<sub>3</sub></i>	0,74	0,15	3,42	0,10	24,00
<i>SiO<sub>2</sub></i>	11,78	10,69	6,63	0,24	44,34
<i>agr. CO<sub>2</sub></i>	21,38	21,34	14,34	0,44	64,90
<i>Cr</i>	0,00175	0,00025	0,01335	0,00025	0,28000
<i>Cu</i>	0,00143	0,00090	0,00188	0,00025	0,01300
<i>Zn</i>	0,00774	0,00200	0,01579	0,00050	0,09800
<i>As</i>	0,00175	0,00050	0,00540	0,00050	0,06200
<i>Cd</i>	0,00041	0,00025	0,00075	0,00005	0,00840
<i>Se</i>	0,00081	0,00050	0,00047	0,00050	0,00300
<i>Pb</i>	0,00107	0,00050	0,00148	0,00050	0,01400
<i>Hg</i>	0,00011	0,00010	0,00012	0,00001	0,00170
<i>Ba</i>	0,05269	0,02000	0,09392	0,00500	0,72000
<i>Al</i>	0,13971	0,04000	0,28910	0,00500	3,16000
<i>Sb</i>	0,00247	0,00010	0,01495	0,00010	0,19100

Údaje sú v mg.l<sup>-1</sup> s výnimkou vyznačených jednotiek a Ph

Pokračovanie tab. 3.6.6

Zložka	SK200290FK (n=154)				
	Priemer	Median	Štd. odch.	Min.	Max.
<i>pH</i>	7,52	7,55	0,51	5,00	8,70
<i>mineralizácia</i>	354,50	203,52	489,59	37,46	4391,50
<i>Ca+Mg (mmol.l<sup>-1</sup>)</i>	3,660	2,094	6,091	0,210	64,021
<i>Tvrdosť (°N)</i>	6,42	2,74	6,27	0,88	24,98
<i>Vodivosť (mS.cm<sup>-1</sup>)</i>	141,11	74,10	179,22	4,60	814,00
<i>Voľný CO<sub>2</sub></i>	27,43	8,80	64,85	1,32	448,80
<i>O<sub>2</sub></i>	7,7	8,3	2,9	0,4	12,5
<i>CHSK<sub>Mn</sub></i>	2,48	1,28	5,72	0,13	51,20
<i>Li</i>	0,004	0,002	0,006	0,001	0,040
<i>Na</i>	13,82	2,85	74,41	0,40	902,00
<i>K</i>	1,36	0,80	1,56	0,30	13,30
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,550	0,025	3,423	0,005	35,500
<i>Ca</i>	53,39	33,09	64,23	5,61	593,18
<i>Mg</i>	17,93	10,00	36,94	0,61	418,30
<i>Sr</i>	0,188	0,080	0,378	0,020	2,250
<i>Fe</i>	0,832	0,030	3,573	0,005	21,600
<i>Mn</i>	0,364	0,003	1,388	0,001	9,400
<i>F</i>	0,11	0,05	0,36	0,01	3,00
<i>Cl</i>	18,72	2,30	83,79	0,18	937,29
<i>SO<sub>4</sub></i>	72,11	24,16	261,44	5,76	2561,17
<i>NO<sub>3</sub></i>	10,12	3,70	27,72	0,06	253,80
<i>PO<sub>4</sub></i>	0,140	0,015	0,398	0,005	3,750
<i>HCO<sub>3</sub></i>	163,59	106,37	130,06	9,15	744,42
<i>CO<sub>3</sub></i>	1,07	0,15	2,19	0,15	6,00
<i>SiO<sub>2</sub></i>	9,44	9,60	4,09	0,16	25,13
<i>agr. CO<sub>2</sub></i>	15,08	11,11	15,46	0,60	75,90
<i>Cr</i>	0,00240	0,00090	0,01210	0,00025	0,12600
<i>Cu</i>	0,00451	0,00100	0,01294	0,00025	0,12400
<i>Zn</i>	0,21444	0,00400	1,66231	0,00050	17,83000
<i>As</i>	0,09608	0,00575	0,23128	0,00050	1,20000
<i>Cd</i>	0,00559	0,00025	0,01993	0,00005	0,14700
<i>Se</i>	0,00192	0,00100	0,00387	0,00050	0,02200
<i>Pb</i>	0,00173	0,00050	0,00365	0,00050	0,03300
<i>Hg</i>	0,00011	0,00010	0,00005	0,00005	0,00030
<i>Ba</i>	0,04679	0,03000	0,04436	0,00500	0,18000
<i>Al</i>	0,07187	0,02000	0,15787	0,00500	1,13000
<i>Sb</i>	0,03876	0,00170	0,12768	0,00010	0,72000

Údaje sú v mg.l<sup>-1</sup> s výnimkou vyznačených jednotiek a pH

Pokračovanie tab. 3.6.7

Zložka	SK200250KF (n=68)				
	Priemer	Median	Štd. odch.	Min.	Max.
<i>pH</i>	7,89	7,87	0,28	7,10	8,53
<i>mineralizácia</i>	380,11	344,72	225,92	91,21	1686,73
<i>Ca+Mg (mmol.l<sup>-1</sup>)</i>	3,317	2,330	3,405	0,400	24,563
<i>Tvrdosť (°N)</i>	12,33	12,43	3,30	2,24	21,17
<i>Vodivosť (mS.cm<sup>-1</sup>)</i>	330,94	350,00	149,99	29,50	658,00
<i>Voľný CO<sub>2</sub></i>	20,34	7,04	85,62	1,76	641,83
<i>O<sub>2</sub></i>	9,3	9,2	2,0	3,9	12,9
<i>CHSK<sub>Mn</sub></i>	1,07	0,89	0,63	0,25	3,44
<i>Li</i>	0,006	0,001	0,024	0,001	0,180
<i>Na</i>	1,93	0,90	6,42	0,05	53,00
<i>K</i>	0,61	0,40	0,87	0,05	6,40
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,027	0,025	0,008	0,005	0,050
<i>Ca</i>	65,83	55,51	47,76	8,82	396,79
<i>Mg</i>	21,26	22,29	12,47	2,19	78,80
<i>Sr</i>	0,312	0,200	0,403	0,020	2,200
<i>Fe</i>	0,015	0,005	0,023	0,004	0,170
<i>Mn</i>	0,004	0,003	0,005	0,001	0,030
<i>F</i>	0,07	0,05	0,13	0,05	1,00
<i>Cl</i>	2,67	1,60	2,91	0,89	18,44
<i>SO<sub>4</sub></i>	44,71	16,39	113,67	7,20	909,41
<i>NO<sub>3</sub></i>	4,95	5,10	4,02	0,25	24,80
<i>PO<sub>4</sub></i>	0,025	0,005	0,100	0,005	0,800
<i>HCO<sub>3</sub></i>	243,69	241,82	83,74	42,71	768,83
<i>CO<sub>3</sub></i>	0,60	0,15	1,35	0,15	4,20
<i>SiO<sub>2</sub></i>	5,15	4,54	3,92	1,18	19,89
<i>agr. CO<sub>2</sub></i>	4,48	1,76	6,38	0,60	19,14
<i>Cr</i>	0,00096	0,00025	0,00373	0,00025	0,03000
<i>Cu</i>	0,00271	0,00120	0,00321	0,00025	0,01500
<i>Zn</i>	0,00930	0,00400	0,01447	0,00050	0,07500
<i>As</i>	0,00068	0,00050	0,00055	0,00050	0,00300
<i>Cd</i>	0,00046	0,00025	0,00060	0,00005	0,00300
<i>Se</i>	0,00074	0,00050	0,00045	0,00050	0,00200
<i>Pb</i>	0,00231	0,00100	0,00380	0,00050	0,02200
<i>Hg</i>	0,00010	0,00010	0,00002	0,00005	0,00020
<i>Ba</i>	0,04991	0,01500	0,06411	0,00500	0,30000
<i>Al</i>	0,06331	0,02000	0,11801	0,00500	0,76000
<i>Sb</i>	0,00155	0,00090	0,00169	0,00010	0,00770

Údaje sú v mg.l<sup>-1</sup> s výnimkou vyznačených jednotiek a pH

Pokračovanie tab. 3.6.8

Zložka	SK200390KF (n=46)				
	Priemer	Median	Štd. odch.	Min.	Max.
<i>pH</i>	7,21	7,38	0,49	6,07	7,95
<i>mineralizácia</i>	257,15	295,21	205,37	30,80	1269,54
<i>Ca+Mg (mmol.l<sup>-1</sup>)</i>	1,588	1,776	1,471	0,090	9,099
<i>Tvrdosť (°N)</i>	7,98	9,76	5,30	0,51	19,61
<i>Vodivosť (mS.cm<sup>-1</sup>)</i>	293,78	338,00	240,54	23,00	1495,00
<i>Voľný CO<sub>2</sub></i>	10,71	8,80	6,79	2,20	41,80
<i>O<sub>2</sub></i>	7,5	7,1	2,1	3,7	10,7
<i>CHSK<sub>Mn</sub></i>	1,84	1,36	1,57	0,32	7,68
<i>Li</i>	0,002	0,001	0,003	0,001	0,019
<i>Na</i>	1,77	1,60	1,57	0,10	9,90
<i>K</i>	1,03	0,80	1,74	0,05	11,90
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,048	0,025	0,068	0,025	0,330
<i>Ca</i>	47,99	50,10	44,96	1,60	277,91
<i>Mg</i>	9,49	8,03	9,61	1,00	52,63
<i>Sr</i>	0,142	0,065	0,362	0,010	2,490
<i>Fe</i>	0,083	0,005	0,330	0,005	2,142
<i>Mn</i>	0,013	0,003	0,043	0,003	0,288
<i>F</i>	0,05	0,05	0,01	0,05	0,10
<i>Cl</i>	2,97	1,77	2,84	0,71	15,78
<i>SO<sub>4</sub></i>	42,75	19,08	108,50	1,07	712,64
<i>NO<sub>3</sub></i>	3,22	2,00	4,97	0,25	31,10
<i>PO<sub>4</sub></i>	0,013	0,010	0,013	0,005	0,080
<i>HCO<sub>3</sub></i>	138,14	164,75	94,88	9,76	288,00
<i>CO<sub>3</sub></i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>SiO<sub>2</sub></i>	7,23	7,33	3,86	0,50	19,87
<i>agr. CO<sub>2</sub></i>	19,85	22,66	12,87	3,30	44,00
<i>Cr</i>	0,00048	0,00025	0,00051	0,00025	0,00200
<i>Cu</i>	0,00086	0,00025	0,00137	0,00025	0,00810
<i>Zn</i>	0,00598	0,00600	0,00448	0,00050	0,01700
<i>As</i>	0,00065	0,00050	0,00037	0,00050	0,00220
<i>Cd</i>	0,00025	0,00025	0,00000	0,00025	0,00025
<i>Se</i>	0,00053	0,00050	0,00012	0,00050	0,00100
<i>Pb</i>	0,00092	0,00050	0,00067	0,00050	0,00300
<i>Hg</i>	0,00011	0,00010	0,00005	0,00010	0,00040
<i>Ba</i>	0,05946	0,02000	0,09704	0,00500	0,55000
<i>Al</i>	0,33576	0,03000	1,05588	0,00500	6,76000
<i>Sb</i>	0,00013	0,00010	0,00011	0,00010	0,00080

Údaje sú v mg.l<sup>-1</sup> s výnimkou vyznačených jednotiek a pH

Pokračovanie tab. 3.6.9

Zložka	SK1000700P (n=16)				
	Priemer	Median	Štd. odch.	Min.	Max.
<i>pH</i>	7,16	7,10	0,38	6,55	8,26
<i>mineralizácia</i>	682,15	660,50	142,57	493,70	1048,50
<i>Ca+Mg (mmol.l<sup>-1</sup>)</i>	7,569	7,992	2,518	3,160	13,183
<i>Tvrdosť (°N)</i>	19,04	19,38	1,21	17,70	20,05
<i>Vodivosť (mS.cm<sup>-1</sup>)</i>	505,58	632,00	282,30	85,30	673,00
<i>Voľný CO<sub>2</sub></i>	43,82	44,07	17,24	21,12	74,80
<i>O<sub>2</sub></i>	8,6	8,6	1,7	6,5	10,7
<i>CHSK<sub>Mn</sub></i>	1,172	1,36	0,811831	0,25	2,08
<i>Li</i>	0,100	0,100	0,000	0,100	0,100
<i>Na</i>	14,28	12,10	11,12	1,50	41,90
<i>K</i>	9,67	2,50	21,38	0,40	84,00
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,227	0,250	0,044	0,170	0,300
<i>Ca</i>	93,94	99,40	50,31	11,20	181,16
<i>Mg</i>	22,67	25,03	12,90	4,12	44,26
<i>Sr</i>	0,600	0,500	0,265	0,400	0,900
<i>Fe</i>	0,43	0,50	0,22	0,10	0,90
<i>Mn</i>	0,402	0,250	0,324	0,110	0,930
<i>F</i>	0,40	0,50	0,14	0,19	0,50
<i>Cl</i>	21,82	14,99	18,74	3,50	75,50
<i>SO<sub>4</sub></i>	64,74	65,48	41,47	7,61	119,33
<i>NO<sub>3</sub></i>	15,72	8,25	22,33	0,15	89,60
<i>PO<sub>4</sub></i>	0,431	0,500	0,162	0,150	0,600
<i>HCO<sub>3</sub></i>	314,68	355,68	148,16	31,58	469,80
<i>CO<sub>3</sub></i>	0,15	0,15		0,15	0,15
<i>SiO<sub>2</sub></i>	4,80	4,82	0,95	3,63	5,93
<i>agr. CO<sub>2</sub></i>	2,40	2,40		2,40	2,40
<i>Cr</i>	0,00110	0,00100	0,00076	0,00050	0,00240
<i>Cu</i>	0,00215	0,00025	0,00384	0,00025	0,00900
<i>Zn</i>	0,06290	0,01300	0,09771	0,00050	0,23000
<i>As</i>	0,00120	0,00100	0,00076	0,00050	0,00200
<i>Cd</i>	0,00019	0,00025	0,00009	0,00005	0,00025
<i>Se</i>	0,00050	0,00050	0,00000	0,00050	0,00050
<i>Pb</i>	0,00130	0,00100	0,00091	0,00050	0,00250
<i>Hg</i>	0,00011	0,00010	0,00005	0,00005	0,00020
<i>Ba</i>	0,05333	0,05000	0,00577	0,05000	0,06000
<i>Al</i>	0,01700	0,01000	0,01891	0,00500	0,05000
<i>Sb</i>	0,01178	0,00150	0,02149	0,00010	0,04400

Údaje sú v mg.l<sup>-1</sup> s výnimkou vyznačených jednotiek a pH

Pokračovanie tab. 3.6.10

Zložka	SK200220FP (n=17)				
	Priemer	Median	Štd. odch.	Min.	Max.
<i>pH</i>	7,15	7,17	0,50	6,30	7,98
<i>mineralizácia</i>	158,46	153,22	69,41	64,90	355,50
<i>Ca+Mg (mmol.l<sup>-1</sup>)</i>	0,836	0,440	1,059	0,310	4,539
<i>Tvrdosť (°N)</i>	3,22	2,30	2,87	1,74	12,38
<i>Vodivosť (mS.cm<sup>-1</sup>)</i>	136,57	117,00	94,93	8,40	409,00
<i>Voľný CO<sub>2</sub></i>	12,73	6,60	10,25	4,40	39,60
<i>O<sub>2</sub></i>	8,36	8,80	2,73	2,62	11,60
<i>CHSK<sub>Mn</sub></i>	1,32	1,30	0,75	0,25	3,04
<i>Li</i>	0,002	0,002	0,001	0,001	0,004
<i>Na</i>	3,83	3,40	1,79	0,90	6,80
<i>K</i>	2,62	2,67	1,46	0,50	5,42
<i>NH<sub>4</sub></i>	0,035	0,025	0,016	0,025	0,070
<i>Ca</i>	15,74	12,02	11,34	5,61	43,80
<i>Mg</i>	6,62	3,16	8,39	2,04	28,60
<i>Sr</i>	0,056	0,055	0,022	0,020	0,090
<i>Fe</i>	0,019	0,008	0,025	0,005	0,100
<i>Mn</i>	0,007	0,003	0,010	0,003	0,032
<i>F</i>	0,05	0,05	0,01	0,05	0,10
<i>Cl</i>	2,67	1,24	2,84	0,89	9,57
<i>SO<sub>4</sub></i>	14,98	13,37	8,45	5,43	44,20
<i>NO<sub>3</sub></i>	5,73	5,10	5,70	0,25	21,40
<i>PO<sub>4</sub></i>	0,051	0,010	0,078	0,005	0,270
<i>HCO<sub>3</sub></i>	73,85	40,27	74,73	18,92	261,00
<i>CO<sub>3</sub></i>	0,15	0,15	0,00	0,15	0,15
<i>SiO<sub>2</sub></i>	39,76	38,95	20,93	9,56	65,99
<i>agr. CO<sub>2</sub></i>	27,26	21,01	21,08	0,60	59,62
<i>Cr</i>	0,00041	0,00025	0,00031	0,00025	0,00100
<i>Cu</i>	0,00061	0,00025	0,00053	0,00025	0,00200
<i>Zn</i>	0,01894	0,00300	0,04045	0,00050	0,16400
<i>As</i>	0,00229	0,00050	0,00589	0,00050	0,02500
<i>Cd</i>	0,00029	0,00025	0,00014	0,00015	0,00070
<i>Se</i>	0,00132	0,00100	0,00054	0,00050	0,00200
<i>Pb</i>	0,00088	0,00050	0,00078	0,00050	0,00250
<i>Hg</i>	0,00010	0,00010	0,00003	0,00005	0,00020
<i>Ba</i>	0,02250	0,00750	0,02867	0,00500	0,08000
<i>Al</i>	0,16235	0,03000	0,32614	0,00500	1,34000
<i>Sb</i>	0,00055	0,00010	0,00108	0,00010	0,00420

Údaje sú v mg.l<sup>-1</sup> s výnimkou vyznačených jednotiek a pH

Základná charakteristika chemického zloženia podzemných vôd útvarov podzemných vôd pilotného územia je uvedená v tab. 5. Uvedená tabuľka dáva prehľad o základnom chemickom zložení podzemných vôd v ÚPV vyjadrením pomocou popisných štatistických



parametrov priemeru, mediánu, štandardnej odchýlky, minimálnej a maximálnej koncentrácie. Na úvod hodnotenia každého ÚPV uvádzame ich krátku charakteristiku prevzatú z práce Malík-Švasta (2006).

V útvare podzemnej vody SK200280FK sú ako kolektorské horniny zastúpené najmä ruly, bazalty, svory, fility a ryolity, amfibolity, granity, dolomity a vápence, kremence, slieňovce, bridlice stratigrafického zaradenia mezozoikum, paleozoikum, proterozoikum. V hydrogeologických kolektoroch útvaru prevažuje krasovo-puklinová a puklinová priepustnosť. Priemerný rozsah hrúbky zvodnencov je 30 m - 100 m, hodnota koeficientu filtrácie sa tu rádovo pohybuje v rozsahu  $>11 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Chemické zloženie podzemných vôd tohto útvaru je veľmi pestré s mineralizáciou od nízkomineralizovaných podzemných vôd kryštalinika ( $100 - 150 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) až po typické karbonátogénne stredne mineralizované vody (mineralizácia 500 až  $600 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ).

V rámci útvaru podzemnej vody SK200280FK sa vyskytujú priemerné efektívne zrážky v rozsahu približne od  $1,8$  do  $30,7 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , s priemernou hodnotou okolo  $7,9 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

Merný odtok podzemných vôd v útvare je závislý od veľkosti efektívnych zrážok, ako aj od hydrogeologických vlastností hornín, ktoré ho budujú. V danom prostredí sa veľkosť merného odtoku podzemných vôd pohybuje od  $0,8$  do  $26,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , pričom jeho priemerná veľkosť sa pohybuje okolo  $3,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

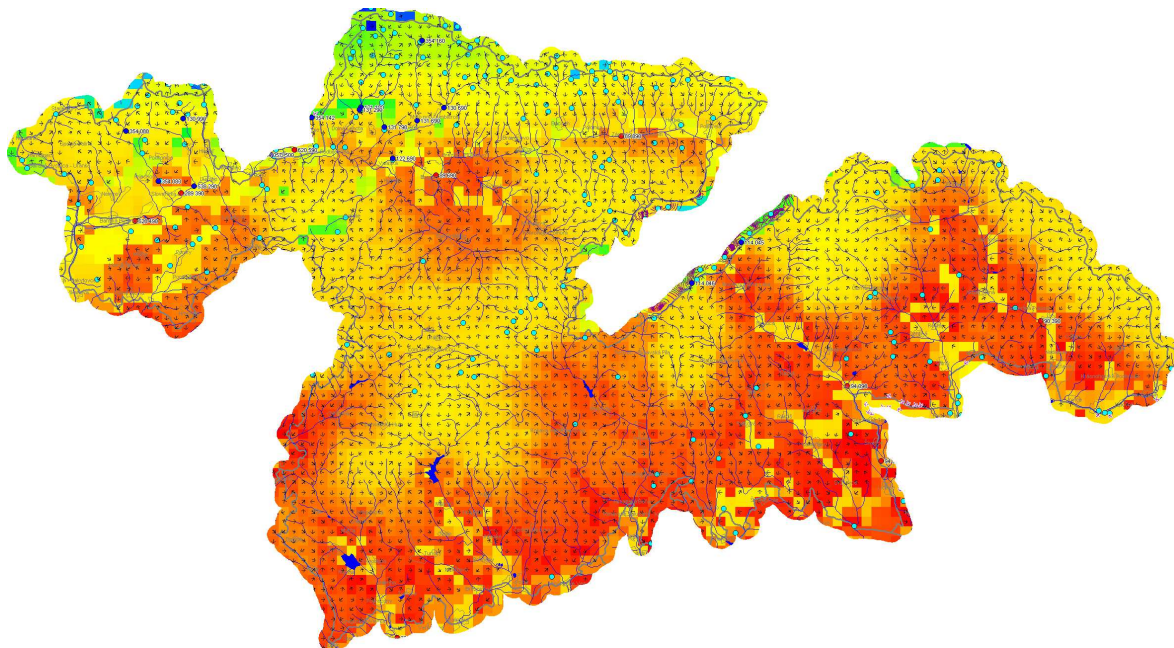
Dominantné krasovo-puklinové hydrogeologické štruktúry sú odvodňované prevažne prameňmi na obvode štruktúr, prípadne na okraji pohoria, v menej priepustných súvrstviach a horninách kryštalinika je smer prúdenia konformný so sklonom terénu (pozri obr. 3.6.1).

Prevažujúce smery prúdenia podzemných vôd v rámci daného útvaru podzemných vôd možno nájsť v práci J. Šuba (1972), hydroizohypsy pre hladiny podzemnej vody boli v rámci tohto útvaru podzemných zostrojené na základe výsledkov modelového riešenia v práci Fendek, M. in Witkowski, A., et al. (1997).

Útvar podzemnej vody SK200280FK je rozlohou najväčší ÚPV v pilotnom území, čo sa prejavuje aj na najväčšom počtom chemických analýz. Celkovo možno povedať, že mineralizácia sa pohybuje v širokom rozmedzí, čo je odrazom horninového prostredia tvorby vôd v tomto ÚPV. Stredná hodnota mineralizácie je  $180,72 \text{ mg/l}$ , z kationového zastúpenia

dominuje vápnik a horčík, z aniónového hydrogénuhličitanu a sírany. Stredná hodnota obsahu oxidu kremičitého je 10,69 mg/l. Pozitívnym javom prostredia obehu podzemných vôd je všeobecne nízky stupeň ich antropogénneho ovplyvnenia, čoho dôkazom sú ako stredné, tak aj maximálne koncentrácie chloridov a dusičnanov (tab.3.6.5). Problematickým je lokálne zvýšený obsah niektorých stopových prvkov v dôsledku existencie rudných a minerálnych výskytov a banskej činnosti. Hodnotený ÚPV ako celok nie je v kvalitatívnom riziku, je však potrebné pripomenúť lokálne oblasti s bodovými zdrojmi znečistenia o ktorých bude ďalej hovorené.

Obr. 3.6.1 Ohraničenie útvaru podzemnej vody „Puklinové a krasovo - puklinové podzemné vody Nízkych Tatier a Slovenského Rudohoria oblasti povodia Hron“ (SK200280FK) a vymedzenie oblastí, kde dochádza v najväčšej miere k tvorbe a dopĺňaniu podzemných vôd, znázornenie generálnych smerov odtoku a prúdenia podzemných vôd, drenážnej siete a polôh staníc kvalitatívneho monitoringu podzemných vôd SHMÚ.



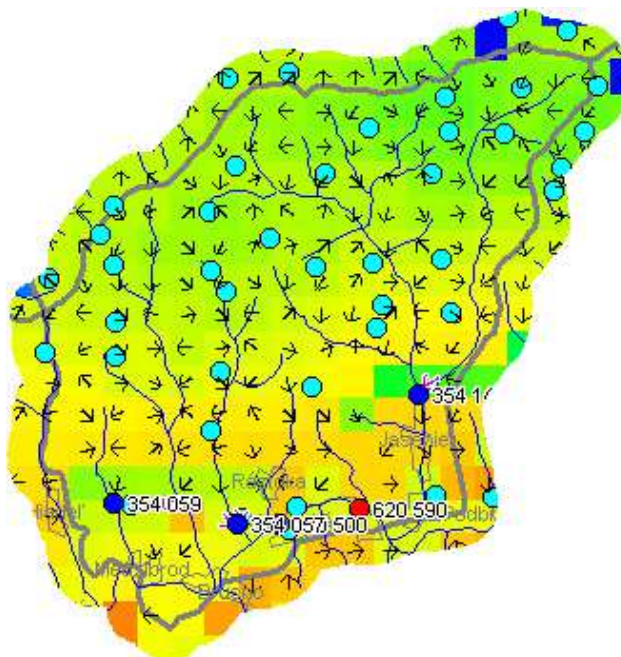
V útvere podzemnej vody SK200290FK sú ako kolektorské horniny zastúpené najmä vápence a dolomity, slieňovce, pieskovce a bridlice, ortoruly a migmatity stratigrafického zaradenia paleogén, mezozoikum, paleozoikum. V hydrogeologických kolektoroch útvaru prevažuje krasovo-puklinová a puklinová priepustnosť. Priemerný rozsah hrúbky zvodnencov je 30 m - 100 m, hodnota koeficientu filtrácie sa tu rádovo pohybuje v rozsahu  $>11 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

V rámci útvaru podzemnej vody SK200290FK sa vyskytujú priemerné efektívne zrážky v rozsahu približne od 6,3 do 31,6 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>, s priemernou hodnotou okolo 19,2 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>.

Merný odtok podzemných vôd v útvare je závislý od veľkosti efektívnych zrážok, ako aj od hydrogeologických vlastností hornín, ktoré ho budujú. V danom prostredí sa veľkosť merného odtoku podzemných vôd pohybuje od 2,6 do 12,7 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>, pričom jeho priemerná veľkosť sa pohybuje okolo 7,5 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>.

Dominantné krasovo-puklinové hydrogeologické štruktúry sú odvodňované prevažne prameňmi na obvode štruktúr, prípadne na okraji pohoria, v menej priepustných súvrstviach a horninách kryštalinika je smer prúdenia konformný so sklonom terénu (pozri obr. 3.6.2).

Obr. 3.6.2 Ohraničenie útvaru podzemnej vody „Puklinové a krasovo - puklinové podzemné vody južných svahov Nízkych Tatier oblasti povodia Hron“ (SK200290FK) a vymedzenie oblastí, kde dochádza v najväčšej miere k tvorbe a dopĺňaniu podzemných vôd, znázornenie generálnych smerov odtoku a prúdenia podzemných vôd, drenážnej siete a polôh staníc kvalitatívneho monitoringu podzemných vôd SHMÚ.



Rozsah celkovej mineralizácie 37 – 4391 mg/l naznačuje na tvorbu chemického zloženia podzemných vôd najmä v kryštaliniku a mezozoiku. Z celkového pohľadu v kationovej časti chemického zloženia vôd prevládajú ióny Ca a Mg, v aniónovej časti hydrogénuhličitaný. Celkovo tento ÚPV nie je z kvalitatívneho hľadiska v riziku. Významné sú však lokálne

zvýšené obsahy As, Cd a Sb v zrudnených polohách kryštalinika a lokálne zvýšené obsahy dusičnanov, amónnych iónov a chloridov (pozri maximálne hodnoty v tab. 5) v oblasti Dubovej a Brusna.

V útvare podzemnej vody SK200250KF sú ako kolektorské horniny zastúpené najmä vápence a dolomity stratigrafického zaradenia mezozoikum - trias. V hydrogeologických kolektoroch útvaru prevažuje krasovo-puklinová priepustnosť. Priemerný rozsah hrúbky zvodnencov je  $> 100$  m, hodnota koeficientu filtrácie sa tu rádovo pohybuje v rozsahu  $> 11 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

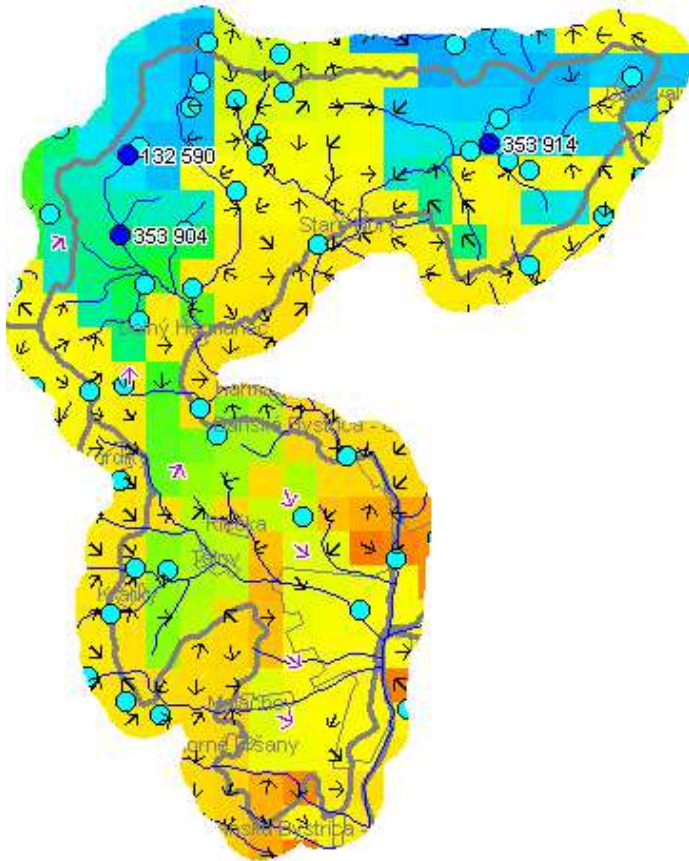
V rámci útvaru podzemnej vody SK200250KF sa vyskytujú priemerné efektívne zrážky v rozsahu približne od 5,8 do 22,7  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , s priemernou hodnotou okolo 13,3  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

Merný odtok podzemných vôd v útvare je závislý od veľkosti efektívnych zrážok, ako aj od hydrogeologických vlastností hornín, ktoré ho budujú. V danom prostredí sa veľkosť merného odtoku podzemných vôd pohybuje od 1,8 do 18,1  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , pričom jeho priemerná veľkosť sa pohybuje okolo 8,8  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

Dominantné krasovo-puklinové hydrogeologické štruktúry sú odvodňované prevažne prameňmi na obvode štruktúr, prípadne na okraji pohoria, v menej priepustných súvrstviach a horninách kryštalinika je smer prúdenia konformný so sklonom terénu (pozri obr. 3.6.3).

Prevažujúce smery prúdenia podzemných vôd v rámci daného útvaru podzemných vôd možno nájsť v prácach E. Méryová (1997); E. Méryová (1997); V. Šalyová (1997).

Obr. 3.6.3 Ohraničenie útvaru podzemnej vody „Dominantné krasovo - puklinové podzemné vody Veľkej Fatry oblasti povodia Hron“ (SK200250KF) a vymedzenie oblastí, kde dochádza v najväčšej miere k tvorbe a dopĺňaniu podzemných vôd, znázornenie generálnych smerov odtoku a prúdenia podzemných vôd, drenážnej siete a polôh staníc kvalitatívneho monitoringu podzemných vôd SHMÚ.



Útvar podzemnej vody SK200250KF je charakterizovaný strednou hodnotou celkovej mineralizácie 344 mg/l a dominantným zastúpením Ca a Mg v kationovej časti a hydrogénuhličitanov v aniónovej časti. Významný je nízky stredný obsah  $\text{SiO}_2$ , ktorý s dominanciou Ca, Mg a  $\text{HCO}_3$  dokumentuje tvorbu chemického zloženia podzemných vôd ÚPV v horninovom prostredí karbonátov. Významné sú tiež nízke maximálne koncentrácie chloridov a dusičnanov (tab. 3.6.5), ktoré hovoria o nízkom antropogénnom ovplyvnení podzemných vôd. Lokálne sa v tomto ÚPV vyskytujú zvýšené obsahy Sb, Pb a Mn. Celkove útvar podzemnej vody SK200250KF nie je z kvalitatívneho hľadiska v riziku.



V útvare podzemnej vody SK200390KF sú ako kolektorské horniny zastúpené najmä vápence a dolomity stratigrafického zaradenia mezozoikum - trias. V hydrogeologických kolektoroch útvaru prevažuje krasovo-puklinová priepustnosť. Priemerný rozsah hrúbky zvodnencov je  $> 100$  m, hodnota koeficientu filtrácie sa tu rádovo pohybuje v rozsahu  $> 11 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

V rámci útvaru podzemnej vody SK200390KF sa vyskytujú priemerné efektívne zrážky v rozsahu približne od 5,8 do 18,6  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , s priemernou hodnotou okolo 11  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

Merný odtok podzemných vôd v útvare je závislý od veľkosti efektívnych zrážok, ako aj od hydrogeologických vlastností hornín, ktoré ho budujú. V danom prostredí sa veľkosť merného odtoku podzemných vôd pohybuje od 2 do 16,4  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , pričom jeho priemerná veľkosť sa pohybuje okolo 7  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

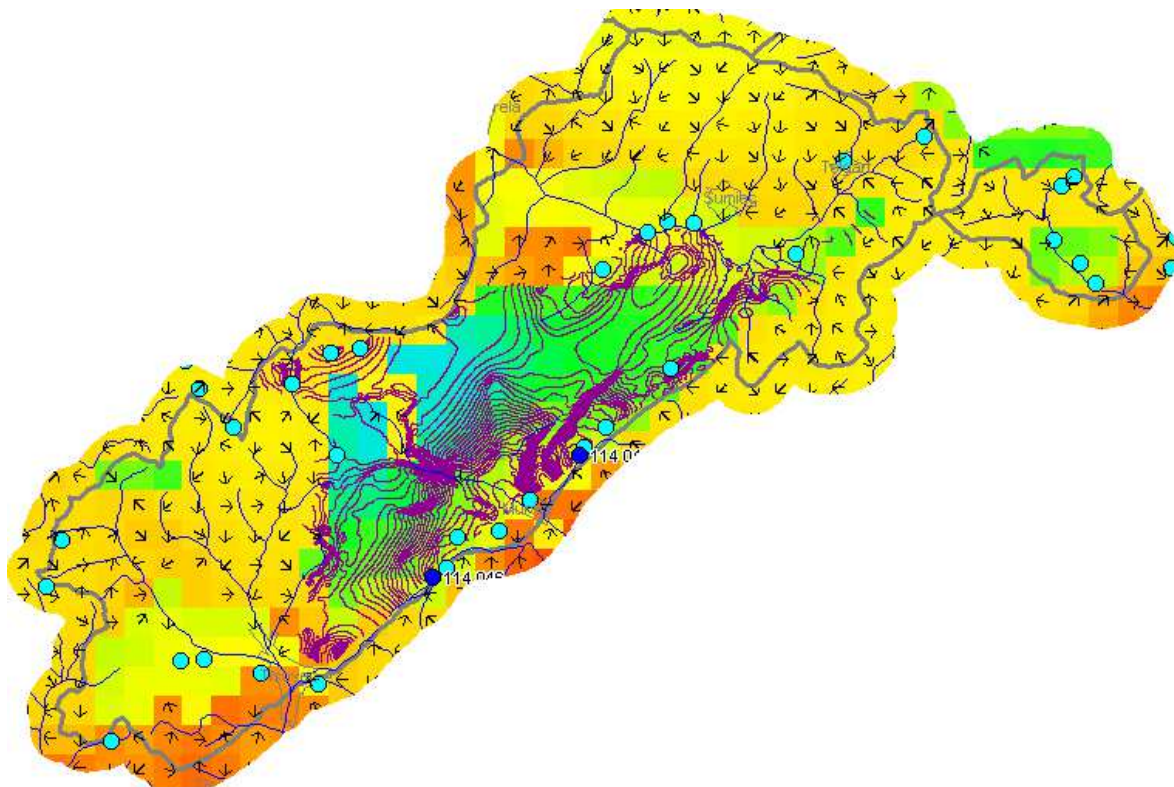
Dominantné krasovo-puklinové hydrogeologické štruktúry sú odvodňované prevažne prameňmi na obvode štruktúr, prípadne na okraji pohoria, v menej priepustných súvrstviach a horninách kryštalinika je smer prúdenia konformný so sklonom terénu (pozri obr. 3.6.4).

Prevažujúce smery prúdenia podzemných vôd a hydroizohypsy v rámci daného útvaru podzemných vôd možno nájsť v práci Fendek, M. in Witkowski, A., et al. (1997) – ich zostrojenie bolo výsledkom regionálneho matematického modelu prúdenia podzemných vôd.

V útvare podzemnej vody SK200390KF sa hodnoty celkovej mineralizácie pohybujú v intervale 31 – 1270 mg/l so strednou hodnotou 295 mg/l. Uvedená distribúcia naznačuje, že nízke hodnoty sú charakteristické pre prostredie kryštalinika a stredná hodnota hovorí o prevažnom zastúpení podzemných vôd, ktorých tvorba sa realizuje v prostredí karbonátového horninového prostredia. Tomu zodpovedá aj zastúpenie hlavných kationov, kde prevláda Ca a Mg, v aniónovej časti ich chemického zloženia dominujú hydrogénuhličitaný a sírany. Z pohľadu antropogénneho ovplyvnenia iónmi chloridov a dusičnanov môžeme konštatovať na základe stredných aj maximálnych koncentrácií, že nepredstavujú rizikové ukazovatele pre tento ÚPV. Lokálne sú však zvýšené obsahy Fe, Mn a  $\text{SO}_4$ , viazané na prostredie kryštalinika s prirodzenými zdrojmi uvedených ukazovateľov.

Ako celok útvar podzemnej vody SK200390KF z kvalitatívnej stránky nie je zaradený do rizikových ÚPV.

Obr. 3.6.4 Ohraničenie útvaru podzemnej vody „Dominantné krasovo - puklinové podzemné vody Muránskej planiny oblasti povodia Hron“ (SK200390KF) a vymedzenie oblastí, kde dochádza v najväčšej miere k tvorbe a dopĺňaniu podzemných vôd, znázornenie generálnych smerov odtoku a prúdenia podzemných vôd, drenážnej siete a polôh staníc kvalitatívneho monitoringu podzemných vôd SHMÚ.



V útvare podzemnej vody SK200220FP sú ako kolektorské horniny zastúpené najmä sladkovodné tufitické íly, piesky, pieskovce a zlepence, tufy, tufity, aglomeráty, andezity, ryolity, bazalty stratigrafického zaradenia neogén. V hydrogeologických kolektoroch útvaru prevažuje medzizrnová, puklinová, puklinovo-medzizrnová priepustnosť. Priemerný rozsah hrúbky zvodnencov je 10 m - 30 m, hodnota koeficientu filtrácie sa tu rádovo pohybuje v rozsahu  $11 \cdot 10^{-5}$  až  $11 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

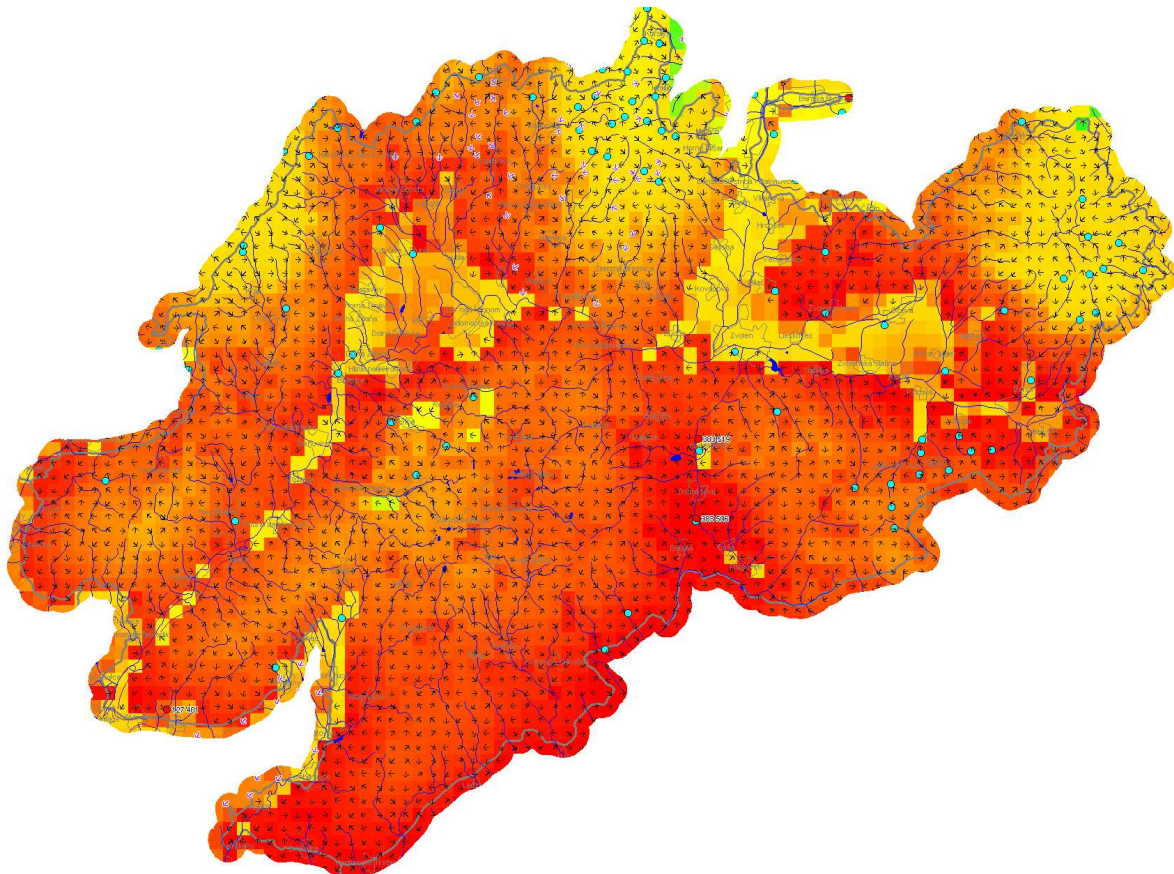
V rámci útvaru podzemnej vody SK200220FP sa vyskytujú priemerné efektívne zrážky v rozsahu približne od 1,7 do 14,7 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>, s priemernou hodnotou okolo 6 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>.

Merný odtok podzemných vôd v útvare je závislý od veľkosti efektívnych zrážok, ako aj od hydrogeologických vlastností hornín, ktoré ho budujú. V danom prostredí sa veľkosť merného odtoku podzemných vôd pohybuje od 0,6 do 11,9 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>, pričom jeho priemerná veľkosť sa pohybuje okolo 2 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>.

Smer prúdenia podzemných vôd v tomto útvare je, vzhľadom na charakter horninového prostredia typu hydrogeologického masívu viac-menej konformný so sklonom terénu (pozri obr. 3.6.5). Prevažujúce smery prúdenia podzemných vôd v rámci daného útvaru podzemných vôd možno nájsť v prácach A. Auxt (1990); Škvarka, L. (1975); V. Šalyová (1997).



Obr. 3.6.5 Ohraničenie útvaru podzemnej vody „Puklinové a medzizrnové podzemné vody severnej časti Stredoslovenských neovulkanitov oblasti povodia Hron“ (SK200220FP) a vymedzenie oblastí, kde dochádza v najväčšej miere k tvorbe a dopĺňaniu podzemných vôd, znázornenie generálnych smerov odtoku a prúdenia podzemných vôd, drenážnej siete a polôh staníc kvalitatívneho monitoringu podzemných vôd SHMÚ.



Útvar podzemnej vody SK200220FP je zastúpený v pilotnom území iba malým SV výbežkom. Hlavné prostredie tvorby chemického zloženia vôd tu tvoria hlavne neogénne vulkanické formácie. Táto skutočnosť sa najviac prejavuje v hodnotách celkovej mineralizácie (stredná hodnota 153 mg/l) a obsahu  $\text{SiO}_2$ , ktorého stredná koncentrácia je až 38,95 mg/l. Z kationov dominuje vápnik, ale podobným obsahom sú zastúpené aj horčík a sodík. V aniónovej časti chemického zloženia výrazne dominujú hydrogénuhličitaný a ďalej

sírany. Uvedená časť ÚPV v pilotnom území je všeobecne aj lokálne veľmi nízko antropogénne ovplyvnená ako po stránke hlavných kontaminantov, tak aj stopových prvkov. V útvare podzemnej vody SK1000700P sú ako kolektorské horniny zastúpené najmä aluviálne a terasové štrky, piesčité štrky, piesky, proluviálne sedimenty stratigrafického zaradenia pleistocén - holocén. V hydrogeologických kolektoroch útvaru prevažuje medzizrnová priepustnosť. Priemerný rozsah hrúbky zvodnencov je <math><10\text{ m}</math>, hodnota koeficientu filtrácie sa tu rádovo pohybuje v rozsahu  $1 \cdot 10^{-4}$  až  $1 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

V rámci útvaru podzemnej vody SK1000700P sa vyskytujú priemerné efektívne zrážky v rozsahu približne od 0,8 do 6,1  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , s priemernou hodnotou okolo 2,6  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

Merný odtok podzemných vôd v útvare je závislý od veľkosti efektívnych zrážok, ako aj od hydrogeologických vlastností hornín, ktoré ho budujú. V danom prostredí sa veľkosť merného odtoku podzemných vôd pohybuje od 0,5 do 5,5  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ , pričom jeho priemerná veľkosť sa pohybuje okolo 2,3  $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ .

Generálny smer prúdenia podzemných vôd v aluviálnej nive kvartérneho útvaru SK1000700P je viac-menej paralelný s priebehom hlavného toku. (pozri obr. 3.6.6).

Prevažujúce smery prúdenia podzemných vôd v rámci daného útvaru podzemných vôd možno nájsť aj s hydroizohypsami v prácach A. Kertész (1984); E. Machmerová (1993); Franko, O. (1976); P. Fecek (1982). Hydroizohypsy pre hladiny podzemnej vody boli v rámci tohto útvaru podzemných zostrojené aj v prácach Franko, O. (1976) a Kullman, E. (1975).

Je to jediný kvartérny ÚPV v pilotnom území. Celková mineralizácia podzemných vôd sa pohybuje v rozmedzí 494 – 1049 mg/l, čo dokumentuje lokálny antropogénny vplyv. V podzemných vodách sa to prejavuje hlavne zvýšeným obsahom dusičnanov, chloridov a síranov. V chemickom zložení vôd prevláda v kationovej časti vápnik a horčík s výrazným zastúpením aj sodíka a lokálne aj draslíka. V aniónovom zložení je poradie najviac zastúpených iónov hydrogénuhličitan, sírany, chloridy a dusičnany.

Obr. 3.6.6 Ohraničenie útvaru podzemnej vody „Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Hrona oblasti povodia Hron“ (SK1000700P) a vymedzenie oblastí, kde dochádza v najväčšej miere k tvorbe a dopĺňaniu podzemných vôd, znázornenie generálnych smerov odtoku a prúdenia podzemných vôd, drenážnej siete a polôh staníc kvalitatívneho monitoringu podzemných vôd SHMÚ.



Ako už bolo uvedené, v mape sú účelovo prezentované dva typy chemického zloženia podzemných vôd:

- základný Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> typ,
- prechodné a zmiešané typy vôd, prevažne Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> a Ca-SO<sub>4</sub> typy.

Účelovosť takéhoto zobrazenia spočíva v základnej myšlienke, že čím je chemický typ vody menej vyhranený, t.j. od výrazného, cez nevýrazný, prechodný až po zmiešaný, tým je tvorba chemizmu vody zložitejšia s pomerne veľkou pravdepodobnosťou antropogénneho ovplyvnenia. Z uvedených dôvodov sú v mape chemického zloženia podzemných vôd pilotného územia zvýraznené dva extrémne prípady spojené do oblastí so základným typom a nevyhranenými typmi.

Informácie o zastúpení jednotlivých chemických typov podzemných vôd, rozdelených podľa príslušných ÚPV sú dokumentované v tab. 3.6.10. Situáciu ešte zvýrazňujú hodnoty geochemických koeficientov vyjadrených základnými štatistickými parametrami pre každý ÚPV pilotného územia (tab. 3.6.11).

Z hľadiska zastúpenia uvedených dvoch základných typov možno uviesť, že najväčšiu vyhranenosť v zmysle zastúpenia výrazných typov predstavuje ÚPV SK 200250KF (tab. 3.6.10). Je to logický dôsledok prevládajúceho prostredia karbonátového prostredia tvorby chemického zloženia podzemných vôd. Pomocou strednej hodnoty geochemického faktora Mg/Ca (tab. 3.6.11) môžeme povedať, že hlavným prostredím tvorby je zmiešaný obeh v prostredí vápencov a dolomitov. Na druhej strane je najmenej vyhranený chemický typ podzemných vôd zastúpený v ÚPV SK 200280FK, čo je podmienené aj zastúpením značnej časti podzemných vôd geneticky viazaných na prostredie kryštalinika a antropogénnym ovplyvnením.

Porovnaním charakteristík v tab. 3.6.10/11/12 prichádzame k záveru, že miera ovplyvnenia chemického zloženia podzemných vôd vo všeobecnosti závisí od miery vyhranenosti chemických typov vôd, čo dokumentujú hodnoty indexov kontaminácie a geochemické indexy. Ako príklad možno uviesť predkvartérny ÚPV SK200280FK s najviac zastúpenými nevyhranenými typmi a najvyšším podielom zmiešaných a prechodných typov podzemnej vody.

Palmer-Gazdove typy vôd - početnosť a percentuálne zastúpenie v regióne Horný

Typ vzoriek	počet vzoriek	A <sub>2</sub> výrazný		S <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) výr.		ostat. výr.		A <sub>2</sub> nevýrazný		S <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) nevýr.		ostat. nevýr.
		početnosť	%	početnosť	%	početnosť	%	početnosť	%	početnosť	%	početnosť
K1000700P	16	10	62,50	0	0,00	0	0,00	6	37,50	0	0,00	0
K200250KF	68	66	97,06	0	0,00	1	1,47	1	1,47	0	0,00	0
K200280FK	591	247	41,79	4	0,68	0	0,00	133	22,5	18	3,05	3
K200290FK	154	66	42,86	2	1,30	1	0,65	67	43,51	4	2,60	1
K200390KF	46	25	54,35	2	4,35	0	0,00	8	17,39	1	2,17	1
K200220FP	17	6	35,29	0	0,00	0	0,00	7	41,18	1	5,88	0
Typ vzoriek	počet vzoriek	A <sub>2</sub> -S <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) prech.		S <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> )-A <sub>2</sub> prech.		ostatné prech.		A <sub>2</sub> zmiešaný		S <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) zmiešaný		S <sub>2</sub> (Cl) zmiešaný
		početnosť	%	početnosť	%	početnosť	%	početnosť	%	početnosť	%	početnosť
K1000700P	16	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
K200250KF	68	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
K200280FK	591	28	4,74	24	4,06	4	0,68	70	11,84	34	5,75	1
K200290FK	154	2	1,30	2	1,30	0	0,00	4	2,60	1	0,65	1
K200390KF	46	1	2,17	0	0,00	0	0,00	4	8,70	4	8,70	0
K200220FP	17	1	5,88	0	0,00	0	0,00	1	5,88	0	0,00	0

Tab.3.6.11 Geochemické koeficienty útvarov podzemných vôd v regióne Horný Hron

Typ obehu	Štat.údaje	Na/K	SO <sub>4</sub> /NO <sub>3</sub>	Na+K/Mg+Ca	Mg/Ca	SO <sub>4</sub> /M	Cl/Na	SO <sub>4</sub> /Cl
<b>SK1000700P</b> <i>n=16</i>	priemer	19,52	93,39	0,101	0,520	0,1500	0,983	7,994
	median	6,18	11,03	0,068	0,480	0,1445	0,850	4,930
	št. odchýľka	44,16	241,52	0,113	0,231	0,0370	0,782	6,588
	minimum	0,41	2,02	0,030	0,176	0,1078	0,186	2,385
	maximum	180,27	982,81	0,465	0,904	0,2578	3,377	23,430
<b>SK200250KF</b> <i>n=68</i>	priemer	5,60	78,62	0,019	0,595	0,0840	2,226	17,027
	median	3,43	5,81	0,011	0,633	0,0530	1,375	8,179
	št. odchýľka	6,03	303,55	0,034	0,284	0,0782	3,694	50,766
	minimum	0,96	1,27	0,001	0,053	0,0191	0,226	0,970
	maximum	37,41	2347,93	0,237	1,135	0,5392	29,829	419,529
<b>SK200280FK</b> <i>n=591</i>	priemer	8,23	41,34	0,211	0,606	0,1458	1,026	10,723
	median	4,84	5,19	0,142	0,557	0,1324	0,675	4,985
	št. odchýľka	15,02	258,83	0,403	0,315	0,0900	1,523	87,079
	minimum	0,11	0,06	0,003	0,047	0,0012	0,005	0,046
	maximum	210,88	4518,19	4,669	3,570	0,6109	27,560	2109,524
<b>SK200290FK</b> <i>n=154</i>	priemer	15,32	121,69	0,158	0,519	0,1488	1,077	16,051
	median	5,53	6,53	0,092	0,489	0,1324	0,649	5,393
	št. odchýľka	47,39	536,22	0,524	0,265	0,1042	1,494	35,577
	minimum	0,45	0,12	0,007	0,092	0,0207	0,015	0,125
	maximum	451,17	5035,87	6,446	1,893	0,6006	13,741	242,363
<b>SK200390KF</b> <i>n=46</i>	priemer	4,48	143,00	0,101	0,370	0,1429	1,905	13,239
	median	3,65	15,21	0,026	0,312	0,1103	1,190	6,886
	št. odchýľka	2,91	569,96	0,120	0,203	0,1156	2,640	25,923
	minimum	0,38	0,21	0,001	0,022	0,0029	0,240	0,278
	maximum	13,61	3679,82	0,386	1,257	0,5613	16,082	174,754
<b>SK200220FP</b> <i>n=17</i>	priemer	2,42	13,36	0,280	0,559	0,0992	0,415	6,547
	median	2,11	3,49	0,284	0,466	0,0861	0,287	6,244
	št. odchýľka	1,05	22,26	0,159	0,222	0,0584	0,254	3,647
	minimum	1,30	0,73	0,015	0,333	0,0285	0,121	0,930
	maximum	4,49	80,97	0,559	1,077	0,2784	0,985	13,030
<b>Spolu</b> <i>n=892</i>	priemer	9,16	63,19	0,181	0,576	0,1406	1,158	12,125
	median	4,72	5,60	0,103	0,533	0,1271	0,714	5,348
	št. odchýľka	24,20	343,15	0,399	0,302	0,0936	1,854	73,986
	minimum	0,11	0,06	0,001	0,022	0,0012	0,005	0,046
	maximum	451,17	5035,87	6,446	3,570	0,6109	29,829	2109,524



### 3.6.3.6 Indexy kontaminácie a prekročenie legislatívnych limitov

Výpočet indexu kontaminácie bol pre pilotné územie vypočítaný v zmysle metodiky prezentovanej v metodickom výstupe 1A. V mape sú prezentované výsledky v troch skupinách odberových bodov:

- odberové body, kde index kontaminácie bol rovný nule
- odberové body, kde index kontaminácie bol väčší ako nula
- oblasti odberových bodov, v ktorých sa vyskytovali zvýšené obsahy ekologicky významných prvkov As, Cu, Pb, Cd a Sb.

Prekročenie limitných hodnôt je zobrazené v mape indexom výskytu kontaminantov pri odberovom bode a v prípade 70% zastúpenia v bodovom vyjadrení aj plošne s okrajovou podmienkou tvorenou povodím.

Štatistické vyhodnotenie zastúpenia indexu kontaminácie v jednotlivých častiach ÚPV, ktoré patria do pilotného územia je dokumentované v tab. 8. Je zrejmé, že percentuálne majú najväčší počet zastúpenia indexu kontaminácie v hodnotách vyšších ako nula ÚPV SK200290FK a SK200280FK. Toto hodnotenie je do určitej miery závislé od plochy útvaru a počtu vzoriek, avšak dáva celkom dobrý prehľad o lokálnych aj plošných oblastiach so zvýšenou hodnotou významných vodohospodárskych ukazovateľov.

### 3.6.3.7 Vyhodnotenie charakteru trendov kontaminantov

V oblasti pilotného územia sa nachádzajú monitorovacie objekty pre pozorovanie zmien kvality podzemných vôd, ktorých lokalizácia je uvedená v mape dokumentačných bodov. Pre hodnotenie časových radov a v ich rámci sezónnych cyklických a iných zmien je potrebné hodnotiť minimálne 8 údajov, samozrejme v kombinácii s ročnou frekvenciou odberu. V našom prípade potrebné údaje nemáme, a preto podávame ako príklad hodnotenie monitorovacieho objektu 289390 v Lučatíne (**tab. č. 3.6.13**). Súbor obsahuje kompletne chemické analýzy zo šiestich odberov v rokoch 1999 – 2005 s ročným monitorovacím intervalom.

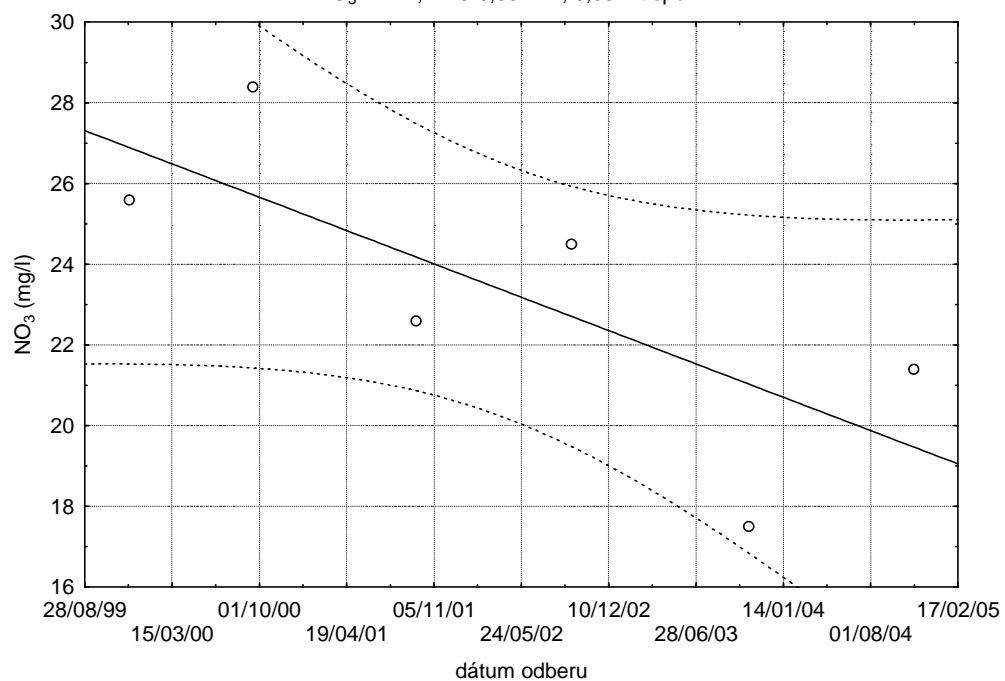
Tab. 3.6.13 Popisné štatistiky (objekt 289390)

	Priemer	Int. spol. -95%	Int. spol. +95%	Medián	Minimum	Maximum	Dolný kvartil	Horný kvartil
NH <sub>4</sub>	0,0567	0,008	0,106	0,053	0,005	0,110	0,020	0,100
Cl	20,51	15,39	25,64	20,30	15,00	26,60	16,50000	24,40
NO <sub>3</sub>	23,33	19,39	27,27	23,55	17,50	28,40	21,40000	25,60

OBR 3.6.8

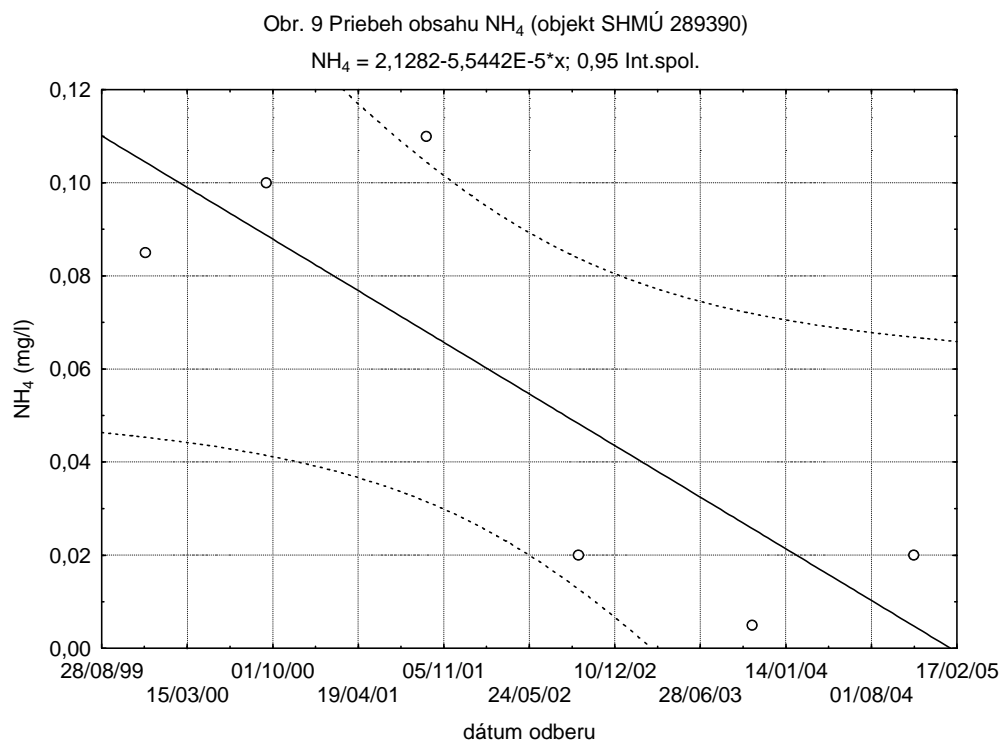
Obr. 8 Priebeh obsahu NO<sub>3</sub> (objekt SHMÚ 289390)

$$\text{NO}_3 = 177,7229 - 0,0041 * x; 0,95 \text{ Int.spol.}$$





Obr 3.6.9



Monitorovací vrt je situovaný do aluviálnych náplavov Hrona, jeho hĺbka je 7,3 m. Pre príklad sme vybrali hodnotenie troch ukazovateľov, pretože podzemná voda je práve nimi do určitej miery antropogénne ovplyvnená.

Analýza údajov z výsledkov pozorovania:

- ročný interval vzorkovania za obdobie 6 rokov nie je dostačujúci pre štatistické podmienky vyhodnotenia časových radov. Hodnotenie je urobené z lineárnej závislosti, čo zjednodušeným spôsobom zobrazuje trend pri 0,95 % intervale spoľahlivosti.
- obsah chloridov (obr. 3.6.7) má klesajúci charakter trendu z lineárnej závislosti. Konkrétne hodnoty, ani interval spoľahlivosti nepresahujú referenčnú koncentráciu 250 mg/l.
- podobným spôsobom možno charakterizovať aj priebeh obsahu dusičnanov a amónnych iónov (obr. 3.6.8 a 9).
- ani stredné hodnoty hodnotených zložiek za sledované obdobie neprekračujú v monitorovacom objekte referenčné hodnoty.

Z uvedenej analýzy je možné odvodiť za daného stavu monitorovania kvality záver, že podzemná voda v monitorovacom objekte siete SHMÚ číslo 289390 vykazuje znaky klesajúceho trendu obsahu dusičnanov, amónnych iónov a chloridov, ich stredné hodnoty neprekračujú príslušné referenčné hodnoty (v našom prípade sú referenčnými hodnotami obsahy pre štandard pitnej vody). Zároveň je potrebné uviesť vysokú neistotu daných dát z hľadiska sezónnosti a cykličnosti, kedy nie je možné s určitou pravdepodobnosťou povedať, či v niektorých obdobiach hodnotené zložky neprekračujú referenčné hodnoty.

### 3.6.3.8 Zdroje znečistenia vôd

V mape sú znázornené bodové zdroje znečistenia v troch kategóriách:

- skládky
- haldy
- štôlne a výskyty rudnej mineralizácie.

Informácie o skládkach pozostávajú z dvoch zdrojov. Prvým je archív Geofondu ŠGÚDŠ, kde je o evidovanej skládke odpadu (prevažne sa jedná o komunálny odpad) kompletná evidencia. Druhým zdrojom sú údaje z databázy Geoviron (správca údajov SHMÚ, Bratislava), kde sú zároveň aj hodnotené potenciálne vplyvy na podzemnú vodu s diferencovanými hodnotami intenzity vplyvu výsledného skóre.

V mape sú ďalej znázornené miesta s priemyselným odpadom rozdelené podľa skupenstva na odpad pevný, kvapalný a hlavné zdroje emisií.

Údaje o haldách pochádzajú z databázového systému registra v Geofonde ŠGÚDŠ, v prípade, že pochádzajú zo známej štôlne, obsahujú aj túto informáciu.

Z hľadiska informácií o výskytoch ložísk a rudnej mineralizácie, tieto vychádzali z údajov o surovinovom zdroji, jeho veľkosti/množstve, obsahu úžitkových kovov, informácii o hlavných a vedľajších prvkoch a hlavných mineráloch. Údaje majú veľký význam pri posudzovaní možnosti potenciálneho ovplyvnenia chemického zloženia podzemných vôd z týchto zdrojov.

#### 3.6.4 Záver

Navrhnutá metodika hodnotenia kvalitatívneho stavu podzemných vôd bola overovaná v pilotnom území hornej časti povodia Hrona. Výsledkom je mapový výstup s legendou mapy a vysvetlivkový text, so zámerom vyhodnotiť údaje v intenciach implementácie Rámcovej smernice pre vodu tak, že sú zohľadnené jednotlivé novo vyčlenené útvary podzemných vôd.

Hlavný dôraz bol v pilotnom území kladený na zostavenie hydrogeochemickej databázy s preukázaním reprezentatívnosti údajov, stanovenie kvalitatívnych parametrov podzemných vôd podľa navrhutej metodiky s plošným vyjadrením v hydrogeochemickej mape, určenie typov horninového prostredia obehu podzemných vôd a chemických typov vôd (spolu so stanovením indexov kontaminácie a nadlimitných hodnôt a hodnotením charakteru trendov jednotlivých kontaminantov v zmysle metodiky).

Predkladané riešenie sa po odbornej diskusii a určitých korekciách môže stať základom pre vyjadrovanie kvalitatívnych vlastností podzemných vôd v mysle požiadaviek RSV. Tento postup sa analogicky môže potom aplikovať pri ďalšom evaluačnom procese pre celé územie Slovenska v procese implementácie RSV.

Pre vyhodnotenie kvalitatívneho stavu podzemných vôd v pilotnom území bolo zhromaždených 850 archívnych chemických analýz, ktoré sa prehodnotili z hľadiska ich správnosti a vypočítali sa geochemické indexy a koeficienty. Z hľadiska účelovosti a objektivity boli uvedené informácie doplnené o 94 nových analýz podzemných vôd, pričom tieto výsledky slúžili na spracovanie kvalitatívneho stavu a verifikáciu súčasného stavu podzemných vôd pilotného územia. Pri plánovaní doplnkových odberov sme sa orientovali na plošné hodnotenie územia so zameraním na kvalitatívne vodohospodársky významné problémy v jednotlivých hydrogeologických štruktúrach pilotného územia – navrhujeme aby systémový prístup doplnkovým odberom voriak podzemných vôd bol trvalou súčasťou evaluačného procesu počas implementácie RSV.

Významnou informáciou ako pre hydrogeológov, tak aj pre vodohospodárov je stanovenie a mapové vyjadrenie typov horninového prostredia tvorby chemického zloženia podzemných vôd, ktoré vyjadrujú genetický aspekt tvorby chemického zloženia podzemných vôd viazaný na podstatné interakcie v systéme voda – hornina. Pre pilotné územie bolo stanovených 5 typov horninového prostredia obehu vôd: fluviogénny, silikáto-karbonátogénny až

hydrosilikátogénny, karbonáto-silikátogénny až hydrosilikátogénny, karbonátogénny a silikátogénny. Vymedzenie uvedených typov si vyžaduje podrobnú analýzu geologických a hydrogeologických pomerov územia.

Chemické typy vôd boli stanovené v zmysle Gazdovej klasifikácie a reálne odrážajú ako geogénne mineralizačné procesy (viac či menej petrogénny charakter mineralizačných procesov podzemných vôd), tak aj antropogénne vplyvy, súvisiace s rôznym typom vyžívania krajiny v pilotnom území - v mape sú účelovo prezentované dva typy chemického zloženia podzemných vôd: základný Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> typ a prechodné a zmiešané typy vôd, prevažne Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> a Ca-SO<sub>4</sub> typy. Doporučujeme, aby pre potreby implementácie RSV boli základné charakteristiky chemického zloženia podzemných vôd vyčlenených útvarov podzemných vôd (obdobne ako v nami riešenom pilotnom území, tab. 3.6.9) boli hydrogeochemické údaje spracovávané v tabuľkovej forme, tak aby poskytovali prehľad o základnom chemickom zložení podzemných vôd v jednotlivých útvaroch podzemných vôd s vyjadrením pomocou popisných štatistických parametrov priemeru, mediánu, štandardnej odchýlky, minimálnej a maximálnej koncentrácie. Odkúšanie navrhovanej metodiky preukázalo, že čím je chemický typ vody menej vyhraný, tým je tvorba chemizmu vody zložitejšia s pomerne veľkou pravdepodobnosťou antropogénneho ovplyvnenia. Možno však očakávať, že v budúcnosti sa toto vyjadrenie spresní a nájde sa ešte efektívnejšie mapové vyjadrenie chemických typov podzemných vôd. Musí tomu však predchádzať overenie navrhovaného mapovacieho postupu v ďalších reálnych hydrogeologických štruktúrach či útvaroch podzemných vôd.

Informácie o zastúpení jednotlivých chemických typov podzemných vôd, spolu s hodnotami geochemických koeficientov vyjadrených základnými štatistickými parametrami pre každý útvar podzemnej vody pilotného územia, sú vyjadrené v tab. 3.6.10/11.

Výpočet indexu kontaminácie bol pre pilotné územie vypočítaný v zmysle metodiky prezentovanej v metodickom výstupe 1A. V mape sú prezentované výsledky v troch skupinách odberových bodov: - odberové body, kde index kontaminácie bol rovný nule, - odberové body, kde index kontaminácie bol väčší ako nula, - oblasti odberových bodov, v ktorých sa vyskytovali zvýšené obsahy ekologicky významných prvkov As, Cu, Pb, Cd a Sb. Prekročenie limitných hodnôt je zobrazené v mape indexom výskytu kontaminantov pri odberovom bode a v prípade 70% zastúpenia v bodovom vyjadrení aj plošne s okrajovou

podmienkou tvorenou povodím. Štatistické vyhodnotenie zastúpenia indexu kontaminácie v jednotlivých častiach útvarov podzemných vôd, ktoré patria do pilotného územia, preukázalo, že percentuálne majú najväčší počet zastúpenia indexu kontaminácie v hodnotách vyšších ako nula útvary odzemných vôd SK200290FK a SK200280FK. Toto hodnotenie je do určitej miery závislé od plochy útvaru a počtu vzoriek, avšak dáva celkom reprezentatívny prehľad o lokálnych aj plošných oblastiach so zvýšenou hodnotou významných vodohospodárskych ukazovateľov.

V mape sú znázornené bodové zdroje znečistenia v troch kategóriách: - skládky, - haldy, - štôlne a výskyty rudnej mineralizácie. V mape sú ďalej znázornené miesta s priemyselným odpadom rozdelené podľa skupenstva na odpad pevný, kvapalný a hlavné zdroje emisií. Údaje majú veľký význam pri posudzovaní možnosti potenciálneho ovplyvnenia chemického zloženia podzemných vôd z týchto zdrojov.

Z geochemického hľadiska je pre implementáciu RSV najproblematickejšie mapové či štatisticky reprezentatívne vyjadrovanie trendov vývoja potenciálnych kontaminantov podzemných vôd. V oblasti pilotného územia sa nachádzajú monitorovacie objekty pre pozorovanie zmien kvality podzemných vôd, ktorých lokalizácia je uvedená v mape dokumentačných bodov. Pre hodnotenie časových radov a v ich rámci sezónnych cyklických a iných zmien je potrebné hodnotiť minimálne 8 údajov, samozrejme v kombinácii s ročnou frekvenciou odberu. V konkrétnom prípade pilotného územia potrebné údaje neboli k dispozícii, preto bol podaný ako príklad hodnotenia monitorovacieho objektu č. 289390 v Lučatíne. Súbor však tiež obsahoval kompletné chemické analýzy iba zo šiestich odberov v rokoch 1999 – 2005 s ročným monitorovacím intervalom. Túto časť požiadaviek RSV pri jej implementácii považujeme na území Slovenska za kritickú a odporúčame sobitne sa tejto problematke venovať najbližšej budúcnosti. Treba konštatovať, že v súčasnosti nie je v SR k dispozícii dostatočný počet reprezentatívnych súborov údajov časových radov pozorovaní tak, aby sme mohli vyhodnocovať pre jednotlivé novo vyčlenené útvary charakter trendov kontaminácie spožadovanou presnosťou a reprezentatívnosťou.

Tab. 3.6.12 Štatistické vyhodnotenie indexu kontaminácie v útvaroch podzemnej vody regiónu Horný Hron

útvár	počet vzoriek	priemer	medián	štd. odchýlka	minimum	maximum	počet prekročení	% prekročení
SK200250KF	68	0,24	0,00	1,16	0,00	8,80	7	10,29
SK200280FK	591	9,72	0,00	79,40	0,00	1307,85	136	23,01
SK200290FK	154	19,09	0,30	50,13	0,00	303,10	83	53,90
SK200390KF	46	0,44	0,00	1,63	0,00	9,71	7	15,22
SK200220FP	17	0,09	0,00	0,36	0,00	1,50	1	5,88
SK1000700P	16	1,98	0,00	4,83	0,00	18,39	6	37,50

(Príloha č. 2)

### 3.7 MONITORING BODOVÝCH ZDROJOV ZNEČISTENIA – TVORBA DATABÁZY ZNEČISTENÝCH LOKALÍT

#### 3.7.1 Popis databázy monitoringu bodových zdrojov znečistenia

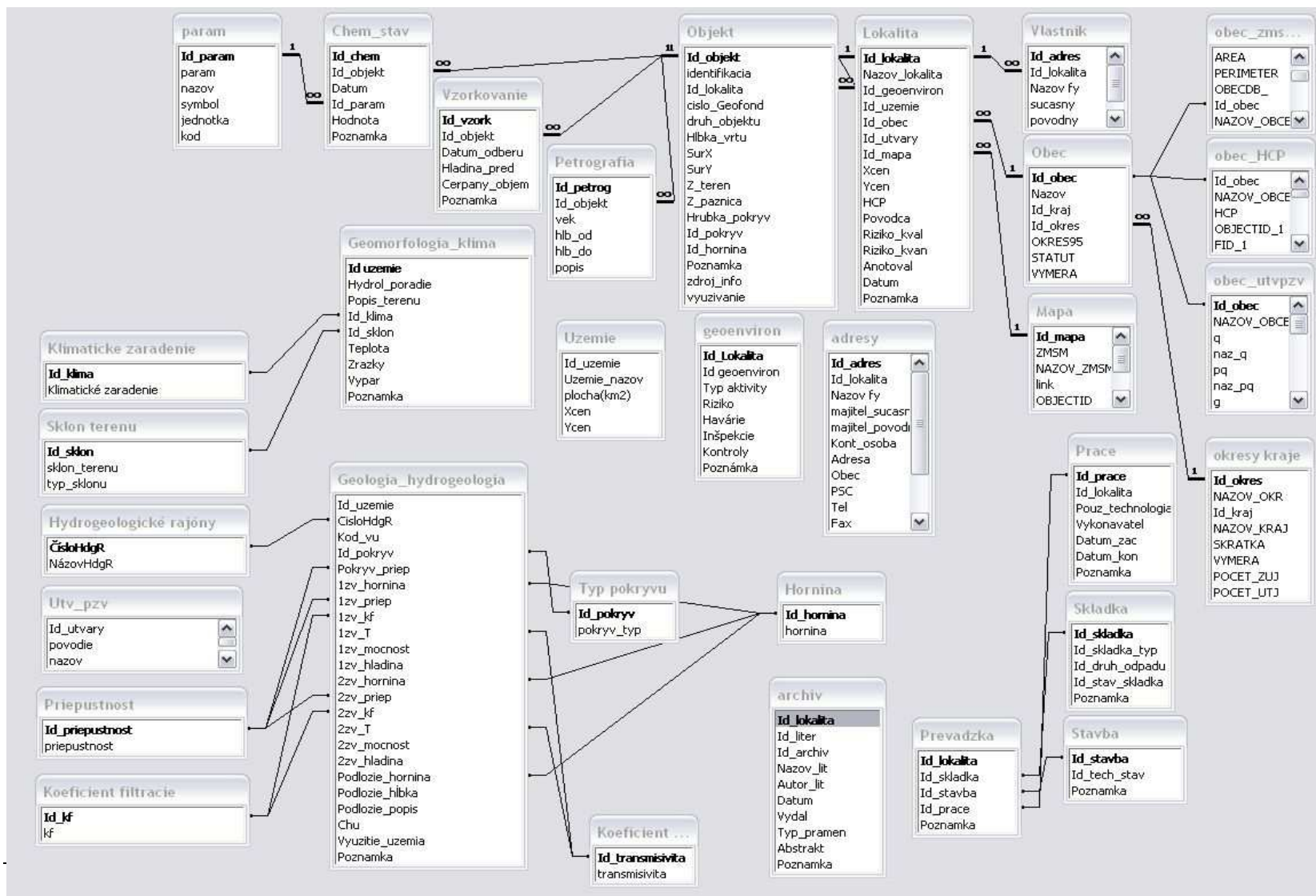
Pre zvládnutie spracovania množstva dát o monitoringu bodových zdrojov znečistenia bola vytvorená databáza v prostredí Microsoft Access. Po vypracovaní a zvládnutí systéme prípravy, vkladania a editovania dát sa databáza prevedie na software, ktorý ovláda databázu o záťaži v životnom prostredí a podporuje prostredie databázy s mapovým prostredím (GIS).

Hlavné atribúty navrhovanej databázy

- a) **Lokalita** – Atribút nadradený ostatným. Obsahuje hlavné údaje o lokalite. Lokalita je vyjadrená bodom, ktorý predstavuje záťaž s presnými geografickými súradnicami .
- b) **Objekty** - databáza prieskumných a pozorovacích objektov s presnými geografickými súradnicami X, Y, Z (vrty, vpichy, kopané sondy...) naväzujúcich na jednotlivé lokality.
- c) **Monitoring** – údaje o monitorovacích prácach vykonávaných na objekte – odber vzoriek vôd –chemický stav. .

Predpokladaná štruktúra databázy

Na nasledovnom obrázku je znázornená predpokladaná štruktúra databázy.





### 3.7.2 POTREBNÉ ÚDAJE NA ULOŽENIE DO DATABÁZY

Pre zefektívnenie práce je nevyhnutné dáta o monitorovaní zdrojov znečistenia, vrátane potenciálnych zdrojov aj v prípade ak analýzy znečistenie nepotvrdili, odovzdávať v digitálnej forme, ktorú je potom možné priamo importovať do databázy.

Prehľad informácií potrebných pre plnohodnotnú správu databázu:

### 3.7.3 LOKALITA – ZDROJ ZNEČISTENIA

Lokalita je centrálnym prvkom databázy od nej sa odvíjajú všetky ďalšie stavebné prvky. Tieto sa do databázy vkladajú iba raz, alebo v prípade zmien (napr. majiteľa, názvu firmy a pod.) neskôr sa už identifikuje podľa prideleného ID.

**Názov lokality** – určuje ho miestny názov lokality (napr. skládka odpadov, výrobná linka v podniku, časť výroby v podniku) názov musí byť stručný a musí byť z neho jasné, o aký zdroj znečistenia ide. V prípade, že zdrojom znečistenia je len podnik ako celok, zadá sa názov podniku

**Súradnice X a Y** – v JTSK súradnicovom formáte – ide o súradnicu centroidu plochy podniku, prevádzky. V prípade že súradnice nepoznáte, je vhodné priložiť mapu v mierke 1:10000 so znázornením plochy podniku

**Majiteľ** – súčasný a pôvodný majiteľ podniku

**Adresa majiteľa a kontakty** – presná adresa – ulica, obec, PSČ, telefónne číslo (ústredňa, informátor), faxové číslo, IČO, DIČ, e-mail kontakt

**Foto** – mapa s prípadne vyznačenými potenciálnymi zdrojmi, fotografie lokality – s popisom, čo sa na fotke nachádza - nepovinné

**Poznámky:** ostané informácie, ako napr. havárie alebo iná záťaž životného prostredia (poškodenie vzhľadom krajiny).

### 3.7.4 OBJEKTY

V tabuľke OBJEKTY sú evidované prieskumné a pozorovacie (monitorovacie) objekty ako sú vrty, odberné miesta vôd. Každý z týchto objektov musí byť v GIS časti reprezentovaný bodom a teda musia byť známe jeho geografické súradnice. Tieto sa podobne ako v prípade Lokality vkladajú iba raz, alebo po nejakých zmenách (dobudovanie objektov, likvidácia objektu a pod.). Pri vkladaní ďalších údajov sa identifikuje pomocou prideleného ID.

**Identifikácia objektu** – názov objektu –vrtu, studne (napr. RH-1, HBK3....)

**Číslo objektu v Geofonde** – číslo pod ktorým je objekt vedený v databáza Geofondu

**Druh objektu** – vrt, studňa, sonda (vrážaná, vŕtaná)

**Hĺbka\_vrtu** – číslo v (m) zobrazujúce hĺbku vrtu pod terénom.

**Súradnice X, Y, Z** - súradnicový systém JTSK, Z – súradnica vyjadrená v m n.m -

**Pažnica** – výška pažnice v m

**Narazená hladina podzemnej vody** –vyjadrená v m n.m.

**Ustálená hladina podzemnej vody** –vyjadrená v m n.m.

**Poznámky** –doplňujúce informácie k objektu.

### 3.7.5 MONITORING

Tabuľka má obsahovať kompletne výsledky chemických, či biologických analýz pre daný objekt danej lokality záujmového územia. Obsahuje atribúty:

**Identifikácia objektu** – objekt v ktorom bol vykonávaný odber (ID)

**Dátum odberu** – deň, mesiac, rok, kedy bola vzorka odobraná.

**Hladina podzemnej vody** – číslom vyjadrená, aká bola hladina podzemnej vody pred odberom

**Ukazovatele kvality vôd** – analyzované parametre kvality vôd, výsledky analýz

**Parametre merané priamo v teréne** – zoznam parametrov a hodnôt, ktoré sú merané priamo v teréne, výsledky

**Poznámka** – v prípade doplnenia ďalších relevantných informácií k odberu a analýze parametrov kvality vôd

### 3.7.6 Možnosti odovzdávania údajov

**OnLine** – cez webový formulár na webovej stránke (v procese vývoja)

**OffLine** – spracovaný formulár pre Microsoft Excell, ktorý po vyplnení bude zaslaný správcovi databázy na diskete, CD, ako príloha e-mailu, resp. sa vytvorí web rozhranie pre upload súboru na webstránku

## VÝSTUP 2A

### 3.8 (4.2.6) Metodika určenia kritérií pre kvalitatívnu kategorizáciu zdrojov podzemných vôd s ohľadom na ich upraviteľnosť

#### 3.8.1 Úvod

Pre potreby dokumentovanej časti využiteľných množstiev podzemných vôd, ktorej súčasťou sú aj kvalitatívne parametre vypočítaných množstiev podzemnej vody hlavne pre kategóriu C je neprehľadná informácia o kvalite vody a jej potenciálnej potreby úpravy. Zo správ vyhľadávacieho prieskumu pre jednotlivé hydrogeologické rajóny je v niektorých prípadoch nemožné pričleniť množstvám podzemnej vody príslušné kvalitatívne charakteristiky, čo v konečnom dôsledku skresľuje celkový výsledok a znižuje reprodukovateľnosť ako skutočnosti, tak aj prognóz. Táto situácia je spôsobená nejednoznačnosťou a prakticky neexistujúcou metodikou pre takéto hodnotenie. Na druhej strane je potrebné povedať, že neexistovala hlavne metodika a kritériá na kvalitatívne hodnotenie. V súčasnosti je možné vychádzať z legislatívy, ktorá umožňuje a tiež vlastne zaväzuje urobiť kvalitatívne hodnotenia vypočítaných množstiev podzemnej vody.

Cieľom tejto časti projektu je vypracovanie návrhu metodického postupu na hodnotenie a vyčlenenie vypočítaných využiteľných množstiev podzemných vôd podľa kvality a upraviteľnosti v kategórii C a jeho aplikácia v pilotnom území.

Pod hodnotením kvality podzemnej vody budeme rozumieť v navrhovanom metodickom postupe mikrobiologické, biologické, fyzikálne, chemické a rádiologické vlastnosti vody, resp. obsah týchto ukazovateľov, ktoré reprezentujú zdroj zahrnutý do výpočtu využiteľného množstva podzemnej vody. Pod hodnotením upraviteľnosti zasa potrebu úpravy, resp. bez úpravy podzemnej vody tak, aby táto (jej vypočítané množstvo) mohla byť potenciálne použitá pre zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou.

Pri vypracovaní návrhu metodického postupu sú účelovo zohľadnené požiadavky Vyhlášky 141/2000 Z.z. (Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa vykonáva geologický zákon), legislatívne opatrenia pre hodnotenie ukazovateľov kvality pitnej vody (nariadenie vlády č. 354/2006 ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu), Vyhlášku č. 636/2004 o požiadavkách na kvalitu surovej vody a o prevádzkovej kontrole kvality vody a

Smernice 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady, ustanovujúcu rámec pre činnosť Spoločenstva v oblasti vodnej politiky.

Náplňou návrhu je na základe legislatívnych požiadaviek hodnotiť kvalitu a upraviteľnosť vypočítaných množstiev podzemnej vody v kategórii C tak, aby bolo jasné ich využitie (charakter úpravy), zohľadnenie trendu vývoja kvality pri využívaní (v prípade ak existujú informácie o časových zmenách) a stanoviť podiely jednotlivých množstiev z hľadiska kvality v rámci hydrogeologickej štruktúry.

V návrhu metodického postupu je jednotne hodnotená kvalita podzemnej vody v medzizrnovom, puklinovom a krasovo - puklinovom horninovom prostredí. Je však potrebné poznamenať, že v detailnejšom hodnotení (kategórie B a A) je rozhodne potrebné metodiku vo vzťahu k charakteru priepustnosti upraviť a aplikovať iným spôsobom.

Náplňou návrhu metodického postupu je:

- Charakteristika súvisiacich legislatívnych požiadaviek vo vzťahu k hodnoteniu kvality vypočítaného množstva podzemnej vody.
- Kvalita podzemnej vody v širších regionálnych súvislostiach z hľadiska jej využitia a úpravy na základe hodnotenia jej kvality a upraviteľnosti pre stanovené skupiny ukazovateľov na základe archívnych, resp. aktuálnych jednorazových odberov.
- Kvalita vypočítaných množstiev podzemnej vody z hľadiska jej využitia, úpravy a trendov vývoja ukazovateľov na základe archívnych a aktuálnych výsledkov režimových meraní (monitoringu kvality).

### **3.8.2 Legislatívne podklady hodnotenia**

Základom pre vypracovanie návrhu metodického postupu pre kvalitatívne hodnotenie množstiev podzemnej vody v kategórii C je Vyhláška 141/2000 Z.z., ktorou sa vykonáva geologický zákon. V citovanej vyhláške je kladený dôraz aj na kvalitatívnu stránku, ale prakticky spôsob a metodický postup tu chýba. Čo sa týka kvality podzemnej vody, vyhláška pri definovaní využiteľného množstva podzemnej vody hovorí o maximálnom množstve podzemnej vody, ktorú možno odoberať s neprípustným zhoršením kvality odoberanej vody (§ 42 odst. 4). Pre potreby spôsobu výpočtu množstiev vôd (§ 44) je pre kvalitu vypočítaného využiteľného množstva podzemnej vody rozlíšené kritérium nevyžadujúce a vyžadujúce úpravu.

Ďalej v prílohe č. 1 k vyhláške č. 141/2000 Z.z., časti C. pri výpočte množstiev vôd je uvedená potreba vyhodnotenia akosti vôd, možného znečistenia a návrh úpravy podzemnej vody.

V prílohe č. 3 k vyhláške č. 141/2000 Z.z. k postupu a spôsobu výpočtu množstiev podzemnej vody v kategórii C sa kvalite vody venuje časť 1.4 a 1.5. Oproti základným spôsobom výpočtu množstiev však kvalitatívna stránka hodnotenia, resp. jej spôsob prakticky nie je uvedený.

Zo stručnej analýzy uvedenej vyhlášky teda vyplynula najmä z praktických dôvodov potreba vypracovať spôsob hodnotenia kvality vypočítaných množstiev formou metodického postupu.

Pri zvažovaní hodnotiacich kritérií jednoznačne dospievame k záveru, že základom budú záväzné kritériá dvoch vyhlášok a to NV SR č. 354/2006 o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody a Vyhlášku MŽP SR č. 636/2004 o požiadavkách na kvalitu surovej vody a sledovanie kvality vody vo verejných vodovodoch, pretože pokrývajú požiadavky po stránke kvality vody na pitné účely a tiež po stránke potenciálnej potreby úpravy odoberanej vody.

Jednoznačne najprísnejším štandardom z hľadiska kvality vody je NV SR č. 354/2006. Jej kritériá jednoznačne určujú, či je voda na pitie vhodná alebo nie.

Kvalita podzemných vôd bola a je hodnotená podľa noriem pre pitnú vodu a tiež podľa noriem pre surovú vodu pre úpravu na pitnú vodu. V priebehu času sa menili resp. novelizovali tieto legislatívne predpisy, doplňovali sa nové ukazovatele, nové analytické metódy a sprísňovali sa limity. V ďalšom texte je uvedená stručná charakteristika platných vyhlášok týkajúcich sa danej problematiky.

V súčasnosti platné NV SR č. 354/2006 ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu) ustanovuje ukazovatele kvality pitnej vody a jej hygienické limity. Ukazovatele kvality pitnej vody sú rozdelené do skupín A a B (tab. 1). Skupina A. Mikrobiologické a biologické ukazovatele je obohatená (vo vzťahu k pôvodnej Vyhláške č. 29/2002) o nové ukazovatele, obsahuje celkovo 15 ukazovateľov. Skupina B. Fyzikálne a chemické ukazovatele je rozdelená do podskupín a) až d). Podskupina a) anorganické ukazovatele obsahuje 16 ukazovateľov, z ktorých striebro

sa zisťuje iba pri použití oligodynamických prostriedkov na dezinfekciu vody. Podskupina b) organické ukazovatele obsahuje 18 ukazovateľov, z ktorých 3 sa viažu na ich výskyt resp. uvoľnenie z materiálu rozvodných potrubí alebo predmetov, slúžiacich na úpravu, výrobu a distribúciu pitnej vody. Podskupina c) dezinfekčné prostriedky a ich vedľajšie produkty obsahuje 9 ukazovateľov. Tieto sa však analyzujú až po úprave vody na vodu pitnú. V podskupine d) ukazovatele, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť sensorickú kvalitu pitnej vody je zahrnutých 20 ukazovateľov. Podskupina e) látky ktorých prítomnosť je v pitnej vode žiaduca obsahuje 3 ukazovatele. Celkovo Vyhláška obsahuje 81 ukazovateľov, z ktorých 13 sa viaže na vodu už upravenú alebo na vodu odoberanú už z rozvodných zariadení.

Vyhláška MŽP SR č. 636/2004 o požiadavkách na kvalitu surovej vody a sledovanie kvality vody vo verejných vodovodoch ustanovuje ukazovatele kvality surovej vody a ich limitné hodnoty pre jednotlivé kategórie štandardných metód úpravy surovej vody na pitnú vodu. Vyhláška sa vzťahuje na prevádzkovú kontrolu kvality vody vo verejných vodovodoch, teda pred, počas a po úprave surovej vody na vodu pitnú.

Vyhláška definuje základné pojmy (§ 2):

- a) Medzná hodnota – limitujúca hodnota ukazovateľa na zaradenie do príslušnej kategórie štandardných metód úpravy surovej vody na pitnú vodu
- b) Odporúčaná hodnota – hodnota ukazovateľa, ku ktorej má smerovať asanačná a ochranná činnosť v povodí a v ochranných pásmach vodných zdrojov
- c) Zdroj podzemnej vody – podzemná voda odoberaná z určitého odberného územia záchytným zariadením alebo ich sústavou  
Zdroj povrchovej vody – voda z vodárenských tokov a vodárenských nádrží
- d) Podzemná voda nevyžadujúcu úpravu – voda odoberaná zo zdrojov podzemnej vody, ktorej kvalita vyhovuje bez úpravy požiadavkám na kvalitu pitnej vody podľa osobitných predpisov (Zákon NR SR č.272/1994 o ochrane zdravia ľudí v znení neskorších predpisov, Vyhláška MZ SR č. 29/2002 o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody, Vyhláška MZ SR č. 12/2001 o požiadavkách na zabezpečenie radiačnej ochrany) a ktorá je dodávaná spotrebiteľovi v takomto prirodzenom stave
- e) Surová voda – voda odoberaná z vodného zdroja, určená na úpravu na zlepšenie jej kvality štandardnými metódami úpravy vody. Ak zdroj tvorí sústava studní resp. prameňov, surová voda je zmes všetkých studní resp. prameňov
- f) Pitná voda – voda spĺňajúca požiadavky podľa osobitných predpisov (Zákon NR SR č.272/1994 o ochrane zdravia ľudí v znení neskorších predpisov, Vyhláška MZ SR č.

29/2002 o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody, Vyhláška MZ SR č. 12/2001 o požiadavkách na zabezpečenia radiačnej ochrany) po úprave vrátane dezinfekcie na výstupe z úpravne vody alebo z čerpacej stanice a voda vo verejnom vodovode.

Vyhláška definuje kategórie kvality surovej vody (§ 3):

1. Výber surovej vody sa má orientovať na také zdroje vody, ktorých kvalita v prirodzenom stave svojimi fyzikálnymi, chemickými, mikrobiologickými, biologickými a rádiologickými vlastnosťami zodpovedá podľa limitných hodnôt ukazovateľov kategóriám A1, A2 a A3. Kategórie A1, A2 a A3 zodpovedajú štandardným metódam úpravy povrchovej vody alebo podzemnej vody na pitnú vodu

a) Kategória A1 – úprava len dezinfekciou alebo jednoduchá fyzikálna úprava a dezinfekcia napríklad rýchla filtrácia alebo odkyselovanie a dezinfekcia, pre podzemné vody odkyselovanie alebo odstránenie plyných zložiek prevzdušnením, prípadne nasýtenie vody kyslíkom a dezinfekcia

b) Kategória A2 – fyzikálna a chemická úprava a dezinfekcia, napríklad koagulačná filtrácia, pomalá biologická filtrácia, infiltrácia, koagulácia, flokulácia, usadzovanie, filtrácia, dezinfekcia. Pre podzemné vody navyše úprava odželezovaním a odmangánovaním s jednostupňovou a dvojestupňovou separáciou kalu

Poznámka: Na hodnotenie účinnosti úpravy vody sa táto kategória rozdeľuje na 2

podkategórie A2a) úprava s jednostupňovou separáciou kalu a A2b) úprava s dvojestupňovou separáciou kalu

c) Kategória A3 – intenzívna fyzikálna a chemická úprava, rozšírená úprava a dezinfekcia, napríklad chlorácia do bodu zlomu, koagulácia, flokulácia, usadzovanie, filtrácia, adsorpcia (aktívne uhlie) dezinfekcia (ozón, konečné chlórovanie), prípadne kombinácia fyzikálno-chemických a biologických metód úpravy a dezinfekcia

Poznámky: Ostatné metódy úpravy vody sa priradia k týmto typom podľa technologickej náročnosti úpravy.

2. Pre všetky kategórie kvality surovej vody (A1, A2 a A3) z povrchových zdrojov a z podzemných zdrojov platia rovnaké hodnoty ukazovateľov, okrem hodnôt vybraných ukazovateľov mangánu, nasýtenia kyslíkom a železa pre vody z podzemných zdrojov pre kategóriu A3.



3. Požiadavkám na výber surovej vody a na jej odber na úpravu na pitnú vodu vyhovujú najmä
  - a) Podzemné vody s kvalitou vyhovujúcou kvalite pitnej vody alebo s kvalitou blížiacou sa kvalite pitnej vody
  - b) Povrchové vody z horných častí vodných tokov a z oblastí minimálne zaťažených ľudskou činnosťou alebo z vodných nádrží v takýchto oblastiach
4. Zdroj vody, ktorý nespĺňa požiadavky na kvalitu surovej vody podľa kategórií A1, A2 a A3 sa môže použiť na úpravu na pitnú vodu len na základe povolenia ministerstva.

Vo vyhláške sú odporúčané a medzné hodnoty rozčlenené do skupín ukazovateľov A a B (tab. 3.8.1). Skupina A. sú mikrobiologické a biologické ukazovatele, ktorá obsahuje 4 ukazovatele. Skupina B. definuje Fyzikálne a chemické ukazovatele ktoré sa ďalej delia na podskupiny a) až d). Podskupina a) anorganické ukazovatele obsahuje 13, podskupina b) organické ukazovatele 3 a podskupina c) ukazovatele, ktoré môžu ovplyvniť senzorickú kvalitu vody 17 ukazovateľov a podskupina d) rádiologické ukazovatele s 3 parametrami. Celkový počet ukazovateľov vo vyhláške je 40.

V tab. 3.8.1 je spracované porovnanie limitov NV SR č. 354/2006 a Vyhlášky č. 636/2004.

V tab. 3.8.2 sú doplnené odporúčané a medzné hodnoty vybraných ukazovateľov pre kategóriu A3 kvality surovej vody z podzemných zdrojov, kde sú limity pre mangán, železo a nasýtenie kyslíkom.

Tab. 3.8.1 Porovnanie limitov NV SR č. 354/2006 a Vyhlášky č. 636/2004 pre spoločné ukazovatele

Ukazovateľ	Symbol	Jednotka	Vyhl. č. 151/04	Vyhl. č. 636/2004						
				Kategória A1		Kategória A2		Kategória A3		
				OH	MH	OH	MH	OH	MH	
<b>A. Mikrobiologické a biologické ukazovatele</b>										
1.	Escherichia coli	EC	KTJ/100 ml	0	0	25	50	2 500	500	25 000
2.	Koliformné baktérie	KB	KTJ/100 ml	0	10	50	100	5 000	1 000	50 000
3.	Enterokoky	EK	KTJ/100 ml	0	20	300	1 000	-	1 000	-
4.	Živé organizmy	ŽO	Jed./ml	0	0	10	3 000	-	10 000	-
<b>B. Fyzikálne a chemické ukazovatele</b>										
5.	Arzén	As	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,05	0,05
6.	Antimón	Sb	mg/l	0,005	0,005	0,005	0,01	0,025	0,025	0,025
7.	Bór	B	mg/l	0,3	1,0	-	1,0	-	1,0	-
8.	Dusičnany	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/l	50	15	50 <sup>1)</sup>	25	50 <sup>1)</sup>	25	50 <sup>1)</sup>
9.	Fluoridy	F <sup>-</sup>	mg/l	1,5	0,7-1	1,5	-	1,5	1,5	-
10.	Chrómový celkový	Cr	mg/l	0,05	-	0,05	-	0,05	-	0,05
11.	Kadmium	Cd	mg/l	0,003	0,001	0,005	0,001	0,005	0,001	0,005
12.	Kyanidy	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,03	0,01	0,01	0,01	0,05	0,02	0,05
13.	Meď	Cu	mg/l	1,0	0,005	0,05	0,01	0,05	0,03	0,05
14.	Nikel	Ni	mg/l	0,02	0,005	0,02	0,02	0,05	0,05	0,1
15.	Olovo	Pb	mg/l	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	0,05
16.	Ortuť	Hg	mg/l	0,001	0,0002	0,0005	0,0002	0,0005	0,0002	0,0005
17.	Selén	Se	mg/l	0,01	0,01	-	0,01	-	0,01	-
<b>b) organické ukazovatele</b>										
18.	Celkový organický uhlík	TOC	mg/l	5,0	<5,0	5,0	5,0	7,0	8,0	10,0
19.	Celkové pesticídy	PES <sub>cel</sub>	µg/l	0,1	-	0,5	-	1,0	-	5,0
20.	Polycyklické aromatické uhľovodíky	PAU	µg/l	0,1	-	0,2	-	0,2	-	1,0

Pokračovanie tab. 3.8.1 (second part)

Ukazovateľ	Symbol	Jednotka	Vyhl. č. 151/04	Vyhl. Č. 636/2004						
				Kategória A1		Kategória A2		Kategória A3		
				OH	MH	OH	MH	OH	MH	
26. Absorbancia	A <sub>254</sub>		0,08	-	0,08	-	0,15	-	0,3	
c) ukazovatele, ktoré môžu ovplyvniť senzorickú kvalitu vody										
27. Amónne ióny	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/l	0,5	0,05	0,5	0,5	1,0	1,0	3,0 <sup>1</sup>	
28. Celkové rozpustené látky	RL	mg/l	1 000	-	1 000	-	1 000	-	1000	
29. Chemická sp. kyslíka	ChSK <sub>Mn</sub>	mg/l	3,0	2	3	5	7	8	10	
32. Farba (po filtrácii)		mg/l Pt stupn.	20	10	20 <sup>1)</sup>	50	100 <sup>1ñ</sup>			
34. Chloridy	Cl <sup>-</sup>	mg/l	100 250	-	100	-	100	-	250	
35. Mangán	Mn	mg/l	0,05	0,05	0,1	0,1	2,0	0,3	3,0	
36. Nasýtenie kyslíkom		% O <sub>2</sub>	>50	>80		>70		>60		
37. Pach (pri 25 °C)		Riediaci Pomer	Bez zápachu	3	-	10	-	20	-	
38. Reakcia vody	pH	6,5-8,5	6,5-8,5	-	6-8	5,5-8,5	-	6,5-9	-	
39. Sírany	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/l	250	150	250	150	250	150	250	
41. Teplota	T	°C	8-12	8-12	25 <sup>1)</sup>	22	25 <sup>1)</sup>	22	25 <sup>1)</sup>	
43. Zákaly	Z	ZF	5	2	5	-	30	-	50	
44. Zinok	Zn	mg/l	3,0	0,02	3,0	0,05	0,1	0,1	1,0	
45. Železo	Fe	mg/l	0,2	0,1	0,2	1,0	3,0	1,0	5,0	

<sup>1)</sup> hodnoty týchto ukazovateľov nemusia byť dodržané v prípade mimoriadnych poveternostných alebo geografických podmienok

Tab.3.8.2 Odporúčané a medzné hodnoty vybraných ukazovateľov pre kategóriu A3 kvality surovej vody z podzemných zdrojov

Ukazovateľ	Symbol	Jednotka	Kategória A3	
			OH	MH
35. Mangán	Mn	mg/l	1	5
36. Nasýtenie kyslíkom		% O <sub>2</sub>	bez limitu	bez limitu
37. Železo	Fe	mg/l		20

V súčasnosti je pre podzemné aj povrchové vody aktuálna a záväzná Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady, ustanovujúca rámec pre činnosť Spoločenstva v oblasti vodnej politiky, ktorej implementácia na Slovensku už prebieha od roku 2003. Jej dôležitým atribútom je konštatovanie, že voda nie je komerčným produktom ako ostatné výrobky, ale je dedičstvom, ktoré musí byť chránené, ošetrované a s ktorým musí byť zaobchádzané ako s takým. Je v ňom podchytená stratégia k zabráneniu a obmedzovaniu znečistenia povrchových a podzemných vôd. Z hľadiska kvality podzemných vôd je tu definovaný tzv. dobrý chemický stav podzemnej vody, ktorý je daný tým, že sa nepresahujú aplikované štandardy kvality a všeobecne je chemické zloženie podzemnej vody také, aby nespôsobovalo neúspech v dosiahnutí environmentálnych cieľov. Výsledné hodnotenie kvality pre vyčlenené útvary podzemnej vody má iba dva stupne, buď je stav dobrý, alebo zlý. Z hľadiska pozorovaných parametrov v monitoringu kvality sa odporúčajú nasledovné: obsah kyslíka, hodnota pH, koncentrácia dusičnanov, amónnych iónov a vodivosť. Ďalej sa majú sledovať tie parametre, ktoré sú indikatívne voči dopadom príslušných vplyvov. Ďalej musí byť z monitoringu preukázaný antropogénne indukovaný vzostupný trend koncentrácie znečisťujúcich látok a zvrátenie takýchto trendov. Zvrat trendu musí byť preukázaný štatisticky s uvedením intervalu spoľahlivosti pri jeho identifikácii. Podzemnej vode je v dokumente venovaná menšia pozornosť, ako povrchovej po stránke kvantitatívnej aj kvalitatívnej. Pre potreby kvalitatívneho hodnotenia množstiev podzemnej vody z Rámcovej smernice o vode vyplýva kvantitatívne a kvalitatívne hodnotenie útvarov podzemnej vody a následný monitoring v útvaroch so zhoršenými parametrami vody, čo bude vytvárať predpoklady pre získanie nových reprodukovateľných informácií.

### 3.8.3. Metodika hodnotenia

Ako už bolo uvedené navrhovaná metodika hodnotenia vychádza účelovo z legislatívnych požiadaviek pre výpočet množstiev podzemnej vody v kategórii C. Z praktického hľadiska je použitý jednoduchý postup, založený na charaktere a reprodukovateľnosti vstupných informácií, kombinovaný s legislatívnymi štandardami, ktoré slúžia ako kritériá pre priradenie kvality a upraviteľnosti využiteľných množstiev podzemnej vody.

Základným vstupným údajom je chemická analýza podzemnej vody. Pre účely hodnotenia sú rozdelené vstupné údaje (obr. 3.8.1) tak, aby zohľadňovali kvalitatívne vstupné informácie v dvoch úrovniach z hľadiska hodnovernosti:

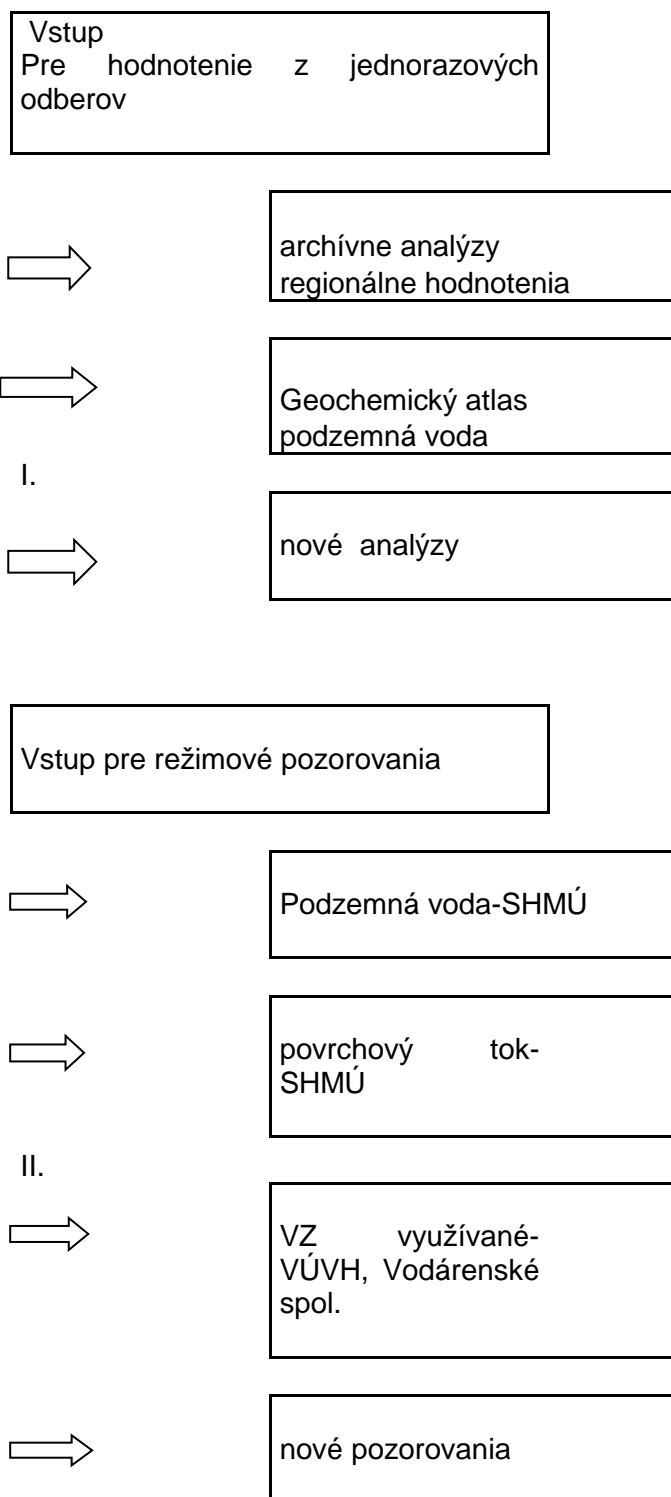
- Pre potreby regionálneho hodnotenia, resp. hydrogeologickej štruktúry sú ako vstupné informácie použité existujúce výsledky jednorazových odberov – I., ktoré

majú z hľadiska dynamiky tvorby chemického zloženia podzemných vôd nižšiu informačnú hodnotu. Inými slovami sú zaťažené väčšou mierou neistôt z pohľadu potenciálnych zmien koncentrácií vplyvom sezónnych a cyklických zmien, ktoré prakticky z jednorazových odberov nemožno určiť.

- Pre režimové pozorovania sú to výsledky monitorovania kvality z jedného objektu (podzemná voda, povrchový tok významný pre dopĺňanie (vody s potamogénnou mineralizáciou, krasovo-puklinové vody s petrogénnou mineralizáciou) a využívané vodné zdroje pre zásobovanie obyvateľstva), ktorý hodnotí časť II. Majú vyššiu informačnú hodnotu, pretože postihujú prirodzené, resp. umelo vyvolané zmeny v ich chemickom zložení.

V časti I. sú hodnotené hydrogeologické štruktúry v širších regionálnych súvislostiach, pre ktoré navrhujeme využiť tri zdroje informácií. Archívne analýzy, ktoré sú reprodukovateľné. Tento zdroj informácií pochádza z regionálnych hydrogeologických, hydrogeochemických a environmentálno-geologických hodnotení. V prevažnej miere sú údaje zhromažďované v odbore Geofondu ŠGÚDŠ, Bratislava. V tomto prípade je najnáročnejšie zvoliť kritériá reprodukovateľnosti chemických analýz. Najjednoduchším kritériom je „milivalová bilancia“ s prípustnou chybou (konvenčne) do 3 %, prípadne 5% pre rozdiel medzi kationmi a aniónmi. Obmedzujúcim kritériom môže byť rok analýzy a pomerne citlivým laboratórium, ktoré analýzy vykonalo. Zmena laboratória najmä pri hodnotení časových radov môže priniesť „vyvolanú“ zmenu v obsahu niektorej zo sledovaných zložiek. Pri zhromažďovaní archívnych analýz nutne musíme brať do úvahy rozsah stanovovaných zložiek a separovať kompletné analýzy. Ďalšie významné kritérium pre údaje z jednorazových odberov je identifikácia miesta odberu. Ak neexistujú súradnice miesta odberu, sú odčítané z topografickej mapy, v iných prípadoch je možné sa orientovať podľa popisu miesta odberu vo vzťahu ku najbližším významným kótam, čo je zaťažené väčšou mierou neistoty. V prípade ak nie je k dispozícii označenie miesta odberu, analýza je prakticky nepoužiteľná. Odporúčaný rozsah analyzovaných zložiek pre potreby časti I. hodnotenia bude uvedený v ďalšom texte.

Obr. 3.8.1 Vstupné údaje pre hodnotenie



Druhým zdrojom je databáza chemických analýz z výsledkov projektu „Geochemický atlas Slovenska – časť podzemná voda“. Výhodou tejto databázy je jej reprodukovateľnosť,

pretože výsledné chemické analýzy podliehali prísnej analytickej kontrole. Ďalšou výhodou je uvedenie súradníc x a y pre určenie miesta odberu a existencia databázy týchto informácií. Určitá nevýhoda je v tom, že vzorky boli odoberané iba z prvého zvodneného horizontu. Získanie uvedených vstupných informácií je dané režimom ich využívania, ktorý stanovuje, že užívateľ písomne požiadava MŽP SR, sekciu geológie a prírodných zdrojov o poskytnutie prvotných údajov. V požiadavke odporúčame uviesť mapové listy v mierke 1: 50 000, z ktorých sa požadujú chemické analýzy.

Poslednou vstupnou informáciou sú nové chemické analýzy účelovo odobrané zo záujmového územia. Odporúča sa účelovo vzorkovať objekty, ktoré boli vytypované po spracovaní analýz „Geochemického atlasu“.

Vstupné informácie pre režimové pozorovania, časť II. hodnotenia pozostávajú zo štyroch hlavných zdrojov (obr. 3.8.1). Prvým sú výsledky monitorovania kvality podzemnej vody Slovenska v rámci národnej siete, ktorej garantom je SHMÚ, Bratislava. Systematické sledovanie kvality podzemnej vody prebieha od roku 1982. Monitoring je zameraný najmä na aluviálne náplavy významných riek, určitá menšia časť objektov je situovaná aj v predkvartérnych útvaroch (početnosť odberov týchto zdrojov je rôzna). Odbery sa uskutočňovali v jarnom a jesennom období, v súčasnosti sa z ekonomických dôvodov uskutočňuje len jesenný odber. Nevýhodou sú zmeny stanovovaných ukazovateľov v priebehu monitorovania a absencia mikrobiologických a biologických ukazovateľov, ktoré sú významné z hľadiska hodnotenia kvality podzemnej vody pre jej využitie na pitné účely. Výsledky sú zverejňované písomnou formou v podobe ročeniek, prvotné informácie existujú aj v databázovom systéme.

Ďalším zdrojom je monitoring kvality vôd povrchových tokov, ktorý garantuje tiež SHMÚ, Bratislava a výsledky sú dostupné v podobnej forme, ako pri monitorovaní kvality podzemnej vody. Tieto výsledky majú veľký význam hlavne pri hodnotení kvality podzemnej vody v kvartérnych sedimentoch, kde iniciálnou vodou je povrchová voda (vody s potamogénnou mineralizáciou), resp. vody krasovo-puklinového prostredia v systéme ponor – vyvieraciačka a pod.

Sledovanie kvality podzemnej vody využívaných vodných zdrojov realizuje a sústreďuje VÚVH, Bratislava. Databáza zatiaľ nie je odladená, najmä čo sa týka lokalizácie

monitorovaných objektov a sledovaných ukazovateľov. Ďalším zdrojom informácií sú vodárenské spoločnosti.

Poslednou vstupnou informáciou sú výsledky nových odberov z podzemných vôd, prípadne zo súvisiacich povrchových tokov, ktoré sa realizujú v rámci vyhľadávacieho prieskumu (pre kategóriu C sa zisťuje kvalita podzemnej vody v širších regionálnych súvislostiach vrátane informácií o kvalite povrchových vôd a zrážok, pre kategóriu B sa zisťuje kvalita podzemnej vody so zvyčajnou dvojročnou dobou sledovania).

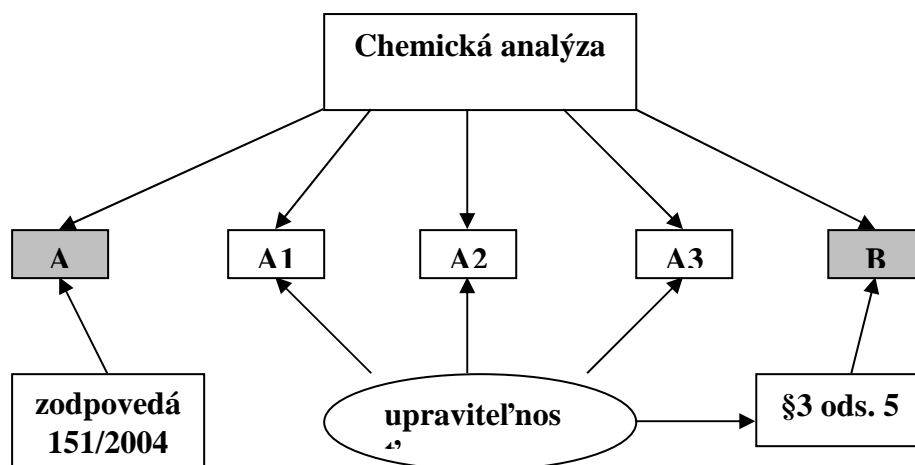
Celá schéma vstupov pre hodnotenie kvality podzemnej vody je vo svojej podstate jednoduchá. Na každý krok, resp. získanie informácií je však potrebná kontrola najmä podmienok odberu vzoriek, miesta odberu, terénnych stanovení a analytických postupov. Ak niektoré informácie chýbajú, resp. sú neúplné, výsledná chemická analýza sa nezaraďuje do výberu pre hodnotenie.

Schéma hodnotenia kvality podzemnej vody pre potreby jej zaradenia v aplikovaných legislatívnych štandardov je znázornená na obr. 3.8.2. V schéme uvažujeme s dvomi hlavnými kvalitatívnymi kritériami a to pre pitnú vodu a pre podzemnú vodu, ako surovú vodu. Tieto kritériá sú v podstate jednoduché a na ich základe je možné vypočítané množstvá podzemnej vody rozčleniť do piatich kategórií. Ich aplikácia v podstate vyhovuje potrebám rozčlenenia množstiev podzemnej vody z kvalitatívneho hľadiska. Základom je dosiahnutie rozdelenia do piatich kategórií:

- A pre prípady, kedy kvalita podzemnej vody vyhovuje ukazovateľom NV SR č. 354/2006 o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody.
- A1 pre prípady, kedy kvalita podzemnej vody vyhovuje ukazovateľom upraviteľnosti kategórie A1.
- A2 pre prípady, kedy kvalita podzemnej vody vyhovuje ukazovateľom upraviteľnosti kategórie A2.
- A3 pre prípady, kedy kvalita podzemnej vody vyhovuje ukazovateľom upraviteľnosti kategórie A3.
- B pre prípady, kedy sa podzemná voda môže použiť na úpravu na pitnú vodu len na základe povolenia MP SR.



Obr. 3.8.2 Postup hodnotenia a kategórie kvality podzemnej vody



Hodnotenie kvality vypočítaného množstva podzemnej vody pri zohľadnení charakteru vstupných informácií vychádza v zmysle schémy (obr. 3.8.2) z časti I. a II.

Postupnosť hodnotenia definovaných parametrov kvality podzemnej vody v širších regionálnych súvislostiach začína zhromaždením troch zdrojov reprodukovateľných informácií v časti A schémy (obr. 3.8.1). Následne sa ukazovatele porovnávajú s kritériami NV SR č. 354/2006 o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody a vzorky, ktoré vyhovujú kritériám NV SR č. 354/2006 aj Vyhlášky č. 636/2004 sa zaradia do kategórie A. Túto časť postupu znázorňuje ľavá vetva schémy (obr. 3.8.2). Vzorky, ktoré v zmysle upraviteľnosti vyhovujú kategóriám A1, A2 a A3 sú do nich zaradené. Tie vzorky, ktoré presahujú ukazovatele upraviteľnosti pre kategóriu A3 sú zaradené do kategórie B a možnosť úpravy vody povoľuje MP SR.

Pri tomto spôsobe hodnotenia kvality podzemnej vody sme prijali zásadu, že keď len jedna zložka je vyššia ako dané kritérium zo štandardov, prechádza vzorka (objekt) do horšej kategórie. V kategórii A je samozrejme potrebné zohľadniť ktorý parameter z jednotlivých tried nevyhovuje.

Kritériá kategórie A vychádzajú a plne zohľadňujú NV SR č. 354/2006 (Rádiologické sú uvedené vo Vyhláške MZ SR č. 12/2001 Z.z. o požiadavkách na zabezpečenie radiáčnej ochrany) a rozdeľujeme ich s menšími úpravami nasledovne:

- I. Mikrobiologické a biologické
- II. Fyzikálne a chemické
  - II.1 Anorganické (zdravotne významné)
  - II.2 Organické
  - II.3 Senzorické a estetické
  - II.4 Žiaduce
- III. Rádiologické

V prípadoch, ak nemáme k dispozícii kompletné údaje, hodnotíme iba vybrané ukazovatele jednotlivých kategórií. V prípade nevyhovujúcich podzemných vôd pre kategóriu A analyzujeme a zvažujeme závažnosť jednotlivých kritérií, napr. v niektorých ukazovateľoch nevyhovujúcich kritérií I. je možné odstrániť dezinfekciou a v tom prípade môžeme zaradiť vodu do kategórie A. Táto časť postupu je individuálna a môže sa meniť od prípadu k prípadu. Preto odporúčame v textovom komentári hodnotiť aj také odlišnosti, ktoré nemožno zohľadniť pri tomto postupe hodnotenia.

#### **3.8.4 Zobrazenie výsledkov mapovou formou**

Postup spracovania vstupných údajov je urobený podľa metodického postupu. V prvej fáze sú kvalitatívne charakteristiky podzemnej vody vyjadrené v konečných kritériách A, A1, A2, A3 a B vyjadrené bodovým spôsobom. Tento spôsob vyjadrenia kvality podzemnej vody je pomerne jednoduchý a robustné kritériá – kategórie, ktoré vlastne zahŕňajú výsledky chemickej analýzy do jedného parametra majú čitateľný a preukazný význam. V mapách nie je zohľadnená variabilita horninového prostredia, ani hydraulické parametre, tieto však podľa potreby môžu byť súčasťou mapového vyjadrenia. Nevýhodou uvedenej hydrogeochemickej charakteristiky podzemnej vody je najmä to, že nedáva do súvislosti všetky kategórie v jednej mape a tiež nevyjadruje plošnú distribúciu kvalitatívnych kategórií podzemnej vody, alebo celkový prehľad o kvalitatívnych parametroch podzemnej vody z regionálneho pohľadu.

Plošnú distribúciu jednotlivých kategórií navrhujeme urobiť váhovým spôsobom. Konštrukcia mapy vychádza z dvoch základných kritérií:

1. Jednotlivým kritériám boli pridelené číselné hodnoty (váhy):

- Kategória A – 1
- Kategória A1 – 2
- Kategória A2 – 3
- Kategória A3 – 4
- Kategória B - 5

2. Pretože sa v bodovom vyjadrení vyskytujú iba celé čísla, plošný vzťah medzi nimi v zmysle hodnoty a vzdialenosti bude obsahovať aj desatinné čísla. Aby bola plošná kategorizácia celočíselná a vyjadrovala iba vypočítané kategórie, boli im pridelené nasledovné intervaly a farby:

- Kategória A, 1 – 1.9 (bezfarebná)
- Kategória A1, 2 – 2.9 (svetlo žltá)
- Kategória A2, 3 – 3.9 (žltá)
- Kategória A3, 4 – 4.9 (oranžová)
- Kategória B, 5 a viac (červená)

Druhým vstupom pre hodnotenie kvality podzemnej vody sú režimové pozorovania, resp. monitoring kvality podzemnej vody. Zdrojové údaje sú charakterizované v časti II. schémy na obr. 3.8.1. Pri hodnotení majú informácie tohto charakteru nenahraditeľný význam, pretože sú prakticky jediným nástrojom na sledovanie kvalitatívnych zmien zdroja podzemnej vody v čase.

Vyhodnotenie odporúčame realizovať dvoma spôsobmi:

- Hodnotením vstupných údajov (časť II., obr. 3.8.1) podľa schémy uvedenej na obr. 2. Výsledkom hodnotenia bude kategorizácia podzemnej vody v čase.
- Hodnotením vstupných údajov (časť II., obr. 3.8.1) pomocou analýzy časových radov

Prvý spôsob umožňuje hodnotiť stabilitu, resp. variabilitu chemického zloženia podzemnej vody v priebehu pozorovania. Vychádzajúc z predpokladu, že hodnotenie sa robí pre množstvo podzemnej vody v kategórii C je daná doba pozorovania na ročné obdobie. Príslušná vyhláška neudáva interval pozorovania, ale z hľadiska hodnotenia by mal byť

pokiaľ je to možné čo najhustejší s minimálnym odporúčaným krokom odberu jeden mesiac. Problematickým pri vyhodnotení pozorovania môže byť jednorázovo zvýšená koncentrácia niektorej zložky. Pokiaľ túto anomáliu nedokážeme vysvetliť a odôvodniť chybou pri odbere, transporte vzorky do laboratória, analýze, resp. inak, odporúčame odber vzorky zopakovať v čo najbližšej dobe k spornému odberu.

Druhý spôsob hodnotenia vstupných údajov režimového pozorovania je analýza časových radov. Predstavuje do určitej miery náročnejšie štatistické hodnotenie, ktoré však poskytuje výhodu v možnostiach stanovenia sezónnosti, zistenia cyklických efektov a modelovania trendu vývoja.

Časový rad je v štatistickom zmysle slova súbor dát, ktoré zaznamenávajú hodnoty odozvy premennej a zodpovedajúcej hodnoty času, alebo časovo závislej premennej počas časového intervalu (pokiaľ možno pravidelného). V našom prípade pri sledovaní zmien chemického zloženia podzemnej vody v čase, pretože sa jedná o dáta zaznamenané v diskretných časových bodoch môžeme hovoriť o diskretných časových radoch. Na druhej strane existujú v praxi aj kontinuálne časové rady, napr. pri kontinuálnom sledovaní vodivosti podzemnej vody apod.

Anatómia časových radov pozostáva z nasledovných komponentov (McPherson, 1990):

- Jedného, resp. viacerých sezónnych efektov, ktoré spočívajú v opakovaní sa počas jednotky času (dni, týždne, mesiace, alebo roky)
- Iných cyklických efektov
- Trende, ktorý reprezentuje neperiodickú zmenu v hlavnej odozve počas časového intervalu, pre ktorý je časová rada aplikovaná
- Náhodnú zložku, ktorá je spôsobená kombinovaným účinkom faktorov, ktoré nie sú identifikované v popise modelu časovej rady

Trendy, sezónne a cyklické efekty predstavujú deterministické zložky modelu a náhodné zložky sa nazývajú stochastické komponenty. Vo väčšine prípadov objasniť individuálne komponenty vizuálne je obtiažne, ak nie nemožné. Z uvedených dôvodov sme zvolili nasledovný postup analýzy a modelu časových radov:

- Grafické zobrazenie prvotných údajov
- Transformácia časovej rady a korelogram na určenie deterministickej zložky
- Model časovej rady so zobrazením trendu, prípadne sezónneho vplyvu

Pre identifikáciu štruktúry časovej rady je vhodné aplikovať tzv. korelogram. Predstavuje koreláciu medzi hodnotami premenných v časovej rade. Pre účely autokorelácie sa používa oneskorenie, ktorým sa prakticky dá zistiť cykličnosť v časovej rade.

Príklad vyhodnotenia jednej hydrogeologickej štruktúry v pilotnom území v zmysle navrhovanej metodiky je v prílohe. Jedná sa o hodnotenie hydrogeologickej štruktúry číslo VII v oblasti pilotného územia. Východiskovými informáciami boli hydrogeochemické údaje z Geochemického atlasu – časť podzemná voda. Sú to jednorazové odbery vzoriek podzemnej vody, ktoré boli hodnotené v zmysle postupu I. schémy (obr. 1) a majú z hľadiska dynamiky tvorby chemického zloženia podzemných vôd nižšiu informačnú hodnotu. V mape predstavujú bodovú informáciu vo forme krúžku čiernej farby. Ďalej sa v mape nachádzajú krúžky červenej farby, ktoré reprezentujú monitorovacie objekty z národnej siete SHMÚ. Z hľadiska obehu podzemnej vody majú tieto objekty rôznu vypovedaciu hodnotu. Pozorovací vrt 538290 má hĺbku 150 m a charakterizuje predkvartérny útvar podzemnej vody. Objekt 289390 (hĺbka = 7,5 m) je situovaný v alúviu Hrona a reprezentuje kvartérny útvar podzemnej vody. Oba objekty základnej siete sú však pozorované od roku 2002 s ročným intervalom odberu a prakticky v súčasnosti ich nie je možné vyhodnotiť ako časovú radu. Predstavujú teda informáciu, ktorá má vyššiu hodnotu v zmysle postupu I., ale nižšiu v zmysle postupu II. Pre zostavenie plošnej charakteristiky tried upraviteľnosti boli bodové informácie editované na povodia a výsledná mapa predstavuje oblasti, ktoré majú upraviteľnosť podzemnej vody kategórie A-2 (svetlo žltá farba) a A-3 (oranžová farba), pričom ostatné podzemné vody hydrogeologickej štruktúry majú upraviteľnosť v kategórii A-1. V uvedených oblastiach na základe hydrogeologických informácií sa následne vyčíslí množstvo podzemných vôd, ktoré sa odčíta od celkového množstva vypočítaného pre celú hydrogeologickú štruktúru.

### 3.8.5 Záver

Návrh metodiky hodnotenia kvality množstiev podzemných vôd pre kategóriu C vychádza z predpokladu čo najjednoduchšieho spojenia legislatívnych štandardov a dokumentačného hydrogeochemického materiálu. Výsledkom tejto aplikácie je možnosť rozčleniť množstvá vody do piatich kategórií podľa jej kvality a upraviteľnosti v spojení s hydrogeologickými údajmi.

Základným vstupným údajom je chemická analýza podzemnej vody. Pre účely hodnotenia sú rozdelené vstupné údaje (obr. 3.8.1) tak, aby zohľadňovali kvalitatívne vstupné informácie v dvoch úrovniach z hľadiska hodnovernosti:

- Pre potreby regionálneho hodnotenia, resp. hydrogeologickej štruktúry sú ako vstupné informácie použité existujúce výsledky jednorazových odberov – I., ktoré majú z hľadiska dynamiky tvorby chemického zloženia podzemných vôd nižšiu informačnú hodnotu. Inými slovami sú zaťažené väčšou mierou neistôt z pohľadu potenciálnych zmien koncentrácií vplyvom sezónnych a cyklických zmien, ktoré prakticky z jednorazových odberov nemožno určiť.
- Pre režimové pozorovania sú to výsledky monitorovania kvality z jedného objektu (podzemná voda, povrchový tok významný pre dopĺňanie (vody s potamogénnou mineralizáciou, krasovo-puklinové vody s petrogénnou mineralizáciou) a využívané vodné zdroje pre zásobovanie obyvateľstva), ktorý hodnotí časť II. Majú vyššiu informačnú hodnotu, pretože postihujú prirodzené, resp. umelo vyvolané zmeny v ich chemickom zložení.

Takto rozčlenené využiteľné množstvá podzemnej vody sa následne z hľadiska upraviteľnosti (teda kvalitatívneho aspektu) odpočítajú od kvantitatívne stanoveného množstva vody pre jednotlivé hydrogeologické štruktúry, resp. ich časti. Spojenie kvantitatívnej a kvalitatívnej charakteristiky je možné urobiť iba v prípadoch, kedy oba rozhodujúce faktory môžeme kvantifikovať na základe dostupných, resp. nových informácií. Výsledné kvantitatívno – kvalitatívne hodnotenie teda priamo závisí od hĺbky hydrogeologických a hydrogeochemických informácií. V návrhu je zohľadnený odlišný postup pri hodnotení jednorazových odberov, ako aj monitoringu kvality podzemnej vody, pričom jednorazové odbery majú nižšiu hodnovernosť, ako výsledky monitorovania. Výsledné hodnotenie sa zobrazuje jednoduchým kartografickým vyjadrením stanovených kategórií v bodovej aj plošnej forme a jasne rozdeľuje časti hydrogeologickej štruktúry podľa kvalitatívneho kritéria upraviteľnosti podzemnej vody.

### 3.8.6 Literatúra

Vyhláška 141/2000 Z.z. (Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa vykonáva geologický zákon)

NV SR č. 354/2006 ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu

Vyhláška MŽP SR 636/2004 Z.z. o požiadavkách na kvalitu surovej vody a o prevádzkovej kontrole kvality vody

Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady, ustanovujúca rámec pre činnosť Spoločenstva v oblasti vodnej politiky

Tab 3.8.3

Lokalita	Zdroj	Dátum odberu	Upravitelnosť	Zložky	C <sub>d</sub>
Slov.Ľupča, 800m VSV od K510	prameň		A2	CHSKMn	0,28
Slovenská Ľupča,1650m V od K583 Šupín	prameň		A1		0
Slovenská Ľupča,800m SV od K583 Šupín	prameň		A1		0
B.Bystrica-Šalková,1900m SSZ od K646	prameň		A1		0
B.Bystrica-Šalková,1125m SV od K583	prameň		A2	CHSKMn	0,28
Slovenská Ľupča prm.1550m SSZ od K 488	prameň		A3-B	NO3	0,37
Moštenica prm.1900m JJV od K 960 Vysoká	prameň		A1		0
Moštenica-Vlačuhovo 1100m SSZ od K 960	prameň		A1		0
Priechod,hor.Stará Píla 1100m S od K 730	prameň		A1		0
Slovenská Ľupča,600m J od K634 Zelenovo	prameň		A1		0
Slovenská Ľupča,250m VSV od K488 Kriváň	prameň		A1		0
Podkonice,450m SSV od K615 Kozinec	prameň		A1		0
Podkonice,1350m JZ od K960 Vysoká	prameň		A1		0
Podkonice v dedine,1500m JJZ od K960	prameň		A1		0
Slovenská Ľupča,950m JZ od K582 Hiancovo	prameň		A1		0
Slovenská Ľupča,2500m JZ od K582 Hiancov	prameň		A1		0
Slovenská Ľupča,areál RD,1500m Z od K634	prameň		A1		0
Priechod,800m V od K730 Kopec	prameň		A1		0
Priechod,800m JZ od K730 Kopec	prameň		A1		0
Slov.Ľupča,potok Istebník,1400m SV od K510	prameň		A1		0
Slovenská Ľupča	vrt		A1		0
Slovenská Ľupča	vrt		A2	Mn	3

Slovenská Ľupča	vert		A1		0
Slovenská Ľupča	vert		A1		0
Slovenská Ľupča	vert		A1		0
Slovenská Ľupča	vert		A2	Mn	8
Slovenská Ľupča	vert		A1		0
Slovenská Ľupča	vert		A1		0
Lučatín	vert		A1		0
Lučatín	vert		A1		0
Lučatín	vert		A1		0
Slovenská Ľupča	vert		A2	Mn	1
Slovenská Ľupča	vert		A3-B	min.	0,19

<b>Monitorovacie vrty</b>					
<b>Lokalita</b>	<b>Zdroj</b>	<b>Dátum odberu</b>	<b>Upraviteľnosť</b>	<b>Zložky</b>	<b>C<sub>d</sub></b>
289390 - Slovenská Ľupča	vert	8.12.1999	A1		0
289390 - Slovenská Ľupča	vert	16.9.2000	A1		0
289390 - Slovenská Ľupča	vert	25.9.2001	A1		0
289390 - Slovenská Ľupča	vert	16.9.2002	A1		0
289390 - Slovenská Ľupča	vert	27.10.2003	A1		0
289390 - Slovenská Ľupča	vert	8.11.2004	A1		0
289390-priemer	vert		A1		0
538290 - Lučatín	vert	30.9.2002	A2	Fe, Mn	13,11
538290 - Lučatín	vert	29.10.2003	B	Fe	0,54
538290 - Lučatín	vert	14.11.2004	B	Fe	2,08
538290-priemer	vert		B	Fe	0,71

### 3.8.7 Príklad aplikácie navrhovanej metodiky

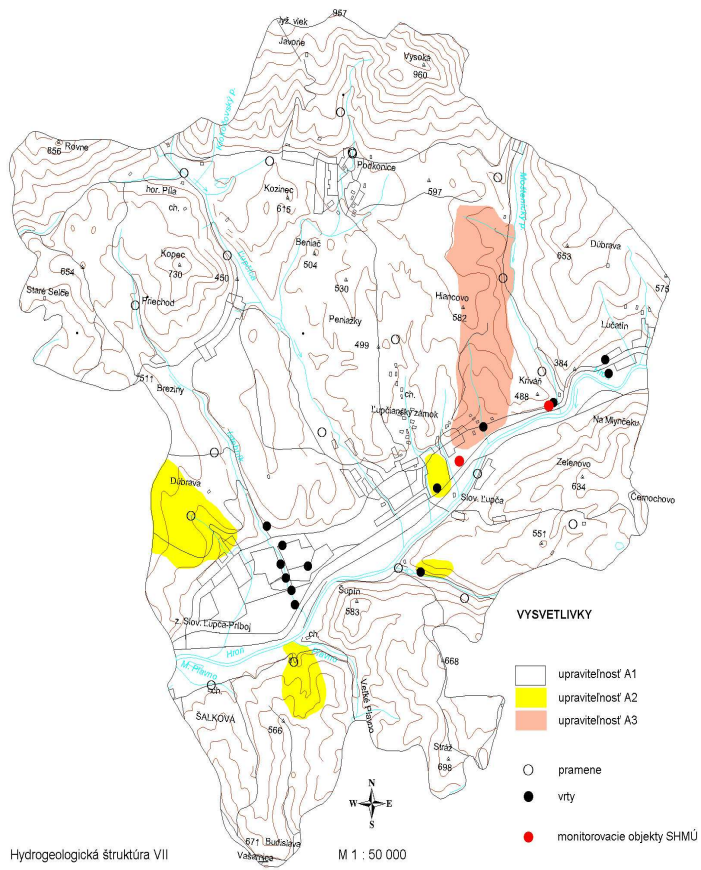
Navrhovaná metodika bola odskúšaná na príklade hydrogeologickej štruktúry v pilotnom území. Jedná sa o hodnotenie hydrogeologickej štruktúry číslo VII (Podkonická hydrogeologická štruktúra). Východiskovými informáciami boli hydrogeochemické údaje z Geochemického atlasu – časť podzemná voda. Sú to jednorazové odbery vzoriek podzemnej vody, ktoré boli hodnotené v zmysle postupu I. schémy (obr. 3.8.1) a majú z hľadiska dynamiky tvorby chemického zloženia podzemných vôd nižšiu informačnú hodnotu. V mape predstavujú bodovú informáciu vo forme krúžku čiernej farby. Ďalej sa v mape nachádzajú krúžky červenej farby, ktoré reprezentujú monitorovacie objekty z národnej siete SHMÚ. Z hľadiska obehu podzemnej vody majú tieto objekty rôznu vypovedaciu hodnotu. Pozorovací vrt 538290 má hĺbku 150 m a charakterizuje predkvartérny útvar podzemnej vody. Objekt 289390 (hĺbka = 7,5 m) je situovaný v alúviu Hrona a reprezentuje kvartérny útvar podzemnej vody. Oba objekty základnej siete sú však pozorované od roku 2002 s ročným intervalom odberu a prakticky v súčasnosti ich nie je



možné vyhodnotiť ako časovú radu. Predstavujú teda informáciu, ktorá má vyššiu hodnotu v zmysle postupu I., ale nižšiu v zmysle postupu II. Z doterajších výsledkov monitoringu kvality podzemných vôd pri štatistickom zhodnotení pomocou priemerných hodnôt je zrejmé, že podzemná voda v objekte Slovenská Ľupča je veľmi dobrej kvality a v objekte Lučatín v kategórii B vplyvom zvýšených obsahov najmä železa, ktorá si vyžaduje úpravu. Pre zostavenie plošnej charakteristiky tried upraviteľnosti boli bodové informácie editované na povodia a výsledná mapa predstavuje oblasti, ktoré majú upraviteľnosť podzemnej vody kategórie A-2 (svetlo žltá farba) a A-3 (oranžová farba), pričom ostatné podzemné vody hydrogeologickej štruktúry majú upraviteľnosť v kategórii A-1. V uvedených oblastiach na základe hydrogeologických informácií sa následne vyčíslilo množstvo podzemných vôd, ktoré sa odčíta od celkového množstva vypočítaného pre celú hydrogeologickú štruktúru.

Tab 3.8.4

Lokalita	Zdroj	Dátum odberu	Upraviteľnosť	Zložky	Ca
Slov.Lupča, 800m VSV od K510	prameň		A2	CHSK <sub>Mn</sub>	0,28
Slovenská Lupča,1650m V od K583 Šupín	prameň		A1		0
Slovenská Lupča,800m SV od K583 Šupín	prameň		A1		0
B.Bystrica-Šalková,1900m SSZ od K646	prameň		A1		0
B.Bystrica-Šalková,1125m SV od K583	prameň		A2	CHSK <sub>Mn</sub>	0,28
Slovenská Lupča prm.1550m SSZ od K 488	prameň		A3-B	NO <sub>3</sub>	0,37
Moštenica prm.1900m JJV od K 960 Vysoká	prameň		A1		0
Moštenica-Vlačuhovo 1100m SSZ od K 960	prameň		A1		0
Priechod,hor.Stará Píla 1100m S od K 730	prameň		A1		0
Slovenská Lupča,600m J od K634 Zelenovo	prameň		A1		0
Slovenská Lupča,250m VSV od K488 Kriváň	prameň		A1		0
Podkonice,450m SSV od K615 Kozinec	prameň		A1		0
Podkonice,1350m JZ od K960 Vysoká	prameň		A1		0
Podkonice v dedine,1500m JJZ od K960	prameň		A1		0
Slovenská Lupča,950m JZ od K582 Hiancovo	prameň		A1		0
Slovenská Lupča,2500m JZ od K582 Hiancov	prameň		A1		0
Slovenská Lupča,areál RD,1500m Z od K634	prameň		A1		0
Priechod,800m V od K730 Kopec	prameň		A1		0
Priechod,800m JZ od K730 Kopec	prameň		A1		0
Slov.Lupča,potok Istebník,1400m SV od K510	prameň		A1		0
Slovenská Lupča	vrt		A1		0
Slovenská Lupča	vrt		A2	Mn	3
Slovenská Lupča	vrt		A1		0
Slovenská Lupča	vrt		A1		0
Slovenská Lupča	vrt		A1		0
Slovenská Lupča	vrt		A2	Mn	8
Slovenská Lupča	vrt		A1		0
Slovenská Lupča	vrt		A1		0
Lučatín	vrt		A1		0
Lučatín	vrt		A1		0
Lučatín	vrt		A1		0
Slovenská Lupča	vrt		A2	Mn	1
Slovenská Lupča	vrt		A3-B	Min.	0,19
<b>Monitorovacie vrty</b>					
Lokalita	Zdroj	Dátum odberu	Upraviteľnosť	Zložky	Ca
289390 - Slovenská Lupča	vrt	8.12.1999	A1		0
289390 - Slovenská Lupča	vrt	16.9.2000	A1		0
289390 - Slovenská Lupča	vrt	25.9.2001	A1		0
289390 - Slovenská Lupča	vrt	16.9.2002	A1		0
289390 - Slovenská Lupča	vrt	27.10.2003	A1		0
289390 - Slovenská Lupča	vrt	8.11.2004	A1		0
289390-priemer	vrt		A1		0
538290 – Lučatín	vrt	30.9.2002	A2	Fe, Mn	13,11
538290 – Lučatín	vrt	29.10.2003	B	Fe	0,54
538290 – Lučatín	vrt	14.11.2004	B	Fe	2,08
538290-priemer	vrt		B	Fe	0,71



OBV 3.8.3

## VÝSTUP No. 3 A Spracovali: Kamil Vrana – Dušan Bodiš

### 3.9 (3A) Možné vplyvy klimatických faktorov na kvalitatívne zmeny podzemných vôd (4.2.7)

#### 3.9.1 Úvod

Od nástupu priemyselnej revolúcie od polovice 18. storočia začala narastať koncentrácia tzv. skleníkových plynov (hlavne CO<sub>2</sub>) v ovzduší. Výskumy ukazujú, že koncentrácia CO<sub>2</sub> je v súčasnosti v ovzduší najvyššia za posledných 420 tisíc rokov. Rast teploty začal akcelerovať najmä v 90. rokoch 20. storočia a stále pokračuje. V tom období boli zaznamenané najvyššie teploty za posledných 150 rokov. Na území SR by sa to malo prejavovať tak, že letá budú suchšie, prejaví sa stredomorská klíma. Jej premenlivosť sa však nezmení. Cez leto možno očakávať privalové dažde po dlhších obdobiach sucha.

Klimatický systém však netvorí len ovzdušie ale aj vody, vegetácia a živočíchy, pôdy, a pod. Je zrejmé, že celkové dopady klimatických zmien na podzemné vody patria potenciálne k najzávažnejším dopadom, preto sa im venuje stále väčšia pozornosť.

Pri hodnotení tohto fenoménu v našich klimatických a hydrogeologických podmienkach vychádzame z toho, že možný dopad klimatických zmien na kvalitatívne zmeny podzemných vôd môže byť skúmaný iba na príkladoch, kde je dostatočne reprezentatívnym spôsobom preukázané kvantitatívne ovplyvnenie podzemných vôd.

#### 3.9.2 Pozícia Slovenskej republiky v medzinárodnom kontexte riešenia dopadov klimatických zmien

Slovenská republika ako krajina Prílohy 1 Rámcového dohovoru OSN o zmene klímy a krajina Prílohy B ku Kjótskemu protokolu je povinná plniť celý rad záväzkov v oblasti monitorovania a hodnotenia negatívnych účinkov zmeny klímy na zložky životného prostredia. Okrem toho musí Slovensko brať do úvahy dôsledky zmeny klímy a realizovať adaptačné opatrenia, ktorých cieľom je minimalizovať nepriaznivé účinky zmeny klímy na sociálno – ekonomickú oblasť, zdravie ľudí a kvalitu životného prostredia.

V dvoch dokumentoch, týkajúcej sa uvedenej problematiky (Štvrtá národná správa SR o zmene klímy a Správa o dosiahnutom pokroku pri plnení Kjótskeho protokolu), je uvedené

metodické riešenie problémov v Slovenskej republike ako aj aplikácia vypracovaných metodických postupov v rôznych sektoroch národného hospodárstva.

Z hľadiska zamerania projektu je významná hlavne prezentovaná problematika pre oblasť vodného hospodárstva (zásobovanie obyvateľstva vodou), predovšetkým časť týkajúca sa očakávaných dôsledkov zmien klímy, odhadu zraniteľnosti a adaptačných opatrení pre zložky životného prostredia a zvlášť pre vodu, resp. oblasť vodného hospodárstva.

Možné zmeny klímy radikálnejšieho rozsahu by nepochybne ovplyvnili hydrologický cyklus, vodné zdroje a vodné hospodárstvo na území Slovenskej republiky.

Na určovanie vplyvu klimatickej zmeny na hydrologický cyklus boli použité metódy matematického modelovania možných zmien hydrologického režimu. Vychádzali pritom zo systémovej paradigmy, v rámci ktorej sa klimatické charakteristiky (najčastejšie teplota vzduchu a atmosférické zrážky) považujú za vstupné veličiny do hydrologického systému. Následne sa určovala zmena hydrologického režimu v dôsledku očakávaných zmien týchto vstupov pomocou niektorého z hydrologických bilančných modelov. Na konštrukciu priestorového obrazu budúcich možných zmien dlhodobého priemerného ročného odtoku bol s využitím prostredia a metód GIS vytvorený priestorový model, ktorý vychádza zo závislosti medzi priemerným ročným odtokom a priemerným ročným úhrnom zrážok a teplotou vzduchu, resp. indexom priemerného ročného potenciálneho výparu. Na základe rôznych scenárov možnej zmeny úhrnu zrážok vo vybraných klimatických staniách boli vytvorené mapy zmeny dlhodobého priemerného ročného úhrnu zrážok voči zvolenému referenčnému obdobiu (1951 – 1980). Tieto spolu s informáciou o možnej zmene dlhodobej priemernej ročnej teploty vzduchu slúžili následne ako vstupné mapy pre model na výpočet priestorových scenárov zmeny dlhodobého priemerného ročného odtoku.

Zhodnotenie zmien dlhodobého priemerného ročného prietoku sa robilo pre 4 scenáre (CCCM97, GISS98, SD a WP). Najoptimistickejším bol scenár CCCM97, zatiaľ čo najvyšší pokles odtoku vykazoval scenár WP.

Aj napriek uvažovanému miernemu nárastu úhrnu zrážok sa podľa klimatického scenára CCCM97 predpokladá, že väčšina územia Slovenska bude poznačená poklesom odtoku. V časovom horizonte 2010 sa bude takmer 64 % plochy územia nachádzať v pásme poklesu -5 až -20 %, v časovom horizonte 2075 viac ako 77 % plochy územia Slovenska v pásme poklesu -20 až -40 %. Obdobne sa pokles odtoku prejaví aj v sledovaných výškových

pásmach, kde sa zachovanie súčasného stavu predpokladá len v nadmorských výškach nad 800 m n.m. v časových horizontoch 2010 a 2030. V ostatných výškových pásmach sa predpokladá mierny až výraznejší pokles odtoku. Najvyšší je vyhodnotený pre oblasť nížin, kde sa pre časový horizont 2075 predpokladá pokles dlhodobého priemerného ročného odtoku o viac ako -27 %. Mierny rast odtoku, resp. zachovanie súčasného stavu sa predpokladá v rámci sledovaných povodí iba pre povodia západného Slovenska a to iba pre časové horizonty 2010 a 2030.

Klimatický scenár SD predpokladá na celom území Slovenska pokles priemerného ročného úhrnu zrážok a rast priemernej ročnej teploty vzduchu pre všetky uvažované časové horizonty. Podľa tohto scenára bude pravdepodobne celé územie Slovenska poznačené znížením dlhodobého priemerného ročného odtoku, pričom v časovom horizonte 2010 sa predpokladá pokles odtoku v kategórii od -5 % do -20 % na viac ako 81 % plochy, v horizonte 2030 na viac ako 87 % územia v kategórii od -20 % do 40 % a v horizonte 2075 sa takmer 80 % plochy územia Slovenska bude nachádzať v pásme poklesu väčšom ako -40 %. V rámci hodnotenia zmeny dlhodobého priemerného ročného odtoku vo výškových pásmach sa najvýraznejší pokles môže prejavíť v oblasti nížin, kde sa v časovom horizonte 2010 predpokladá podľa tohto klimatického scenára pokles o asi -20 %. Pokles odtoku smerom k časovému horizontu 2075 sa v tomto výškovom pásme prejaví ďalším výraznejším poklesom, o viac ako 47 % oproti odtoku referenčného obdobia. Pre výškové pásmo nad 1500 m n.m. sa pokles prejaví miernejšie, od cca -6 % v horizonte 2010, po viac ako -18 % v časovom horizonte 2075.

Uvedené výsledky je treba interpretovať s náležitou opatrnosťou a zohľadňovať pritom aj neistoty metodického postupu. Za smerodajné sa skôr navrhuje porovnanie tendencie zmien.

Pri analýze vplyvu klimatickej zmeny na hydrologický cyklus sa hodnotí len vplyv na priemerné mesačné odtoky. V prácach nadväzujúcich na predkladanú správu bude potrebné sa venovať aj zmenám minimálneho odtoku.

Rámcové adaptačné opatrenia na zmiernenie dôsledkov zmeny klímy

Smerovanie adaptačných opatrení na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy vo vodnom hospodárstve na Slovensku sa formuluje len pomerne všeobecne. V súčasnosti sa odporúča postup, ktorý preferuje také rozhodnutia, ktoré vo svojom dôsledku znižujú hrozbu negatívnych dôsledkov klimatickej zmeny a zároveň zohľadňujú súčasné preferencie trvalo

udržateľného rozvoja spoločnosti, tvorbu a ochranu životného prostredia a integrované hospodárenie s vodou.

Základné opatrenia na zmiernenie možných negatívnych dôsledkov na vodné hospodárstvo sa dotýkajú viacerých oblastí, z nich najmä:

- priame opatrenia na riadenie spotreby vody
- nepriame nástroje ovplyvňujúce správanie spotrebiteľov
- inštitucionálna zmena pre lepšie hospodárenie s vodou, a
- zlepšenie prevádzky existujúcich vodohospodárskych sústav.

Zmena klímy by sa mala riešiť ako systémový problém, keďže v súčasnosti nie sú k dispozícii koncepčné a strategické dokumenty v oblasti vodného hospodárstva a ani v územno – plánovacom procese a pri tvorbe a ochrane krajiny, ktoré by sa priamo zaoberali potrebou a výberom adaptačných opatrení. Pri vodných zdrojoch, ktoré sú už vybudované, bude navyše potrebné prehodnotiť ich udržateľné využívanie v nových klimatických podmienkach.

Doteraz odhadnuté tendencie zmien hydrologického režimu poukazujú na zvýšenú potrebu prerozdeľovať odtok v priestore medzi severom a juhom, prerozdeľovať odtok medzi jednotlivými rokmi a prerozdeľovať odtok v priebehu roka. Je potrebné počítat' aj s možnosťou potreby kompenzovať pokles výdatnosti zdrojov vody, najmä v nížinných častiach na strednom a východnom Slovensku. Potrebné môžu byť najmä nádrže s dlhodobým regulovaním odtoku a pri plánovaní ich umiestnenia je potrebné vychádzať z diferencovaných účinkov klimatekovej zmeny.

Čo sa týka monitorovania prebiehajúcich procesov v hydrosfére, je potrebné posilniť existujúce systematické sledovania vodohospodárskej bilancie kvantity a kvality vody aj v povodiach menších mierok, aby bola možnosť identifikovať tendencie v možnom úbytku vody v čase, a aby bola možnosť formulovať strategické rozhodnutia nových priorít vodného hospodárstva, najmä počas sucha.

Čo sa týka hospodárenia vody v krajine – systematické realizovanie opatrenia v povodiach s plošným účinkom je zamerané na všeobecné a trvalé zlepšenie podmienok odtoku a na zadržanie vody v krajine, zníženie možných negatívnych prejavov extrémnych prietokov a na zlepšenie kvality vôd.



### 3.9.3 Kvalitatívne aspekty fenoménu klimatických zmien

Vyššie uvedené rámcové hodnotenie, prevzaté zo Štvrtej národnej správy SR o zmene klímy a Správy o dosiahnutom pokroku pri plnení Kjótskeho protokolu), je aj základom našich vah pre hodnotenie kvalitatívnych aspektov fenoménu klimatických zmien.

Kvalitatívne aspekty fenoménu klimatických zmien sú z metodického hľadiska veľmi komplikované. Na základe dlhodobých pozorovacích radov je napríklad možné analyzovať zmeny chemického zloženia podzemných vôd závislé na zmenách obehových ciest pri systematickom trende znižovania (zaklesnutia) hladín, a pod. Následne môže ísť o analýzu vzťahu typu “pokles výdatnosti = nárast mineralizácie, resp. vybranej zložky“ pri úvahe, že doba kontaktu s horninovým prostredím obehu je stále rovnaká. Vhodné pozorovacie rady je možné prehodnocovať iba na lokalitách doporučených skupinou riešiacou kvantitatívne aspekty.

Potenciálny vplyv klimatických zmien na kvalitu podzemných vôd je spracovaný v projekte vo forme príkladu na lokalite, kde boli potvrdené kvantitatívne zmeny a kde sa uvedené zmeny prejavili v dostatočnej miere pre toto hodnotenie. Súčasťou riešenia a predpokladom naviazanosti na riešené kvantitatívne aspekty vplyvu klimatických zmien na podzemné vody bolo zostavenie dostatočne reprezentatívnych pozorovacích rád kvalitatívnych parametrov o problémoch v tomto ohľade sa zmienime neskôr.

Riešením tejto časti projektu je nasledovný okruh problémov:

- overiť, či v zdrojoch podzemnej vody s preukázanými zmenami poklesu výdatnosti v dôsledku globálnych klimatických zmien sa vyskytuje kvalitatívny parameter, ktorý je týmito zmenami zjavne ovplyvnený. Overiť, či by potenciálne zistené kvalitatívne parametre mohli negatívne vplyvať v budúcnosti na kvalitu podzemnej vody.
- riešenie sa týka vyhodnotenia časových radov kvalitatívnych pozorovaní, ich separáciou a hodnotením sezónnych a cyklických prvkov.

### 3.9.4 TEORETICKÝ KONTEXT RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Predmetná problematika je veľmi intenzívne a zoširoka študovaná v celosvetovom merítku. Uvedieme niekoľko príkladov štúdií z posledného obdobia a následne budeme sumarizovať poznatky tak, aby boli zúčtovateľné pre naše podmienky.



**Jun-Xia a Zhang-Liping (2005)** dokumentovali, že ak odtok tvorený v horských oblastiach významne poklesne a ak vodné zdroje sú nadmieru využívané, dochádza k problémom vo vodnom hospodárstve. Príkladom sú vysušené riečne systémy, pokles hladín podzemných vôd, degradácia jazier a močarísk, a znečistenie vôd. Poukázali tu na určitú “periodicitu” suchých období.

**Eckhardt - Ulbrich (2003)** pomocou modelu SWAT ( Soil and Water Assessment Tool) modelovali impakt klimatických zmien na doplňovanie zásob podzemných vôd a povrchový odtok v stredoeurópskych povodiach v stredne vysokých pohoriach. Impakt klimatických zmien na základe scenárov, reprezentujúcich široký záber možných podmienok čo sa týka “skleníkového efektu”, viedol k záverom, že výsledné efekty impaktu na doplňovanie zásob podzemných vôd a povrchový odtok v ročnom cykle sú malé, pretože zvýšené hladiny koncentrácie CO<sub>2</sub> v atmosfére redukuje otvorenosť epidermy rastlín a tak pôsobia proti vzrastu potenciálnej evapotranspirácie vyvolanému nárastom teploty a poklesom zrážok. Výsledky modelovania naznačujú, že v dôsledku otepľovania menšia časť zimných zrážok bude vypadávať vo forme snehu. Jarné prietokové maximum zapríčinené topením snehu bude preto redukované, zatiaľ čo riziko záplav v zime bude pravdepodobne rásť. V lete priemerná infiltrácia do podzemných vôd (však) a povrchový odtok môžu byť redukované až do 50 % a potenciálne to môže viesť k problémom s kvalitou vody.

**Sharma (2003)** zistil aj v na vodu bohatom regióne SV Indie poklesávajúci trend v množstve zrážok a časté teplotné fluktuácie ako signál nastávajúcej klimatickej zmeny. Požiadavky na pitnú a úžitkovú vodu sa skokovito zvýšili v dôsledku veľkého nárastu populácie a v zmene životného štýlu obyvateľstva. Okrem častých záplav je sprievodným znakom uvedeného procesu aj zníženie kvality vody v dôsledku znečistenia dusičnanmi, chloridmi a sulfátmi, ako aj nárastu používania umelých hnojív a pesticídov pre zvyšovanie produkcie úrody v regióne.

**Grote - Woltemade (2002)** študovali vzťahy chemického zloženia vôd v infiltračných povodiach a horninového prostredia ich obehu na juhu Pensylvanie v USA. Charakter horninového prostredia a zvlášť kvartérneho pokryvu je určujúci pri hodnotení javov acidifikácie vôd. Hydrochemické údaje nazhromaždené v povodí naznačujú, že počas suchých klimatických období ako napr. v roku 1999, pri výraznej zmene prietoku a podielu dotácie tokov podzemnými vodami dochádza ku geogénne podmieneným zmenám chemického zloženia povrchovej vody ak sa mení charakter kontaktu vody so silikátovými horninami a prevažuje kontakt s karbonátmi.

**Beuhler (2003)** preukázal, že aridné a semiaridné regióny ako napr. v Južnej Kalifornii sú zvlášť zraniteľné negatívnymi účinkami globálneho otepľovania na vodné zdroje. Všeobecne akceptované impakty globálneho otepľovania na vodné zdroje zahŕňujú vzrast teploty, zvyšovanie hladiny mora, zvýšenie frekvencie katastrofálnych záplav a sucha, a posun zrážok od snehových ku kvapalným. Ochranou proti týmto vplyvom je integrovaný manažment vodných zdrojov.

**Ma-Jinzhu et al. (2003)** použili izotopové a geochemické techniky na určenie veku podzemnej vody, k pochopeniu pôvodu soľného obsahu a k objasneniu impaktu klimatických zmien na podzemné vody v povodí. Široké spektrum stopových a vzácnych prvkov indikuje redukčné podmienky v hlbokých horizontoch podzemnej vody a oxidačné podmienky v plytkých obehoch podzemných vôd. Obsah chemických prvkov a salinita sa zvyšovali pomaly počas posledných 40 tis. rokov v hlbokom zvodnenom horizonte, zatiaľ čo kvalita vody sa zhoršila podstatne vo vrchnom plytkom horizonte v dôsledku kombinácie ľudských aktivít a významných klimatických zmien počas posledných 2000 rokov. História infiltrácie (tvorby) podzemných vôd počas posledných 800 rokov bola preskúmaná a rekonštruovaná pomocou izotopov Cl (chloridov) z profilu nenasýtenej zóny. Boli indikované viaceré suché a vlhké obdobia a výrazné zmeny klímy boli indikované v posledných 200 rokoch. Tieto výsledky korelujú dobre s výsledkami z vrtných jadier v Ťadovcoch Tibetského plateau v období od 1200 do 1900 rokov, ale sú odlišné pre najmladšie obdobie posledných 100 rokov.

**Glassley, et al. (2003)** skúmali problematiku ochrany podzemných vôd. Doplňovanie podzemných vôd sa deje vo vadóznej zóne, kde kvalitu vody ovplyvňujú komplexné termicko – hydrologicko – geochemické procesy. Monitoring procesov vo vadóznej zóne je dôležitým nástrojom hodnotenia stavu zvodnených vrstiev z hľadiska dlhodobého vývoja. Tieto javy sú tiež ovplyvnené postupnými klimatickými zmenami a ich poznanie je dôležité aj z pohľadu budovania skládok rádioaktívneho odpadu. Simulácia javov súvisiacich so zmenami hydrologického systému pri ukladaní odpadov je porovnávaná s modelovaním zmien v dôsledku klimatických javov – sú tam podobnosti i odlišnosti, ktoré treba preštudovať a poznať. Výsledky zvyrazňujú dôležitosť vybudovania základnej siete dlhodobého pozorovania týchto javov, aby sa v budúcnosti mohli tieto aspekty správne interpretovať.

Podľa **Glassley, et al. (2002)** preukázali, že vplyvy klimatických zmien na režim podzemných vôd vo vadóznej zóne hlbších horizontov je možné detekovať hmotovou bilanciou chloridov a stabilnými izotopmi (deutérium a  $^{18}\text{O}$ ) a rádiogennými izotopmi ( $^3\text{H}$ ,  $^{36}\text{Cl}$ ). Aj v týchto

vadóznych vodách je zachovaný záznam o klimatických zmenách. Limitom pre využitie týchto metód je nedostatok dlhších pozorovacích radov a stanovenia relevantných izotopov.

**Yusoff – Hiscock - Conway (2002)** skúmali vplyv klimatických zmien na zdroje podzemných vôd v kriedových zvodnencoch východného Anglicka v rokoch 1980 – 1995 a poskytli významné časovo závislé pozorovania pre simuláciu klimatických zmien v horizonte 2020-2035 a 2050-2065. Naj pozoruhodnejším a konzistentným výsledkom simulácie impaktu klimatických zmien je zistený pokles v doplňovaní podzemných vôd v jesennom období vo všetkých scenároch (pokles varíroval od 17 do 35%) ako dôsledok menšieho množstva letných zrážok a nárast hodnôt potenciálnej evapotranspirácie na jeseň. Je možné v niektorých regiónoch očakávať dlhšie a suché letá ale s relatívne malým dopadom na “letné” hladiny podzemných vôd (vo všeobecnosti pokles 1 až 2 %) ale budú vplývať na pokles (až do 14 %) základného jesenného prietoku riek.

**Varanou, et al. (2002)** na základe modelových povodí študovali regionálne impakty klimatických zmien na kritické kvantitatívne a kvalitatívne parametre. Systematickým modelovaním preukázali pre všetky scenáre pokles prietokov a nárast veľkosti záplav pre určité obdobia. Zmeny v povrchovom odtoku ovplyvňovali straty dusíka z modelového povodia, rezultujúce do ročnej redukcie dotovania dusíka do zvodneného systému.

**Krysanova – Hattermann - Habeck (2005)** študovali modelovo potenciály vplyv klimatických zmien na vodné zásoby a kvalitu vody v povodí Labe (100 000 km<sup>2</sup>) . Hlavným výsledkom tohto štúdia v povodí bolo zistenie, že priemerný povrchový odtok vody a priemerná intenzita dotácie podzemných vôd (vsak, infiltrácia) pravdepodobne poklesne v dôsledku očakávaných klimatických zmien a celkovo sa zníži vplyv difúzných zdrojov znečistenia v povodí. Toto štúdium tiež potvrdilo, že neistota v hydrologickom hodnotení a v hodnotení zmien kvality vôd je všeobecne vyššia než neistota vo vstupných údajoch hodnotenia klimatických zmien.

**Barthel et al. (2005)** študovali na základe modelovania dlhodobé zmeny vodného cyklu hornej časti povodia Dunaja (77,000 km<sup>2</sup>) vo svetle klimatických zmien. Do úvahy brali ako vplyv prírodných zmien v ekosystéme (ako sú klimatické zmeny), tak aj zmeny v ľudských aktivitách, ako sú zmeny vo využívaní krajiny alebo v spotrebe vody.

**Danielopol, et al. (2003)** konštatujú, že systémy podzemnej vody sa zmenili v posledných 40-50 rokoch. Podstatné environmentálne tlaky (impakty) (predovšetkým antropogénne) vplývajú negatívne na množstvo a kvalitu zdrojov podzemných vôd a stav ekosystému v pripovrchovej zóne. Očakáva sa, že environmentálne tlaky na podzemné vody budú pokračovať, prinajmenšom do roku 2025, pokiaľ nová environmentálna politika nezmení tento stav. Špecifické ľudské aktivity vedúce k vyčerpávaniu množstiev podzemných vôd zahŕňujú poľnohospodársku výrobu, zmeny vo využívaní krajiny, urbanizačné nároky na pitnú a úžitkovú vodu, rôzne priemyselné aktivity ako sú výroba elektrickej a tepelnej energie, banská činnosť a nárast turistických aktivít. Klimatické zmeny prispievajú ku kríze vo vodnom hospodárstve tiež, zvlášť v arídnych a semiarídnych oblastiach. Postihnutie zvodnených vrstiev znečistením odvodeným z poľnohospodárstva (hnojivá a pesticídy), priemyslu (dotácia chemických látok na báze uhlíkov, zvlášť úniky ropných látok), komunálnych odpadových a priemyselných vôd, odpadových vôd zo skládok, z infiltrácie polutantov pri splachoch z rôznych plôch a zemskeho povrchu, vedie k výraznému ovplyvneniu kvality podzemnej vody. Nebezpečný nárast kontaminovaných lokalít chemikáliami a mikrobiálnymi patogénnymi živočíchmi prináša veľké riziko pre ľudské zdravie. Zmeny v redox podmienkach v zvodnených systémoch, zmeny biologickej diverzity, vegetačné zmeny so zmenami v poľnohospodárskej praxi a impakt na biosféru vo veľkom merítku, ako je vzrast koncentrácie oxidov dusíka v atmosfére, to všetko má výrazný negatívny dopad na ekosystémy spojené s podzemnou vodou. Ekosystémy spojené s podzemnou vodou musia byť lepšie a preskúmané a pochopené.

**Neff et al. (2000)** študovali citlivosť hydrologie a vodných zdrojov na klimatické variácie v stredoatlantickom regióne USA. Stanovili vzťah klimatických zmien k zmenám riečneho odtoku, podzemným vodám a kvalite vody. Poukázali na fakt, že v rôznych scenároch môže pre študovaný systém povrchový odtok stúpať, ale aj klesať. Väčšina scenárov však ukazuje, že dopĺňovanie zásob podzemných vôd sa bude vyskytovať v skoršom ročnom období a že sezónne fluktuácie v hladinách podzemných vôd budú menej extrémne. Nemusí to byť však pravidlom a môže dôjsť aj k posunom v niektorých regiónoch. Všetky scenáre však ukázali, že možno očakávať nárast výnosu nutrientov z povodia v zimnom a jarnom období v dôsledku očakávaného zvýšenia povrchového odtoku v týchto obdobiach. Prognózované poklesy v povrchovom odtoku a s tým spojené toky nutrientov v júli a auguste môžu zlepšiť situáciu v stratifikácii chemizmu vo vodných nádržiach a v eutrofizácii v letnom období. Toto prognózovanie demonštruje, že budúca hydrologia a vodné zdroje budú ovplyvnené

klimatickými zmenami, ale že neistota v presnosti prognózovania je veľká a vyžaduje neustále vylepšovanie modelovania a tvorby scenárov.

**Taminskas - Marcinkevicius (2002)** študovali krasové epigenetické geomorfologické procesy, ktorých intenzita je úzko zviazaná s cirkuláciou povrchovej a podzemnej vody, takže parametre charakterizujúce obeh vody a chemickú denudáciu môžu slúžiť ako indikátory intenzity procesu karstifikácie (skrasovatenia). Zároveň študovali klimatické zmeny vo vzťahu k tomuto fenoménu v severnej Litve (vrchnodevónske sadrovce a dolomity prekryté kvartérom). Závrtý sa vyskytujú často tam, kde kvartérny pokryv je najtenší, čo indikuje urýchľovanie karstifikácie. To možno pripísať aj klimatickým zmenám a zvýšenie priemernej ročnej teploty a odtoku, hlavne počas teplých zím. Od roku 1978 do 1999, priemerná rýchlosť chemickej denudácie v sadrovcových vrstvách bola o 30% vyššia ako v období rokov 1962 až 1977. Autori považujú rýchlosť krasovej chemickej denudácie a tvorby závrtov v posledných štyroch dekádach za geoindikátor zmien v životnom prostredí.

Možno teda sumarizovať, že vplyv zmeny klímy na ľudskú spoločnosť sa skúma z viacerých aspektov:

- zmeny vo výške morskej hladiny
- zmeny využitia krajiny
- vplyvy na prírodné prostredie
- vplyvy na socio-ekonomický vývoj a
- vplyvy na zmenu energetickej politiky štátov.

Z uvedeného vyplýva, že analýza možného vplyvu klimatických zmien na celkový stav zásob a kvality podzemných vôd sa dotýka nielen samotného prírodného prostredia, ale vo svojich dôsledkoch aj takých aspektov ako sú potenciálne zmeny vo využití krajiny, v socio-ekonomickom rozvoji a v energetickej politike. V prípravnej fáze sme analyzovali problém zo širšieho pohľadu, aby sme problematiku možných vplyvov klimatických zmien na kvalitu podzemných vôd mohli pôsobiť objektívne v kontexte všetkých možných vplyvov klimatických zmien na rozvoj spoločnosti.

Obecne sú hodnotené a sumarizované nasledujúce krajinné – ekologické procesy a vlastnosti ako senzitivné vo vzťahu ku klimatickým zmenám (M.M.Boer a R.S.de Groot ed., 1990):

## 1. Horniny a zemský povrch

- zvetrávanie, erózia a sedimentácia/redepozícia (vietor a voda)
- stabilita svahov, poklesy (subsistencia), periglaciálne a glaciálne procesy
- krasové procesy

## 2. Hydrológia

- zmeny hladiny morskej vody, veľkosť povodní a ich frekvencia, intrúzia morskej vody
- zmeny vo veľkosti ľadovcov a veľkosti snežných polí, povrchové vody a odtok
- procesy vo vrcholových povodiach, prúdenie podzemnej vody, evaporácia, dostupnosť vody
- suchá, kvalita vody
- biochemické procesy

## 3. Pôdy

- pôdna erózia, zvetrávanie a štruktúra pôdy, pôdna vlhkosť a retenčná kapacita
- pôdne pH, redox potenciál a kationová výmenná kapacita, pôdna organická hmota a rýchlosť dekompozície opadu
- pôdna úrodnosť a kapacita zadržiavania nutrientov
- formovanie močarísk a rašeliny

## 4. Vegetácia

- produkcia biomasy, respirácia, efektívnosť využitia vody, evapotranspirácia,
- zachytávanie nutrientov a ich fixácia, „leaf area index“, „crown morphology“ - vegetačná štruktúra a kompozícia
- vegetačné pokrytie povrchu
- zonácia a distribúcia vegetácie

## 5. Populačná dynamika a dynamika potravinového reťazca

- vegetatívna regenerácia, reprodukcia, migrácia, kolonizácia, invázia, sukcesia v zložení druhov, strata kľúčových druhov
- zmeny vo veľkosti populácie a zmeny vitality, zmeny v diverzite druhov
- zmeny v predátorstve, parazitizmus a boj o prežitie
- zmeny v distribúcii a typoch chorôb
- zmeny v dekompozícii a detrite potravinového reťazca
- zmeny v interakciách rastlinstvo – živočíšstvo

- zmeny v obehu minerálnych látok cez ekosystémy.

Hlavné zistenia a závery možno sumarizovať pre podmienky Európy nasledovne (Kwadijk, J. – De Bois, H. ed., 1987):

- klimatické zmeny a vzostup morskej hladiny ovplyvnia Európu a jej spoločnosť viacerými spôsobmi: bude to mať dopad na ochranu morského pobrežia, využívanie a manažment vodných zdrojov, poľnohospodárstvo, lesníctvo životné podmienky ľudí, rekreáciu a prírodnú vegetáciu. Vzostup morskej hladiny ovplyvní mnohé záujmy v pobrežných oblastiach. Rovnováha v sedimentácii a erózii sa posunie viac na stranu erózie, ohrozené budú pobrežné duny. Nížinné oblasti budú zasoľované hlbšie do vnútrozemia. V estuáriách budú musieť byť zavedené protizáplavové opatrenia
- v Alpách a iných horských regiónoch „snežná čiara“ zóna vegetácie výškovo stúpne približne 180 m na 1 °C oteplenia, ľadovce môžu v konečnom dôsledku zmiznúť a zimné športy stratia niektoré z doposiaľ výhodných oblastí rozvoja a ich rozvoj sa posunie do viac zraniteľných oblastí. V „subarktických“ a „boreálnych“ regiónoch (tundra a tajga) sa bude ďalej redukovať permafrost, postupne s viac močaristým charakterom krajiny a s badateľne viac splaviteľnými riekami. Lesníctvo sa ocitne v polohe oveľa vyššej produktivity. Poľnohospodárska produkcia značne vzrastie, budú zavádzané nové poľnohospodárske plodiny a používanie hnojív a pesticídov a preto kontaminácia prostredia sa zvýši podstatným spôsobom – tým teda aj kontaminácia podzemných vôd v niektorých štruktúrach. Ochrana prírody si bude vyžadovať novú stratégiu
- v miernom klimatickom pásme Európy od Atlantického oceánu až po Ural sa zmenia rieky, jazerá a pôdna vlhkosť v dôsledku väčších sezónnych variácií, riečna plavba bude podstatne znižovaná v dôsledku nárastu období sucha. Pôdy sa stanú viac náchylné na eróziu a v JV Európe tiež na salinizáciu. Vegetačné a pestovateľské obdobie bude začínať skôr a bude celkovo dlhšie, ale nedostatok vody a salinizácia vytvoria väčší stres. Agronomická flexibilita nemusí byť schopná prekonať tieto limity. Lesníctvo, ktoré je už teraz stresované znečistením ovzdušia a pôdy, sa stane ešte viac zraniteľné
- v regióne Stredozemného mora osobitne bude potrebné čeliť zvýšenej erózii, ktorá bude zaplňovať korytá riek a vodných rezervoárov sedimentmi, vzrastie salinizácia a



znížia sa zásoby vodných zdrojov, čo ovplyvní poľnohospodárstvo, prírodnú vegetáciu, lesy a turizmus, hoci klíma bude dovoľovať väčšiu produktivitu

- v celej Európe zásoby prírodných zdrojov budú viac ohrozené, s novými treba uvažovať pre oblasti náchylné na záplavy a zmenené využitie krajiny. Vodohospodárske systémy a vodné elektrárne s investíciami splatiteľnými v dlhodobom horizonte budú zvlášť zraniteľné a budú potrebovať integrované vodné plánovanie a plánovanie využitia krajiny.

### **Hlavné ochranné opatrenia možno sumarizovať nasledovne:**

- Je potrebné poznať viac detailov v scenároch klimatických zmien – časovo, priestorovo a štatisticky. Je potrebné zlepšiť regionálne klimatické údaje a scenáre, zvlášť čo sa týka medziročnej variability a extrémnych udalostí s vyhodnotením pre regionálne pomery, viac využívať letecké a družicové snímky pri analýze prostredia, a bude tiež potrebné prehĺbiť poznatky o synergických efektoch klimatických zmien na znečistenie ovzdušia (sprostredkovane potom aj na kvalitu infiltrujúcich zrážkových vôd).
- Bude potrebné posilniť schopnosť modelovať „súvzťažné“ funkcie medzi klímou a každou individuálnou impaktovou oblasťou – to si obyčajne vyžaduje zhromažďovanie údajov a monitoring, s dôrazom na extrémne udalosti, pretože ich impakty sú viac rozhodujúce ako zmeny v priemeroch teplôt a zrážkových úhrnoch. V súčasnosti nie sú dostatočne popísané a zhodnotené podstatné impakty vyplývajúce zo základných procesov ako sú erózia a hydrológia ucelených povodí, migrácia a invázia organizmov, a stabilita a adaptabilita suchozemských systémov, kontinentálnych (vnútrozemských) vôd a morských ekosystémov.
- Odporúčania pre úpravu manažmentu a politik v oblasti riešenia problému klimatických zmien často zdôrazňujú potrebu pre zachovanie flexibility a rôznorodosti. Existuje potreba zlepšiť situáciu v zameraní sa na politické a socioekonomické adaptácie ohľadom klimatických zmien. Dokonca i v prípade, že sa zmeny udejú náhle, adaptácie môžu trvať desaťročia, zatiaľ čo jednotlivci môžu reagovať na



krátkodobej úrovni, bez ohľadu na dlhodobosť procesov a takto ešte zhoršovať stav – týka sa to nepochybné aj problematiky manažmentu vôd.

Špecifické odporúčania pre regióny a podľa typu impaktov možno v prípade prírodných podmienok Slovenskej republiky (mierne a chladnejšie klimatické pásmo) zhrnúť nasledovne:

Pre manažment vodných zdrojov v miernom a chladnom klimatickom pásme je dôležité lepšie pochopiť zmeny v sezónnom a ročnom hydrologickom cykle (sezónne poklesy výdatností alebo záplavy, zvýšená evapotranspirácia, zvýšená požiadavka na rozšírenie vegetačného - produkčného - obdobia, časový posun v zásobách vody v dôsledku posunu od pevných zrážok, sneženia, ku kvapalným zrážkam) a ako by tieto zmeny mohli ovplyvniť dostupnosť a kvalitu vodných zdrojov pre užívateľov. Treba vyhodnotiť dopady na poľnohospodárstvo, priemysel a verejné zásobovanie vodou, vrátane legislatívnych a finančných aspektov. Je potrebné identifikovať citlivé oblasti a špecifické vodné zdroje vyžadujúce si osobitné prístupy plánovania ich využitia. Je potrebné ohodnotiť implikácie zo zmien v úhrnoch zrážok, odtokoch a teplotách v povrchových a podzemných vodách pre kvalitu vody a vodné ekosystémy.

Pre riešenie problémov impaktu klimatických zmien na podzemné vody je nevyhnutné zaoberať sa aj relevantnými aspektmi pôdnych procesov v miernom a chladnom klimatickom pásme:

Problémy tu vyžadujú mnohé hraničné riešenia a modifikácie ekologicko – hydrologicko – pedologického charakteru aby sa mohlo čeliť pôdnej degradácii a erózii poľnohospodárskej pôdy, zmenám v biochemických cykloch, vzrastajúcej nestabilite svahov, prispôsobeniu sa zmenám vstupu vody a sedimentov v povodiach riek a jazier, zmenených výstupov vody a sedimentu v zaľadnených oblastiach a pri degradácii permafrostu, rezultujúceho do poklesov, nestability svahov a termokrasu.

### **3.9.5 Povodia riek a relevantnosť problematiky klimatických zmien**

S ohľadom na evapotranspiráciu a posun od ihličnanov k viac listnatým lesom by mohol proces klimatických zmien viesť v strednej Európe k významnému poklesu zásob vody v povodiach v hornatinách. Avšak, zvýšená efektívnosť využitia vody rastlinami pri vysokých okolitých koncentráciách CO<sub>2</sub> môže zmierniť evapotranspiračné straty vody. Prostredníctvom zmien v pomere zrážok vypadávajúcich ako sneh, a preto aj v množstvách vody

„skladovaných“ (uložených v zásobách) v zimných zrážkach, malý vzrast v zimných teplotách by mohol viesť k významným zmenám v sezónnej variabilite odtoku v mnohých stredoeurópskych a severských riekach: špecificky možno očakávať vysoké prietoky na jar a nízke prietoky v lete a na jeseň.

Povodia s nízkymi infiltračnými možnosťami (s nízkym stupňom infiltrácie) a prevažujúcimi povrchovými odtokmi budú vykazovať nárast povodňových udalostí v zime, a pokles v letných odtokoch povrchových tokov, zatiaľ čo povodia s vysokými infiltračnými možnosťami (vysokým stupňom infiltrácie) a viac konštantným základným odtokom, budú vykazovať vzrast základného odtoku počas celého roka, ktorý naopak zahrňuje vyššie riziko povodňových udalostí, redukcii frekvencie nízkych prietokov v lete, s možnou redukcii znečistenia vôd. V pohoriach Karpát, vylúhovanie solí zo zóny zvetrávania (zo zvetralinového pokryvu) v rokoch s najvyšším priemernými zrážkovými úhrnmi, bolo najväčšie v lete, zatiaľ čo v rokoch s najnižšími priemernými zrážkovými úhrnmi vylúhovanie sa ukazovalo byť najvyššie v zime, kedy jednotlivé vysoko výdatné zrážkové udalosti alebo topenia snehov boli zodpovedné až za 40 % ročného odtoku solí. Severoeurópske pásmo spráší a stredomorské povodia sú oblasti najviac zraniteľné erozívnou degradáciou zemského povrchu.

Zmeny v teplote pôd a obsahu pôdnej vlhkosti budú ovplyvňovať infiltračnú kapacitu a stabilitu pôdnych agregátov prostredníctvom ich vplyvu na pôdnu mikrobiálnu aktivitu a obsah organickej hmoty v pôde. Otepľovanie klímy a zvyšovanie obsahu CO<sub>2</sub> pravdepodobne zvýšia hustotu vegetácie a štruktúru vegetačného pokryvu, čo môže zmierňovať splachovanie pôd (eróziu) a znižovať expozíciu pôd slnečnému svitu, minimálne do tej miery pokiaľ je vegetácia dobre chránená. To môže potenciálne pôsobiť proti sile erózie očakávaných silnejších intenzívnych dažďov. V rámci koryt riečnych tokov pokles v efektívite búrkových dažďov môže spôsobovať stabilizáciu v súčasnosti „aktívnych“ brehov a následne produkovať nižšie množstvá sedimentov čo by mohlo viesť k stabilnejším, meandrujúcim korytám tokov. V lesoch Dunajskej záplavovej oblasti (napr. južná Morava) sa ukázalo, že suchšie podmienky viedli k redukcii výskytu druhov v rastlinnej vrstve, redukcii vegetačného pokryvu a redukcii „životaschopnosti“ systému v dôsledku deficitu vody v lete. Severne a južne lokalizované rieky majú špecifickú úlohu reprezentovať migračné cesty pre celé ekosystémy ktoré sú pod klimatickým stresom, avšak možný nárast znečistenia môže vážne zabrzdiť (limitovať) tento pozitívny potenciál.

**Chemické časované bomby.** Pôdy a sedimenty môžu „skladovať“ veľké množstvá dusičnanov, síranov, fosforečnanov a toxických chemikálií, ale táto kapacita nie je nekonečná. Navyše, je silno ovplyvnená istými dominantnými chemickými podmienkami ako sú acidita (puľfrovacia kapacita), obsah kyslíka (redox potenciál) a salinita. Pretože klíma, buď priamo alebo nepriamo, ovplyvňuje všetky tri podmienky, zmena v klíme môže spôsobovať rozsiahle a rozmanité zmeny v kapacite biosféry zadržiavať toxické látky. Pôdna kyslosť je priamo ovplyvnená zmenami v teplote a zrážkových úhrnoch. Navyše, zmena veterných pomerov a distribúcie zrážkových udalostí bude meniť charakter a distribúciu kyslej depozície.

Zvýšená acidifikácia zníži kapacitu pôd zadržiavať toxické látky. Kyslíkový status pôd je najviac citlivý na obsah vlhkosti. Mokrade majú anaeróbne prostredie, ktoré redukuje a imobilizuje toxické chemické látky, zvlášť ťažké kovy. Ak sú vystavené kyslíku prostredníctvom vysušovania týchto území, niektoré z chemických komponentov môžu oxidovať a vylúhovať sa do širšieho okolia.

Mobilita väčšiny chemických látok v sedimentoch je ovplyvnená kyslíkovým statusom nadložnej vody. Sedimenty v dobre prekysličených systémoch vnútrozemských vôd môžu obsahovať vysoké koncentrácie Fe- a Mn- oxidov, ktoré adsorbujú ťažké kovy a iné toxické materiály. Ak sa koncentrácie kyslíka vo vodnom stĺpci znížia, oxidy kovov strácajú svoju kapacitu na adsorbciu a môžu ich uvoľňovať vo vysokých koncentráciách. Taká situácia môže prevažovať ak by v súčasnosti dobre prekysličené jazerá boli eutrofizované v dôsledku vzrastajúcich priemerných ročných teplôt. Salinizácia tiež redukuje kapacitu pôdy zadržiavať toxické materiály. Salinizácia je spojená s klímou dvoma spôsobmi. V prvom prípade zvyšovanie morskej hladiny môže spôsobiť salinizáciu pobrežných pôd. V druhom prípade, aridizácia (vysušovanie), osobitne v južnej Európe, môže rezultovať v intenzívnejšie zavlažovanie. Používanie brakickej vody pre zavlažovanie zvýši (podporí) salinizáciu. Poľnohospodárske pôdy obdržali vysoké vstupy toxických materiálov, ktoré sa akumulovali počas mnohých rokov. Ako sa pôdy salinizujú (zasoľujú), môžu tieto materiály uvoľňovať, čo môže rezultovať do ich záchyty v poľnohospodárskych produktoch (úrode), alebo do lokálneho či regionálneho znečistenia povrchových a podzemných vôd.

### 3.9.6 Všeobecné odporúčania pre riešenie problémov klimatických zmien

- Výskum a podpora uvedomenia si problémov sú podstatné pre tvorbu národnej alebo medzinárodnej politiky ohľadom klimatických zmien. Neistoty v našom chápaní či porozumení problému klimatických zmien bránia vládam v efektívnejších aktivitách v súčasnosti. Štúdium potenciálnych impaktov je silným nástrojom pre budovanie povedomia o problematike vo verejnosti a v rozhodovacej sfére. Medzinárodné konferencie s účasťou vedcov a manažérov z rozhodovacej sféry sú efektívne pri zlepšovaní databáz a podkladov pre politické opatrenia. Na tieto aktivity by mali byť alokované dostatočné zdroje (fondy).
- Predpovede zmien v prírodných, polo-prírodných a antropogénne založených ekosystémoch vyžadujú integrované štúdie socio-ekonomických a fyzikálnych, geochemických a biotických efektov na krajinu. Dlhodobé výskumné programy vo vybraných oblastiach a monitoring vybraných indikátorov relevantných javov potrebujú lepšiu medzinárodnú spoluprácu. Problematike biotickej diverzity je potrebné dať oveľa väčší priestor v medzivládnych diskusiách.

### 3.9.7 Špecifické odporúčania pre vodné systémy

- Pokračovať v dlhodobých pozorovaniach ľadovcov, permafrostu a snehovej pokrývky a kompletizovať globálnu biomonitorovaciu sieť. Kombinovať monitorovacie programy s modelovaním teplotnej bilancie a rozvíjať štúdie o svahových pohyboch, hmotových pohyboch a biotických zmenách, vrátane dynamiky rašelinísk a dekompozície organickej hmoty v boreálno – arktických a vysokohorských regiónoch.
- Vytvoriť sieť vedcov a inštitúcií v stredozemnom regióne pre zvýšenie kapacít základného krajinného – ekologického výskumu, monitoringu a modelovania dopadov klimatických zmien. Sprístupniť meteorologické a klimatické údaje tak, aby boli efektívnejšie použiteľné pre výskum. Podporiť osobitne ekologický a eko-fyziologický výskum stredozemných rastlín a živočíšstva. Ustanoviť dynamické biologické ochranné opatrenia v stredozemnej pozorovacej sieti. Zaviest' povinnosť hodnotiť možné následky klimatických zmien pri výstavbe vodných rezervoárov, ciest, verejných vodohospodárskych stavieb, zavlažovacích schém, vývoja turizmu, a pod.
- Čo sa týka riek a infiltračných oblastí, pokračovať v dlhodobých hydrologických meraniach a rozširovať prístrojovú základňu na merných objektoch. Modelovať

faktory, ktoré kontrolujú prúdenie v povrchových tokoch, vrátane vegetačnej evapotranspirácie, a zrealizovať v povodiach klimatické a krajinnno-ekologické integrované dopadové štúdie pre ochranu pôd voči erózii a zaílovaníu vodných rezervoárov. Chrániť všetky „zostatkové“ ekosystémy v záplavových oblastiach, migračné cesty a ekologické koridory.

Uvedené teoretické aspekty je potrebné zohľadňovať aj pri riešení problematiky možných vplyvov klimatických zmien na území Slovenskej republiky. Zoznam objektov, ktoré boli postupne prehodnocované, je uvedený v prílohe k tejto časti správy.

### **3.9.8 Príklad hodnotenia vybratých kvalitatívnych parametrov a možnosť zistenia ich vzťahu ku globálnym klimatickým zmenám**

Ako bolo uvedené v rešeršnej časti kapitoly, hodnotenie potenciálnych vplyvov klimatických zmien na kvalitu podzemnej vody sa v zásade realizuje pomocou vzťahu zníženie výdatnosti, resp. množstiev podzemnej vody – zvýšenie mineralizácie podzemnej vody, alebo vo vzťahu ku zvyšovaniu iónov antropogénneho pôvodu a následné zhoršovanie kvality podzemnej vody. Takéto hodnotenia si vyžadujú predovšetkým dlhodobé časové rady kvantitatívnych a kvalitatívnych pozorovaní na monitorovacích objektoch. Možno povedať, že práve dlhodobé časové rady kvalitatívneho charakteru sú vo všeobecnosti nedostatočné a problematické aj z pohľadu vývoja analytických metód, pretože podávajú v mnohých prípadoch iba ťažko porovnateľné výsledky.

V podmienkach Slovenska nie je situácia odlišná od celosvetového vývoja. Existuje rad výsledkov, kde bol preukázaný dopad klimatických zmien na režim prirodzene vystupujúcich podzemných vôd - prameňov (82 objektov) a zmien zásob podzemných vôd na základe hodnotenia zmien hladín podzemných vôd (93 objektov) so zohľadnením koeficienta zásobnosti stanovené pre jednotlivé lokality (Kullman ml. – Kullman, 2007). Z kvalitatívneho hľadiska však doposiaľ na Slovensku neexistujú práce, ktoré by uvedené vplyvy dokumentovali.

Filozoficko – metodickým postupom preukázania vplyvov klimatických zmien na kvalitu podzemných vôd bolo zámerom na lokalitách s preukázaným kvantitatívnym dopadom zistiť aj dopad kvalitatívny. Výber vstupných objektov monitoringu bol teda urobený v zmysle tejto úvahy.

V súčasnosti je situácia medzi monitorovaním kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov taká, že kvantitatívne parametre sa v monitorovacej sieti merajú v týždenných intervaloch počas roka a kvalitatívne v dvojmesačných intervaloch v jednom roku. Z tohto pohľadu mali vybrané objekty veľmi podobný charakter vstupných údajov. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli demonštrovať určitý postup hodnotenia na jednom pozorovacom objekte. Vybraný bol zachytený prameň podzemnej vody Drienovec – Hlavný (číslo objektu z pozorovacej siete SHMÚ 500840) v oblasti Slovenského Krasu. K dispozícii sme mali časovú radu vstupných údajov, ktorá spočívala z 35 odberov. Odbery boli realizované v dvojmesačnom ročnom cykle počas obdobia rokov 1984 – 2006.

Základné štatistické parametre podzemnej vody v sledovanom období dokumentuje tab. 3.9.1. Je zrejmé, že v kationovej časti dominuje obsah vápnika a v aniónovej obsah hydrogénuhličitanov. Podzemná voda počas celého sledovaného obdobia stabilne vykazuje kalciovo – hydrogénuhličitanový chemický typ vody. Jedná sa o typickú karbonátogénnu podzemnú vodu viazanú na krasový obeh v mezozoickom horninovom prostredí.

Tab. 3.9.1 Základná štatistická charakteristika

	Priemer	Medián	Minimum	Maximum	Dolný kvartil	Horný kvartil	Sm. odch.	Smerod. chyba
Na	7,71	6,79	4,23	23,03	6,10	7,26	3,96	0,67
K	1,68	1,78	0,12	4,35	1,60	1,92	0,66	0,11
Ca	82,68	84,17	52,00	92,10	81,80	87,00	8,02	1,36
Mg	10,11	8,51	7,30	21,26	7,80	12,15	3,61	0,61
Cl	12,62	11,52	9,75	24,82	10,60	13,30	3,07	0,52
NO <sub>3</sub>	19,20	19,42	11,20	27,90	16,72	20,91	3,33	0,56
HCO <sub>3</sub>	242,60	244,10	183,10	256,30	238,00	250,17	12,35	2,09
SO <sub>4</sub>	35,75	35,54	17,29	55,71	28,80	40,80	8,39	1,42
pH	7,35	7,32	6,70	7,85	7,20	7,50	0,24	0,04

Z hodnôt smerodajnej chyby priemeru pri 95% hladine významnosti môžeme konštatovať, že najvyššie hodnoty sa prejavujú u hydrogénuhličitanov, síranov a vápniku. Toto potvrdzuje výsledok tvorby chemického zloženia podzemnej vody v zložitom krasovom prostredí s rôznym režimom sezónnych zmien počas roka a variabilným zastúpením oxidu uhličitého, ktorý má najväčší vplyv na karbonátovú rovnováhu v systéme. Pomerne veľký antropogénny vplyv reprezentujú obsahy najmä dusičnanov a chloridov v chemickom zložení vody prameňa.

V ďalšom kroku pre objasnenie vzájomného vzťahu a zistenie antropogénneho vplyvu sme aplikovali korelačnú analýzu. Výsledok vo forme korelačnej matice dokumentuje tab. 3.9.2, kde sú štatisticky významné korelačné vzťahy pri hladine významnosti 95% vyznačené hrubším písmom. Je zrejmé, že tesný korelačný vzťah medzi vápnikom a hydrogénuhličitanmi potvrdzuje charakter základného procesu tvorby chemického zloženia podzemných vôd. Zaujímavý je záporný korelačný vzťah medzi vápnikom a horčíkom, ktorý dokumentuje, že v určitej časovej fáze tvorby chemizmu sa viac uplatňuje interakcia a dotácia podzemnej vody z prostredia s prevládajúcim obsahom vápencov a naopak dolomitov. Významná je korelácia medzi obsahom sodíka a síranmi, čo by mohlo naznačovať na čiastočný antropogénny pôvod síranov. Nasvedčuje tomu aj štatisticky bezvýznamná korelácia medzi Ca a SO<sub>4</sub>, pretože v prípade pôvodu síranov z rozpúšťania sadrovca by bola oveľa vyššia. Je zaujímavé, že predpokladané ióny antropogénneho pôvodu nevykazujú žiadne štatisticky významné korelačné závislosti.

Tab. 3.9.2 Výsledná korelačná matica

	Na	K	Ca	Mg	Cl	NO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	pH
Na	1,00	0,01	-0,44	-0,12	0,08	0,29	-0,49	0,35	-0,07
K	0,01	1,00	0,22	-0,35	0,24	-0,15	-0,18	0,06	-0,12
Ca	<b>-0,44</b>	0,22	1,00	-0,51	-0,05	-0,01	0,42	0,10	-0,07
Mg	-0,12	<b>-0,35</b>	<b>-0,51</b>	1,00	0,21	0,05	0,18	0,18	0,03
Cl	0,08	0,24	-0,05	0,21	1,00	0,27	-0,22	0,22	-0,32
NO <sub>3</sub>	0,29	-0,15	-0,01	0,05	0,27	1,00	-0,17	0,25	-0,25
HCO <sub>3</sub>	<b>-0,49</b>	-0,18	<b>0,42</b>	0,18	-0,22	-0,17	1,00	-0,11	0,19
SO <sub>4</sub>	<b>0,35</b>	0,06	0,10	0,18	0,22	0,25	-0,11	1,00	-0,16
pH	-0,07	-0,12	-0,07	0,03	-0,32	-0,25	0,19	-0,16	1,00

Tab. 3.9.3 Výsledná faktorová štruktúra

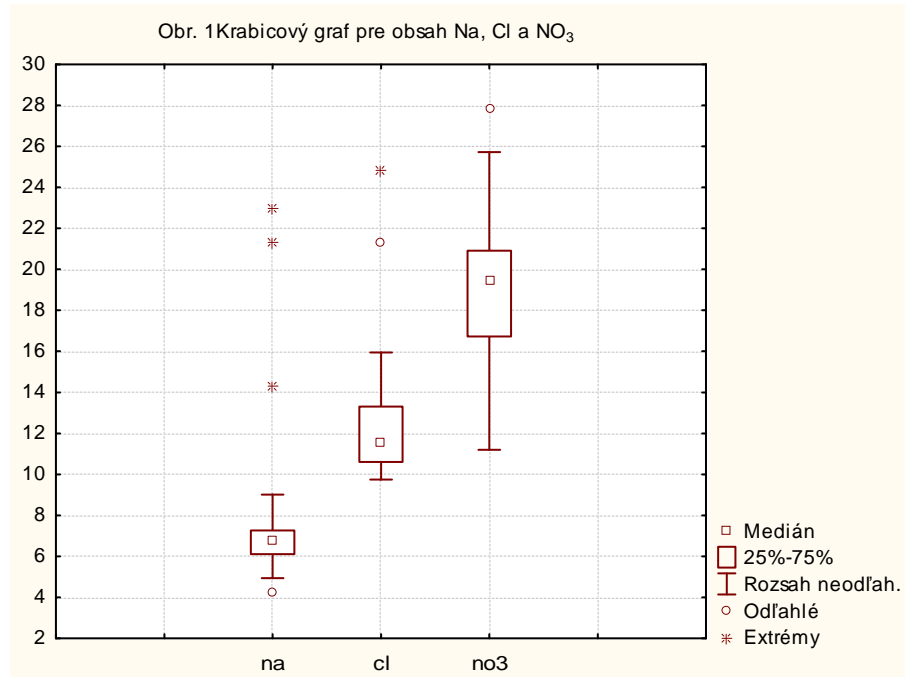
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
Na	<b>0,806</b>	-0,086	-0,087	0,388
K	0,089	-0,551	0,570	-0,290
Ca	<b>-0,703</b>	<b>-0,634</b>	0,054	0,199
Mg	-0,084	<b>0,939</b>	0,116	0,044
Cl	0,068	0,200	<b>0,825</b>	0,172
NO <sub>3</sub>	0,134	0,056	0,108	<b>0,767</b>
HCO <sub>3</sub>	<b>-0,830</b>	0,137	-0,256	-0,009
SO <sub>4</sub>	0,075	0,015	0,185	<b>0,700</b>
pH	-0,020	0,067	<b>-0,605</b>	-0,308



Pri aplikácii robustnejšieho štatistického nástroja – faktorovej analýzy (tab. 3.9.3) sú vnútorné vzťahy medzi jednotlivými premennými zreteľnejšie. Faktor 1 predstavuje vysokú zápornú saturáciu obsahov vápnika a horčíka, z čoho sa dá usudzovať na dva odlišné zdroje týchto iónov v porovnaní so sodíkom (kladná vysoká saturácia v tomto faktore). Po zvážení druhého faktora by to malo prakticky znamenať, že v zložitom prostredí krasového obehu je viac zapojené prostredie tvorené vápencami a menej dolomitmi a z hľadiska zdroja Na je tento z časti tvorený antropogénnym príspevkom. Ťažko by bolo vysvetliť tretí faktor ako vstup chloridov z prostredia prostredníctvom acidifikácie aj keď k tomu nabáda znižovanie hodnôt pH a narastajúci obsah chloridov. Faktor 3 nám potvrdzuje pôvod síranov a dusičnanov z antropogénnych zdrojov.

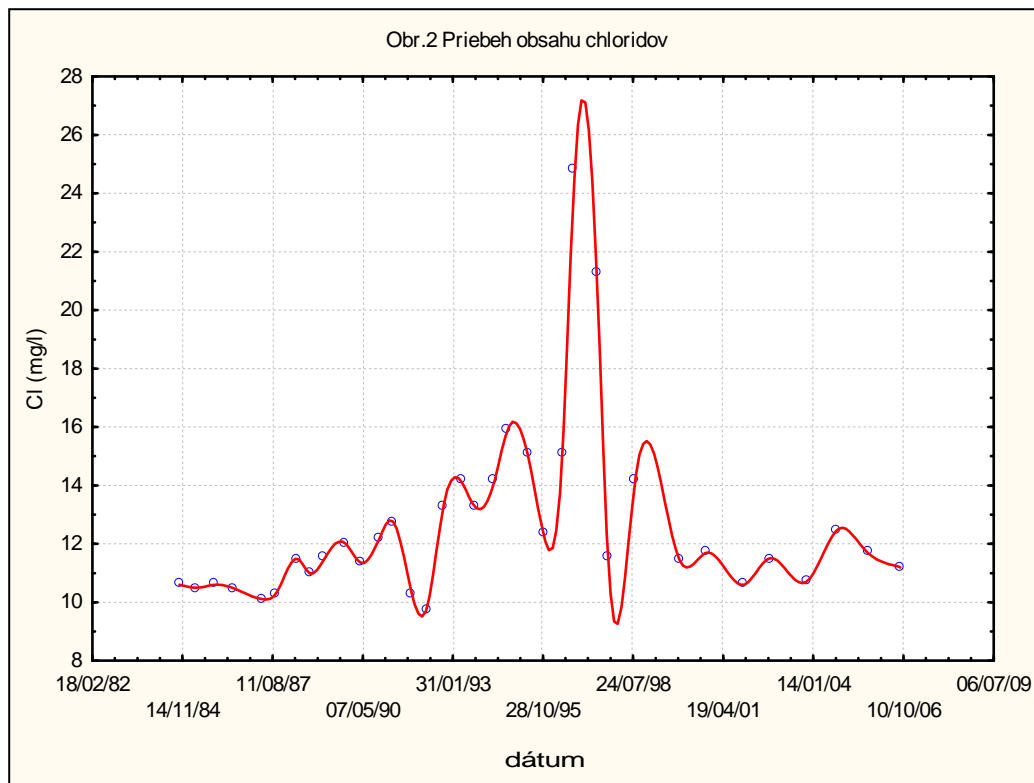
V ďalšom môžeme dokumentovať rozpätia koncentrácií vybraných prvkov (Na, Cl a NO<sub>3</sub>) pomocou krabicového grafu (obr. 3.9.1). Tieto ióny vykazujú predovšetkým extrémne a odľahlé obsahy vyššie ako je horná hranica pre neodľahlé hodnoty, inými slovami prevažná časť hodnôt bude vyššia, ako je požadovaná koncentrácia, čo potvrdzuje ich dotáciu z antropogénnych zdrojov.

Obr 3.9.1

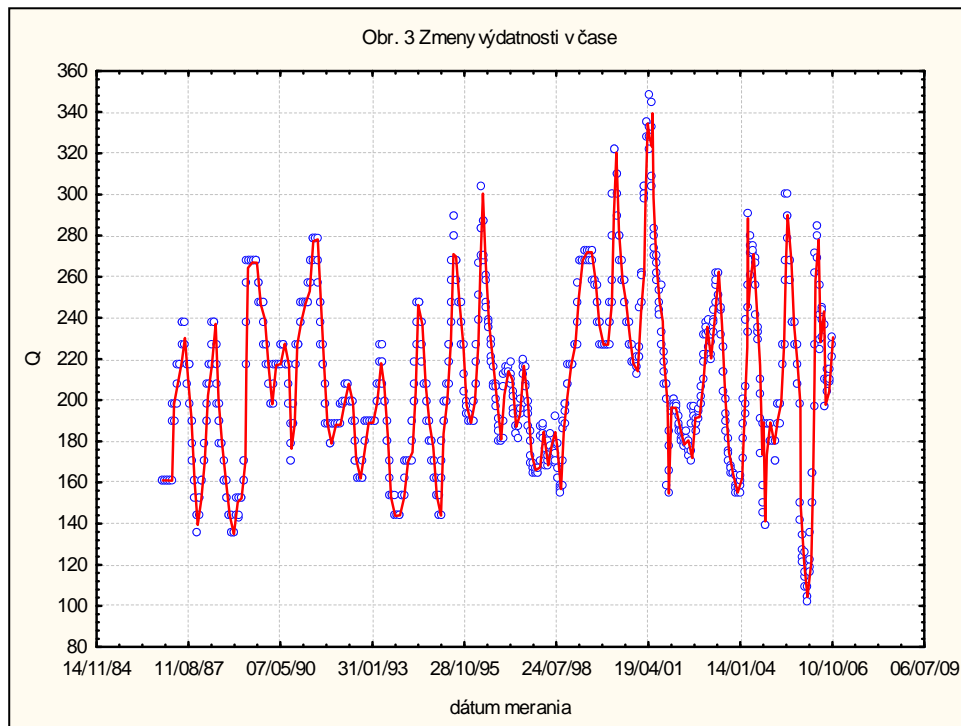




Obr 3.9.2

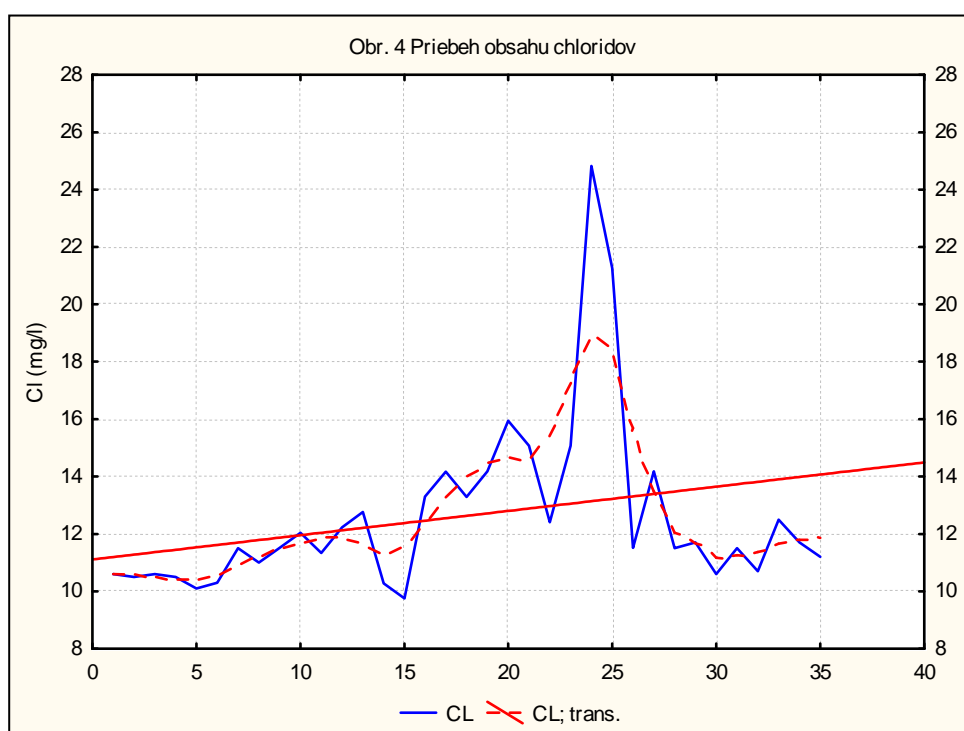


Obr 3.9.3

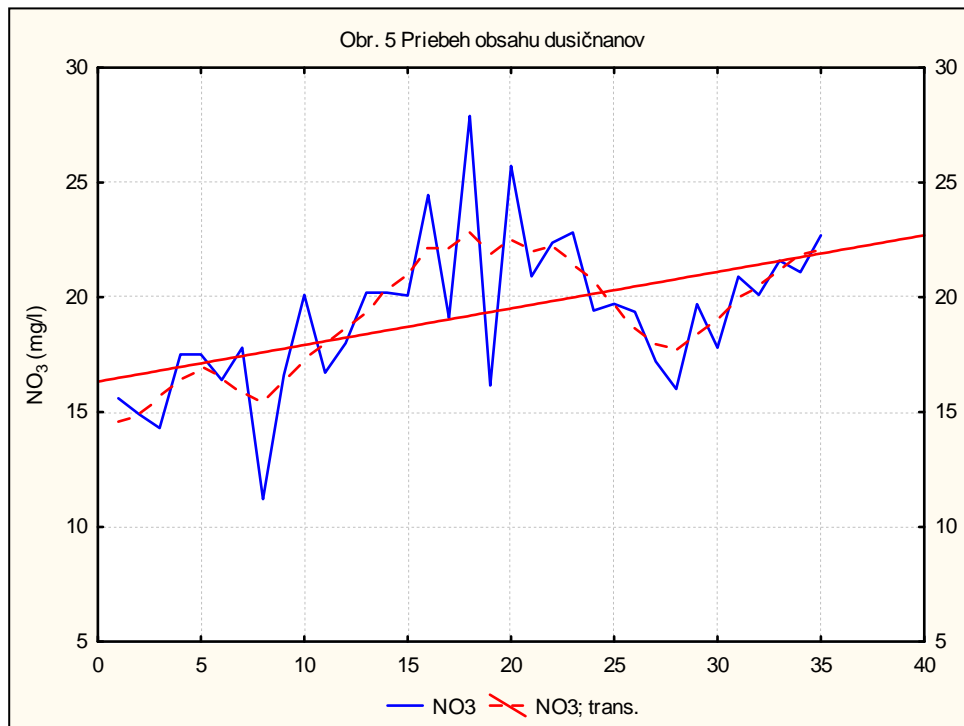


Pri porovnaní priebehu obsahu chloridov a výdatnosti v čase (obr. 3.9.2 a 3.9.33) i keď je treba pripomenúť, že v prípade výdatnosti sa jedná o týždenné pozorovanie a v prípade chloridov o dva odbery za rok je možné pozorovať určité zákonitosti. S výrazným poklesom výdatnosti narastá obsah chloridov, čo je najvýraznejšie možné pozorovať v období 1994 a 1997 a naopak prakticky v celom priebehu časových radov a v menšej miere aj naopak. Spojnice bodov jednotlivých meraní sú vypočítané pomocou metódy exponenciálneho vyhladenia. Dôležité je aj zistenie, ktoré vyplýva z analýzy časovej rady obsahu chloridov (obr. 3.9.4).

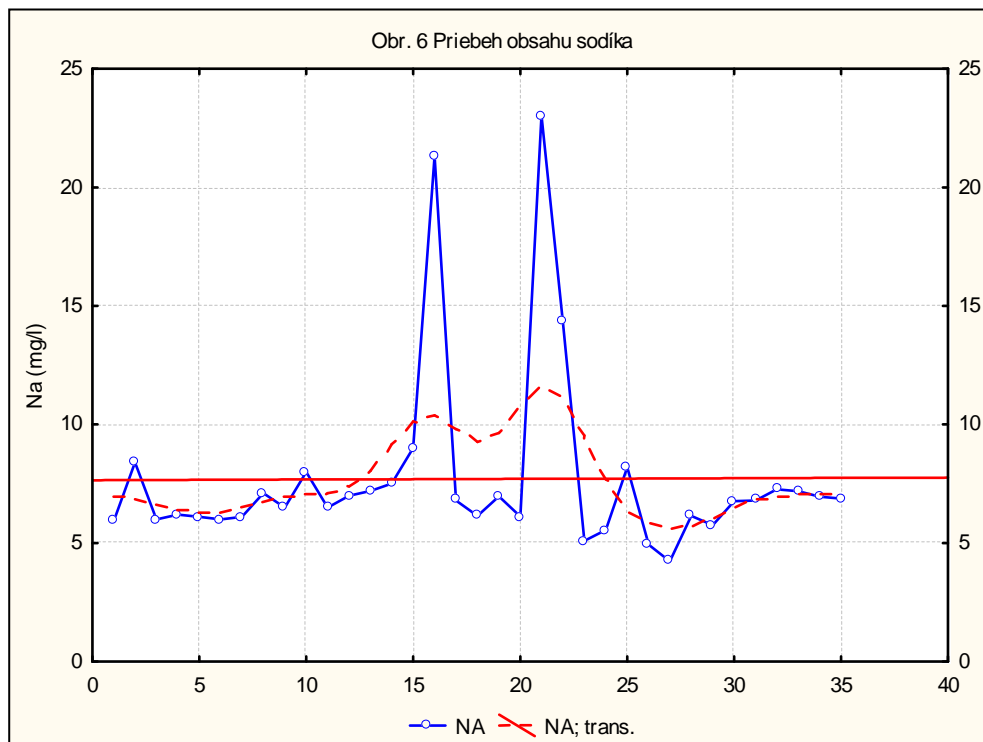
Obr 3.9.4



Obr 3.9.5



Obr 3.9.6



Plná čiara predstavuje obsah chloridov neupravený, prerušovaná so zohľadnením sezónnych zmien s trendom a lineárna priamka pre názornosť charakterizuje tento transformovaný časový rad. Uvedený princíp platí aj pre obr. 3.9.5 a 3.9.6. Lineárna priamka, vypočítaná z transformovaného časového radu koncentrácie chloridov má výrazne kladnú smernicu, čo predstavuje nárast obsahu chloridov v pozorovanom období. Podobný charakter trendu majú aj obsahy dusičnanov (obr. 3.9.5) s tým rozdielom, že sa maximá najvyšších koncentrácií neprejavujú v rovnakom čase, ako u chloridov.

Dôležité rozhodnutie je, čomu pripísať uvedenú závislosť. Sú uvedené zistenia dostatočne preukazné pre stanovenie určitých vplyvov klimatických zmien na chemické zloženie podzemných vôd? Pri zvážení charakteru vstupných informácií by úvaha o vplyve klimatických zmien na zvyšovanie koncentrácií chloridov a dusičnanov s poklesom výdatnosti bola zrejme zaťažená veľkými neistotami.

Ukazuje sa, že obdobná situácia ako v celosvetovom meradle je teda aj v SR – nie je dostatok relevantných informácií (dĺžka pozorovacích rád a frekvencia pozorovaní v hydrologickom roku). Chápeme to však ako objektívnu skutočnosť, pretože kvalitatívne pozorovania na rozdiel od kvantitatívnych boli vo väčšine krajín započaté s výrazným časovým oneskorením a navyše porovnanie analytických výsledkov jednotlivých laboratórií na báze ich certifikácie je vlastne otázkou posledných dvoch, troch dekád.

### 3.9.9 LITERATÚRA

**Kwadijk, J. – De Bois, H. (ed.), 1987:** European workshop on interrelated bioclimatic and land-use changes. Noordwijkerhout, October 17-21, 1987, Final report.

**Boer, M.M. – De Groot, R.S., 1990:** European conference on landscape-ecological impact of climatic change. Proceedings of Coference in Luntern, 3 – 7 December 1989, IOS Press, Amsterdam-WashingtonTokio 1990.

**Jun-Xia, Zhang-Liping, 2005:** Climate change and water resources security in North China. In: Regional hydrological impacts of climatic change; impact assessment and decision making; Part 1. 7th scientific assembly of the IAHS; International symposium on Regional hydrological impacts of climatic change with an emphasis on less developed countries (S6). Foz do Iguaco, Brazil. April 3-9, 2005IAHS-AISH Publication. 295; Pages 167-173. 2005.

**Eckhardt-K; Ulbrich-U 2003:** Potential impacts of climate change on groundwater recharge and streamflow in a central European low mountain range. Journal of Hydrology. 284; 1-4, Pages 244-252. 2003.

**Sharma-U-C 2003:** Impact of population growth and climate change on the quantity and quality of water resources in the northeast of India. In: Water resources systems; hydrological risk, management and development; proceedings. XXIII general assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics, symposium HS02b. Sapporo, Japan. June 30-July 11, 2003. IAHS-AISH Publication. 281; Pages 349-357. 2003.

**Grote-Todd; Woltemade-Christopher 2002:** Bedrock and surficial geologic controls on baseflow chemistry in the Burd Run watershed, south-central Pennsylvania. Pennsylvania Geographer. 40; 2, Pages 101-112. 2002.

**Beuhler-M 2003:** Potential impacts of global warming on water resources in Southern California. In: Integrated water resources management; selected proceedings of the 3rd world water congress of the International Water Association. Water Science and Technology. 47; 7-8, Pages 165-168. 2003.

**Ma-Jinzhu; Edmunds-W-Mike; Chen-Fahu 2003:** Groundwater geochemistry evolution and unsaturated zone archives of climatic change in arid NW China. In: XVI INQUA congress; Shaping the Earth; a Quaternary perspective. Reno, NV, United States. July 23-30, 2003. Congress of the International Union for Quaternary Research. 16; Pages 177-178. 2003.

**Glassley-William-E; Nitao-John-J; Grant-Charles-W; Johnson-James-W; Steefel-Carl-I; Kercher-James-R 2003:** The impact of climate change on vadose zone pore waters and its implication for long-term monitoring. In: Reactive transport modeling in the geosciences. Computers and Geosciences. 29; 3, Pages 399-411. 2003.

**Glassley-William-E; Nitao-John-J; Grant-Charles-W 2002:** The impact of climate change on the chemical composition of deep vadose zone waters. Vadose Zone Journal. 1; 1, Pages 3-13. 2002.

**Yusoff-I; Hiscock-K-M; Conway-D 2002:** Simulation of the impacts of climate change on groundwater resources in eastern England. In: Sustainable groundwater development. Geological Society Special Publications. 193; Pages 325-344. 2002. Geological Society of London.

**Varanou-Ekaterini; Gkouvatsou-Eleni; Baltas-Evangelos; Mimikou-Maria 2002:** Quantity and quality integrated catchment modeling under climate change with use of soil and water assessment tool model. Journal of Hydrologic Engineering. 7; 3, Pages 228-244. 2002.

**Krysanova-V.; Hattermann-F.; Habeck-A. 2005:** Expected changes in water resources availability and water quality with respect to climate change in the Elbe River basin (Germany). Nordic-Hydrology. 2005; 36(4-5): 321-333

**Barthel-R.; Rojanschi-V.; Wolf-J.; Braun-J. 2005:** Large-scale water resources management within the framework of GLOWA-Danube. Part A: The groundwater model. Physics-and-Chemistry-of-the-Earth. 2005; 30(6-7 SPEC. ISS.): 372-382

**Danielopol-D.L.; Griebler-C.; Gunatilaka-A.; Notenboom-J. 2003:** Present state and future prospects for groundwater ecosystems. Environmental-Conservation. 2003; 30(2): 104-130

**Neff-R.; Chang-H.; Knight-C.G.; Najjar-R.G.; Yarnal-B.; Walker-H.A. 2000:** Impact of climate variation and change on Mid-Atlantic Region hydrology and water resources. Climate-Research. 2000 MAY 02; 14(3 SPECIAL 7): 207-218

**Taminskas-J.; Marcinkevicius-V. 2002:** Karst geoindicators of environmental change: The case of Lithuania. Environmental-Geology. 2002 OCT 01; 42(7): 757-766

## **VÝSTUP No. 4 A**

### **3.10 KVALITATÍVNA OCHRANA PODZEMNÝCH VOD (4.3.2.)**

#### **3.10.1 Odborný kontext**

Špecifikum kvalitatívnej ochrany vôd v porovnaní s kvantitatívnou ochranou spočíva v tom, že je teoreticky i prakticky oveľa náročnejšia ako ochrana kvantitatívna a vo svojej podstate predstavuje multidisciplinárnu záležitosť. Komplexný prístup k ochrane vodných zdrojov pred znečistením vyžaduje v súčasnosti riešiť problematiku za použitia poznatkov z oblasti geochemie, ekológie, pedológie, mikrobiológie, hydrobiológie, hygieny atď. syntetizovaných nezriedka za pomoci fyzikálno-chemického a matematického aparátu.

V dôsledku špecifičnosti mineralizačných procesov vôd vo vzťahu k mineralogicko-petrografickému charakteru horninového prostredia ich obehu odrážajú podzemné vody vo svojom chemickom zložení i geochemické osobitosti hornín. Tieto prirodzené podmienky tvorby podzemných vôd môžu byť výrazne ovplyvnené nevhodným zásahom človeka, pričom môže dochádzať k ich kvantitatívnej alebo kvalitatívnej degradácii. Preto objektívny a komplexný prístup k ochrane podzemných vôd si vyžaduje dôkladne poznať základné hydrogeologické a hydrogeochemické zákonitosti ich formovania.

V tejto súvislosti treba upozorniť hlavne na dva spôsoby ochrany podzemných vôd:

- a) ochranu preventívnu,
- b) ochranu aktuálnu (bezprostrednú).

Preventívna ochrana vodných zdrojov je prvoradá a vo svojich dôsledkoch podmieňuje funkčnú i ekonomickú úspešnosť vodného hospodárstva štátu. Účelom preventívnej ochrany je teda urobiť také opatrenia, aby sa zachovali prirodzené podmienky tvorby podzemných vôd alebo aby neboli narušené do takej miery, že by sa to negatívne prejavilo na ich kvalite. Takýto prístup si okrem iného vyžaduje i teoretický a experimentálny výskum interakcii v systéme zrážková voda - vegetácia - pôda - hornina - podzemná voda, resp. v jeho parciálnych podsystémoch. Jednou z hydrogeochemických metód, ktorá umožňuje

posúdenie celkového stavu životného prostredia, je štúdium geochemických hmotových bilancii v modelových povodiach.

Základným právnym predpisom, ktorý rieši ochranu podzemných vôd na území Slovenskej republiky je „vodný zákon“ (Zákon č. 364/2004 Z.z. z 13. mája 2004 o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov). V tomto zákone je implementovaná aj Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000, ktorou sa ustanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia Spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva (Rámcová smernica pre vodu – RSV).

Následne k RSV bol v Európskej únii prijatý legislatívny akt, ktorý v podrobnostiach rieši problematiku ochrany podzemných vôd: Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2006/118/ES z 12. decembra 2006 o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality (tzv. „dcérska smernica“ k RSV).

K základnej hydrogeologickej problematike ochrany podzemných vôd patri stanovovanie ochranných pásiem (OP) zdrojov podzemných vôd, predovšetkým v prípadoch, keď ide o vodné zdroje určené na hromadné zásobovanie pitnou a úžitkovou vodou. Pri stanovovaní OP dochádza k najostrejším stretom záujmov hydrogeológov, resp. vodohospodárov hlavne s poľnohospodárskymi a lesníckymi záujmami, menej s priemyselnými. Základným legislatívnym aktom, ktorý rieši túto problematiku na území Slovenskej republiky je Vyhláška č. 29/2005 Z.z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 25. januára 2005, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o určovaní ochranných pásiem vodárenských zdrojov, o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v ochranných pásmach vodárenských zdrojoch.

Existujúce predpisy a právne úpravy však nemôžu v plnom rozsahu postihnúť špecifické problémy ochrany vôd v jednotlivých hydrogeologických regiónoch. Takáto „univerzálnosť“ je vylúčená v dôsledku komplikovanosti geologicko-tektonických pomerov nášho územia, rozdielnym charakterom vodohospodárskej významnosti jednotlivých hydrogeologických celkov, ako i rozmiestnením a celkovým množstvom potenciálnych zdrojov znečisťovania podzemných vôd.

Aktuálna ochrana podzemných vôd je vyvolaná potrebou ochrany v prípadoch, keď už k znečisteniu vôd došlo, či už v dôsledku plošnej alebo bodovej kontaminácie. Úlohou



hydrogeológie v takomto prípade je zistiť plošný a hĺbkový rozsah kontaminácie vrátane látkovej charakteristiky kontaminantov, a navrhnúť opatrenia na zamedzenie šírenia (pasívna ochrana), resp. likvidáciu znečistenia (aktívna ochrana). Z toho vyplýva aj potreba zistiť, resp. prehodnotiť hydrofyzikálne vlastnosti hornín - kolektorov a izolátorov s cieľom určiť smer a rýchlosť prúdenia pozemných vôd, t.j. vypracovať prognózu vývoja znečistenia. Uvedená činnosť zväčša vyžaduje vykonať náročné technické i prieskumné práce, vrátane hydrogeologických a hydrochemických pozorovaní, čo sa nepriaznivo prejavuje v ekonomickom dopade ochrannej akcie. Je prirodzené, že takéto akcie sú ťažšie uskutočniteľné v oblastiach puklinových a hlavne puklinovo-krasových a krasových vôd v porovnaní s medzizrnovým prostredím.

### Súčasný legislatívny kontext

V súčasnosti je zrejmé, že MŽP SR akceptuje pri ochrane podzemných vôd prístup, založený na legislatívnych požiadavkách uvedených v smernici 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady ustanovujúcej rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky (Rámcová smernica o vode), a „dcérskej smernice“, týkajúcej sa podzemných vôd (Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2006/118/ES).

### Ochrana podzemných vôd v zmysle Rámcovej smernice o vode (RSV)

Jednou z hlavných požiadaviek RSV je dosiahnuť „dobrý“ chemický stav podzemných vôd do roku 2015.

Z legislatívneho hľadiska je ochrana podzemných vôd pokrytá viacerými významnými dokumentami:

RSV ustanovuje rámec pre ochranu všetkých vôd a na vode závislých ekosystémov. RSV však definuje aj ciele, úlohy, termíny vzťahujúce sa k ochrane podzemných vôd.

Podľa čl. 1 RSV jej cieľom je:

- zabrániť ďalšiemu zhoršovaniu stavu vôd, chrániť a zlepšiť stav vodných ekosystémov, suchozemských ekosystémov a mokradí priamo závislých od vodných ekosystémov
- podporiť trvalo udržateľné využívanie vody založené na dlhodobej ochrane využiteľných vodných zdrojov

- znižovať vypúšťanie a úniky prioritných látok a postupné ukončenie vypúšťania a únikov prioritných nebezpečných látok
- zabezpečiť postupné znižovanie znečistenia podzemnej vody a zabrániť ich ďalšiemu znečisťovaniu
- prispieť k zmierneniu účinkov povodní a sucha.

RSV zavádza nové prístupy k hodnoteniu stavu vôd. Stav povrchových vôd sa bude hodnotiť podľa ekologického a chemického stavu, stav podzemných vôd podľa kvantitatívneho stavu a chemického stavu.

Hlavným nástrojom na dosiahnutie cieľov RSV sú plány manažmentu povodí. Pre ich vypracovanie a zavedenie do praxe sú v smernici stanovené nasledovné úlohy a termíny ich zabezpečenia:

#### **December 2004**

Vypracovať charakteristiky povodí, vyhodnotiť tlaky a dopady na stav vôd, vrátane ekonomických analýz, zostaviť register chránených území.

#### **December 2006**

Zaviest' do praxe monitorovacie programy navrhnuté podľa požiadaviek RSV (základný, prevádzkový, inšpekčný monitoring povrchových, základný a prevádzkový podzemných vôd, monitoring chránených území a monitoring bodových zdrojov znečistenia).

#### **December 2008**

Vypracovať plány manažmentu povodí obsahujúce program opatrení na dosiahnutie dobrého stavu vôd a predložiť ich na verejnú diskusiu.

#### **December 2009**

Schváliť plány manažmentu povodí a vydať ich vyhláškami Krajských úradov ako právne záväzné dokumenty.

#### **December 2012**

Zabezpečiť realizáciu opatrení podľa plánov manažmentu povodí.

## December 2015

Preukázať dosiahnutie dobrého stavu vôd.

V súlade s treťou zarážkou článku 22 ods. 2 smernice 2000/60/ES sa smernica Rady 80/68/EHS zo 17. decembra 1979 o ochrane podzemnej vody pred znečistením niektorými nebezpečnými látkami zrušuje s platnosťou od 22. decembra 2013.

### 3.10.2 Požiadavky RSV na ochranu podzemných vôd

Čl. 4 RSV ustanovuje pre podzemné vody nasledovné environmentálne ciele, z ktorých je potrebné vychádzať pri návrhu programu opatrení:

- zaviesť potrebné opatrenia na zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemnej vody a zabrániť zhoršeniu stavu všetkých útvarov podzemnej vody
- chrániť, zlepšovať a obnovovať všetky útvary podzemnej vody, zabezpečiť rovnováhu medzi odberom a dopĺňaním podzemnej vody za účelom dosiahnutia dobrého stavu podzemných vôd najneskôr do roku 2015 (okrem opodstatnených výnimiek)
- uskutočniť potrebné opatrenia na zvrátenie akéhokoľvek významného a trvalo vzostupného trendu koncentrácie akejkoľvek znečisťujúcej látky, ktorý je spôsobený ľudskou činnosťou, za účelom postupného zníženia znečistenia podzemnej vody.

Čl. 4 pripúšťa výnimky pre dosiahnutie environmentálnych cieľov, ktorými sú:

- predĺženie termínu dosiahnutia dobrého stavu podzemných vôd z dôvodov technickej vykonateľnosti, ktorá presahuje časový harmonogram, neprimeraných nákladov v rámci časového harmonogramu a prírodných podmienok. Výnimky musia byť náležité zdôvodnené v plánoch manažmentu povodí. Predĺženie termínu pre dosiahnutie dobrého stavu vôd je možné maximálne o 2 plánovacie obdobia, tj. do roku 2027.
- Stanovenie menej prísnych environmentálnych cieľov pre tie útvary, ktorých prirodzený stav je taký, že dosiahnutie týchto cieľov by bolo neuskutočniteľné alebo neprimerane nákladné. Použitie tejto výnimky je podmienené splnením určitých podmienok stanovených v RSV a uvedením dôvodov v pláne manažmentu povodí.

Je zrejmé, že táto metodická kapitola ma spoločné styčné body s problematikou uvedenou v častiach 4.2.4 (metodika hodnotenia kvality podzemných vôd) a 4.2.5 (problematika bodových a difúzných zdrojov znečisťovania podzemných vôd).

Prijatím Rámcovej smernice pre vodu a jej implementáciou sa v podstate vytvorila úplne nová situácia - nové rámcové podmienky pre kvalitatívnu ochranu podzemných vôd v Slovenskej republike. V súlade s článkom 7 ods. 2 a článkom 7 ods. 3 smernice Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000, ktorou sa ustanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia Spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva, sa pre vody využívané na odber pitnej vody ustanovujú nasledujúce požiadavky:

1. Členské štáty určia v každej oblasti povodí:
  - všetky vodné útvary využívané na odber vody určenej na ľudskú spotrebu, ktoré majú priemernú výdatnosť viac ako 10 m<sup>3</sup> za deň alebo slúžia viac ako 50 osobám,
  - vodné útvary plánované pre perspektívne využitie na tento účel.

Členské štáty budú v súlade s prílohou V monitorovať tie vodné útvary, ktoré majú podľa prílohy V priemernú výdatnosť viac ako 100 m<sup>3</sup> za deň.

2. Okrem splnenia cieľov ustanovených článkom 4 v súlade s požiadavkami tejto smernice pre povrchové vody a kvalitatívnych požiadaviek ustanovených na úrovni spoločenstva článkom 16, členské štáty zabezpečia pre každý vodný útvar identifikovaný podľa odseku 1, aby použitý systém úpravy vody v súlade s právnymi predpismi spoločenstva zabezpečoval výstupnú kvalitu upravenej vody, ktorá bude aj v súlade s požiadavkami smernice 80/778/EHS v znení smernice 98/83/ES.

3. Členské štáty zabezpečia nevyhnutnú ochranu identifikovaných vodných útvarov, s cieľom vylúčiť zhoršenie ich kvality, čím sa zníži miera potrebnej úpravy pri výrobe pitnej vody. Členské štáty môžu zriadiť ochranné pásma týchto vodných útvarov.

### 3.10.3 Dcérska smernica

Aktuálne je však najpodstatnejšie znenie Smernice EP a R č. 2006/118/ES o ochrane podzemných vôd pred znečistením a zhoršením kvality (dcérska smernica), ktorá sa bude v najbližšom období implementovať do právneho systému Slovenskej republiky.

Dcérska smernica úvodných ustanoveniach hovorí (číslo ustanovenia v zátvorke):

(1) Podzemné vody vo vodných útvaroch používaných na odber pitnej vody alebo v prípade ktorých sa uvažuje o takomto použití v budúcnosti sa musia chrániť takým spôsobom, aby sa predišlo zhoršeniu kvality takýchto vodných útvarov s cieľom znížiť úroveň úprav požadovaných na výrobu pitnej vody v súlade s článkom 7 ods. 2 a článkom 7 ods. 3 smernice Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000, ktorou sa ustanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia Spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva

(2) Rozhodnutie Európskeho parlamentu a Rady č. 1600/2002/ES z 22. júla 2002, ktorým sa ustanovuje šiesty environmentálny akčný program Spoločenstva [5] obsahuje cieľ dosiahnuť také úrovne kvality vôd, ktoré nespôsobujú negatívne dopady a riziko pre ľudské zdravie a životné prostredie.

(3) S cieľom chrániť životné prostredie ako celok a najmä ľudské zdravie je nutné vyhýbať sa, zamedzovať výskyt a znižovať nepriaznivé obsahy škodlivých znečisťujúcich látok v podzemných vodách.

(4) Smernica 2000/60/ES ustanovuje všeobecné ustanovenia pre ochranu a zachovanie podzemných vôd. Podľa ustanovení článku 17 uvedenej smernice by sa mali prijať opatrenia na prevenciu a reguláciu znečisťovania podzemných vôd, vrátane kritérií pre hodnotenie dobrého chemického stavu podzemných vôd a kritérií pre identifikáciu významných a trvalo vzostupných trendov a pre definovanie počiatočných bodov zvrátenia trendov.

(5) So zreteľom na potrebu dosiahnuť jednotné úrovne ochrany podzemných vôd je potrebné určiť normy kvality a prahové hodnoty a vyvinúť metodiky založené na spoločnom prístupe s cieľom poskytnúť kritéria pre hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd.

(6) Normy kvality pre dusičnany, prípravky na ochranu rastlín a biocídy by sa mali určiť ako kritéria Spoločenstva pre hodnotenie chemického stavu útvarov podzemných vôd a mal by sa zabezpečiť súlad so smernicou Rady 91/676/EHS z 12. decembra 1991 o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov [6], so smernicou Rady 91/414/EHS z 15. júla 1991 o uvádzaní prípravkov na ochranu rastlín na trh a so smernicou Európskeho parlamentu a Rady 98/8/ES zo 16. februára 1998 o uvádzaní biocídnych výrobkov na trh.

(7) Ochrana podzemných vôd môže v niektorých oblastiach vyžadovať zmenu farmárskych alebo lesníckych postupov, ktorá by mohla spôsobiť stratu príjmov. Spoločná poľnohospodárska politika zabezpečuje prostriedky na vykonávanie opatrení, aby sa dosiahol súlad s normami Spoločenstva, najmä prostredníctvom nariadenia Rady (ES) č. 1698/2005 z 20. septembra 2005 o podpore rozvoja vidieka prostredníctvom Európskeho poľnohospodárskeho fondu pre rozvoj vidieka (EPFRV). V prípade ochrany podzemných vôd budú za výber svojich priorít a projektov zodpovedné členské štáty.

(8) Ustanovenia o chemickom stave podzemných vôd sa neuplatňujú na prirodzene sa vyskytujúce vysoké úrovne látok, iónov alebo ich indikátorov, ktoré obsahujú útvary podzemných vôd alebo súvisiace útvary povrchových vôd z dôvodu špecifických hydrogeologických podmienok, ktoré nepatria pod definíciu znečistenia. Rovnako sa neuplatňujú na dočasné priestorovo obmedzené zmeny smeru prúdenia a chemického zloženia, ktoré sa nepovažujú za prieniky zvonku.

(9) Kritéria pre identifikáciu akýchkoľvek významných a trvalo vzostupných trendov obsahov znečisťujúcich látok a pre definovanie počiatočných bodov zvrátenia trendov by sa mali určiť, so zreteľom na pravdepodobnosť nepriaznivých vplyvov na súvisiace vodné ekosystémy alebo závislé suchozemské ekosystémy.

(10) Členské štáty by mali, ak je to možné, používať štatistické postupy, ak sú v súlade s medzinárodnými normami a prispievať k porovnateľnosti výsledkov monitorovania medzi členskými štátmi v dlhodobom horizonte.

(11) V súlade s treťou zarážkou článku 22 ods. 2 smernice 2000/60/ES sa smernica Rady 80/68/EHS zo 17. decembra 1979 o ochrane podzemnej vody pred znečistením niektorými nebezpečnými látkami zrušuje s platnosťou od 22. decembra 2013. Je potrebné zabezpečiť kontinuitu ochrany, ktorú poskytovala smernica 80/68/EHS so zreteľom na opatrenia, ktorých cieľom je zabrániť priamym aj nepriamym vstupom znečisťujúcich látok do podzemných vôd alebo ich obmedziť.

(12) Je potrebné rozlišovať medzi nebezpečnými látkami, ktorých vstupom by sa malo zabrániť a inými znečisťujúcimi látkami, ktorých vstupy by sa mali obmedziť. Príloha VIII k smernici 2000/60/ES, ktorá vymenováva hlavné znečisťujúce látky významné pre vodné prostredie, by sa mala použiť na určenie nebezpečných látok a látok, ktoré nie sú nebezpečné, ale predstavujú skutočné či potenciálne riziko znečistenia.

(13) Opatrenia na prevenciu alebo obmedzenie vstupov znečisťujúcich látok do útvarov podzemných vôd používaných na odber pitnej vody určenej pre ľudskú spotrebu alebo v prípade ktorých sa uvažuje o takomto použití v budúcnosti, ako sa uvádza v článku 7 ods. 1 smernice 2000/60/ES, by mali v súlade s článkom 7 ods. 2 uvedenej smernice zahŕňať také opatrenia, aké sú potrebné na zabezpečenie toho, aby v rámci uplatňovaného režimu úpravy vody a v súlade s právnymi predpismi Spoločenstva, výsledná voda spĺňala požiadavky smernice Rady 98/83/ES z 3. novembra 1998 o kvalite vody určenej pre ľudskú spotrebu. Tieto opatrenia môžu zahŕňať v súlade s článkom 7 ods. 3 smernice 2000/60/ES zo strany členských štátov aj zriadenie ochranných pásiem takej rozlohy akú príslušné vnútroštátne orgány považujú za potrebnú na ochranu zásob pitnej vody. Takéto ochranné pásma môžu zahŕňať celé územie členského štátu.

(14) S cieľom zabezpečiť jednotnú ochranu podzemných vôd členské štáty, na územie ktorých zasahuje spoločný útvar podzemných vôd, by mali koordinovať svoju činnosť v oblasti monitorovania, stanovovania prahových hodnôt a identifikácie významných nebezpečných látok.

(15) Spoľahlivé a porovnateľné metódy monitorovania podzemných vôd sú dôležitým nástrojom na posúdenie kvality podzemných vôd a tiež pre výber najvhodnejších opatrení. Článok 8 ods. 3 a článok 20 smernice 2000/60/ES ustanovujú prijatie štandardizovaných metód analýzy a monitorovania stavu vody a v prípade potreby prijatie usmernení pre vykonávanie vrátane monitorovania

(16) Za určitých podmienok by členské štáty mali byť oprávnené udeliť výnimku z opatrení na zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemných vôd. Akékoľvek výnimky by sa mali zakladať na transparentných kritériách a mali by byť podrobne uvedené v plánoch manažmentu povodia.

(17) Mal by sa analyzovať vplyv rôznych prahových hodnôt podzemných vôd, ktoré určia členské štáty, na úroveň ochrany životného prostredia a na fungovanie vnútorného trhu.

(18) Mal by sa uskutočniť výskum s cieľom poskytnúť lepšie kritériá na zabezpečenie kvality a ochrany ekosystému podzemných vôd. Pri vykonávaní alebo revízii tejto smernice by sa v prípade potreby mali vziať do úvahy výsledky tohto výskumu. Takýto výskum, ako aj rozširovanie vedomostí, skúseností a výsledkov výskumu je potrebné podporovať a financovať.

(19) Je potrebné určiť prechodné opatrenia uplatňované v období medzi dátumom vykonávania tejto smernice a dátumom, od ktorého sa zrušuje smernica 80/68/EHS.

(20) Smernica 2000/60/ES ustanovuje požiadavky kontrol vrátane požiadavky na predchádzajúce povolenie na umelé dopĺňanie alebo nadlepšovanie útvarov podzemnej vody, ak využívanie zdroja neohrozí dosiahnutie environmentálnych cieľov stanovených pre tento zdroj alebo pre dopĺňovaný alebo nadlepšovaný útvar podzemnej vody.

(21) Smernica 2000/60/ES obsahuje v článku 11 ods. 2 a v prílohe VI časti B o programe opatrení neúplný zoznam doplnkových opatrení, ktoré sa členské štáty môžu rozhodnúť prijať ako súčasť programu opatrení, a to okrem iného:

- legislatívne nástroje,
- administratívne nástroje a
- uzavreté dohody o ochrane životného prostredia.

### **3.10.3.1 Článok 1**

1. Dcérska smernica teda stanovuje (Článok 1) osobitné opatrenia, ako je ustanovené v článku 17 ods. 1 a 2 smernice 2000/60/ES, na účely prevencie a regulácie znečisťovania podzemných vôd. Medzi tieto opatrenia patria najmä:

- a) kritériá pre hodnotenie dobrého chemického stavu podzemných vôd a



b) kritériá pre identifikáciu a zvrátenie významných a trvalo vzostupných trendov a pre vymedzenie počiatočných bodov zvrátenia trendov.

2. Táto smernica tiež dopĺňa ustanovenia na zabránenie alebo obmedzenie vstupov znečisťujúcich látok do podzemných vôd už obsiahnuté v smernici 2000/60/ES a má za cieľ zabrániť zhoršeniu stavu všetkých útvarov podzemných vôd.

### 3.10.3.2 Článok 3

V článku 3 dcérskej smernice sú stanovené kritéria pre hodnotenie chemického stavu podzemných vôd:

1. Na účely hodnotenia chemického stavu útvaru alebo skupiny útvarov podzemných vôd podľa oddielu 2.3 prílohy V k smernici 2000/60/ES členské štáty používajú tieto kritéria:

a) normy kvality podzemných vôd ako sú uvedené v prílohe I;

b) prahové hodnoty, ktoré určia členské štáty v súlade s postupom uvedeným v prílohe II časti A pre znečisťujúce látky, skupiny znečisťujúcich látok a ukazovatele znečistenia, ktoré boli na území členského štátu identifikované ako faktor, ktorý prispieva k charakterizácii útvarov alebo skupín útvarov podzemných vôd ako rizikových, berúc do úvahy minimálne zoznamy uvedené v prílohe II časti B.

Prahové hodnoty podzemných vôd uplatniteľné na dobrý chemický stav sú založené na ochrane útvarov podzemných vôd v súlade s prílohou II časťou A bodmi 1, 2 a 3, pričom sa berie do úvahy najmä ich vplyv na súvisiace povrchové vody a od nich priamo závislé suchozemské ekosystémy a mokrade a vzájomné vzťahy s nimi, a okrem iného zohľadňujú toxikologické a ekotoxikologické poznatky.

2. Prahové hodnoty sa môžu určiť na celoštátnej úrovni, na úrovni oblasti povodia alebo časti medzinárodnej oblasti povodia, ktoré je súčasťou územia členského štátu alebo na úrovni útvaru alebo skupiny útvarov podzemných vôd.

3. Členské štáty zabezpečia, aby pre útvary podzemných vôd, ktoré sú spoločné pre dva alebo viaceré členské štáty a pre útvary podzemných vôd, ktorých podzemné vody tečú cez

hranicu členského štátu, bolo stanovenie prahových hodnôt podmienené koordináciou medzi príslušnými členskými štátmi v súlade s článkom 3 ods. 4 smernice 2000/60/ES.

4. Ak útvar podzemných vôd alebo skupina útvarov podzemných vôd presahuje územie Spoločenstva, príslušné členské štáty sa snažia stanoviť prahové hodnoty v koordinácii s príslušnými nečlenskými štátmi v súlade s článkom 3 ods. 5 smernice 2000/60/ES.

5. Členské štáty stanovujú prahové hodnoty podľa odseku 1 písm. b) prvýkrát najneskôr do 22. decembra 2008.

Všetky stanovené prahové hodnoty sa zverejnia v plánoch manažmentu povodia, ktorý sa predkladá v súlade s článkom 13 smernice 2000/60/ES a obsahuje zhrnutie informácií uvedených v prílohe II časti C k tejto smernici.

6. Členské štáty zmenia a doplnia zoznam prahových hodnôt, kedykoľvek ak nová informácia o znečisťujúcich látkach, skupinách znečisťujúcich látok alebo ukazovateľoch znečistenia naznačí, že by sa mala stanoviť prahová hodnota pre ďalšiu látku alebo, že by sa existujúca prahová hodnota mala zmeniť a doplniť alebo, že by sa do zoznamu mala opätovne uviesť už odstránená prahová hodnota, aby sa chránilo ľudské zdravie a životné prostredie.

Prahové hodnoty možno zo zoznamu vyškrtnúť, ak dotknutý útvar podzemných vôd už neohrozuje zodpovedajúce znečisťujúce látky, skupiny znečisťujúcich látok alebo indikátory znečistenia.

Všetky takéto zmeny zoznamu prahových hodnôt sa oznámia v rámci pravidelného prehodnotenia plánov manažmentu povodia

7. Komisia uverejní správu najneskôr do 22. decembra 2009 na základe informácií, ktoré poskytnú členské štáty v súlade s odsekom 5.

### 3.10.3.3 Článok 4

V článku 4 dcérskej smernice je uvedený postup hodnotenia chemického stavu podzemných vôd:

1. Členské štáty použijú postup uvedený v odseku 2 na hodnotenie chemického stavu útvaru podzemných vôd. Pri vykonávaní tohto postupu môžu členské štáty, ak je to vhodné, spojiť do jednej skupiny niekoľko útvarov podzemných vôd v súlade s prílohou V k smernici 2000/60/ES.

2. Chemický stav útvaru podzemných vôd alebo skupiny útvarov podzemných vôd sa považuje za dobrý, ak:

a) príslušné monitorovanie ukazuje, že sa splnili podmienky stanovené v prílohe V tabuľke 2.3.2 smernice 2000/60/ES, alebo

b) nie sú prekročené hodnoty noriem kvality podzemných vôd vymenované v prílohe I a príslušné prahové hodnoty ustanovené v súlade s článkom 3 a prílohou II v žiadnom z monitorovacích bodov v dotknutom útvare alebo skupine útvarov podzemných vôd, alebo

c) hodnota normy kvality podzemných vôd alebo prahová hodnota je prekročená v jednom alebo vo viacerých monitorovacích bodoch, ale príslušné preskúmanie v súlade s prílohou III potvrdí, že:

(i) na základe hodnotenia uvedeného v prílohe III odseku 3 sa obsahy znečisťujúcich látok, ktoré prekračujú normy kvality podzemných vôd alebo prahové hodnoty, nepovažujú za obsahy predstavujúce významné riziko pre životné prostredie, pričom sa primerane zohľadní rozsah dotknutej časti útvaru podzemných vôd;

(ii) v súlade prílohou III odsekom 4 tejto smernice sú splnené ostatné podmienky pre dobrý chemický stav podzemných vôd ustanovené v prílohe V tabuľke 2.3.2 smernice 2000/60/ES;

(iii) v súlade s prílohou III odsekom 4 tejto smernice sú pre útvary podzemných vôd určených v súlade s článkom 7 ods. 1 smernice 2000/60/ES splnené požiadavky vyplývajúce z článku 7 ods. 3 uvedenej smernice;

(iv) znečistenie výrazne neznížilo využiteľnosť útvaru podzemných vôd alebo ktoréhokoľvek útvaru v skupine útvarov podzemných vôd pre ľudskú spotrebu.

3. Výber monitorovacích miest podzemných vôd musí spĺňať požiadavky prílohy V oddielu 2.4. smernice 2000/60/ES s cieľom určiť ich tak, aby poskytovali súvislý a komplexný prehľad chemického stavu podzemnej vody a reprezentatívne údaje z monitorovania.

4. Členské štáty zverejnia súhrn hodnotenia chemického stavu podzemných vôd v plánoch manažmentu povodia v súlade s článkom 13 smernice 2000/60/ES.

Tento súhrn, spracovaný na úrovni oblasti povodia alebo časti medzinárodnej oblasti povodia, ktoré leží na území členského štátu, tiež obsahuje vysvetlenie, akým spôsobom sa pri konečnom hodnotení zohľadnili prekročenia noriem kvality podzemných vôd alebo prahových hodnôt v jednotlivých monitorovacích bodoch.

5. Ak sa útvar podzemných vôd označí za útvar v dobrom chemickom stave v súlade s odsekom 2 písm. c), členské štáty prijímú, v súlade s článkom 11 smernice 2000/60/ES, také opatrenia, ktoré môžu byť nevyhnutné na ochranu vodných ekosystémov, suchozemských ekosystémov a ľudskej spotreby podzemných vôd závislých na časti útvaru podzemných vôd, ktorý predstavuje monitorovací bod alebo monitorovacie body, v ktorých bola prekročená hodnota normy kvality podzemných vôd alebo prahová hodnota.

#### **3.10.3.4 Článok 5**

V článku 5 sa definuje identifikácia významných a trvalo vzostupných trendov a definovanie počiatočných bodov zvrátenia trendov:

1. Členské štáty identifikujú akýkoľvek významný a trvalo vzostupný trend obsahu znečisťujúcich látok, skupín znečisťujúcich látok alebo indikátorov znečistenia zistených v útvaroch podzemných vodách alebo skupinách útvarov podzemných vôd, ktoré sa identifikovali ako rizikové, a definujú počiatočný bod zvrátenia tohto trendu v súlade s prílohou IV.

2. Členské štáty v súlade s prílohou IV časťou B zvrátia trendy, ktoré predstavujú významné riziko poškodenia kvality vodných alebo suchozemských ekosystémov, ľudského zdravia alebo skutočného alebo potencionálneho zákonného využitia vodného prostredia,

prostredníctvom programu opatrení uvedených v článku 11 smernice 2000/60/ES s cieľom postupne znižovať znečistenie a zabrániť zhoršeniu kvality podzemných vôd.

3. Členské štáty definujú počiatočný bod zvrátenia trendu ako percentuálny podiel úrovne noriem kvality podzemných vôd vymedzených v prílohe I a prahových hodnôt ustanovených podľa článku 3 na základe identifikovaného trendu a s ním spojeného rizika pre životné prostredie v súlade s prílohou IV časťou B bodom 1.

4. V plánoch manažmentu povodia, ktoré sa majú predložiť v súlade s článkom 13 smernice 2000/60/ES, členské štáty zhrnú:

a) spôsob, akým hodnotenie trendu z jednotlivých monitorovacích bodov v rámci útvaru alebo skupiny útvarov podzemných vôd prispelo k zisteniu, v súlade s prílohou V oddielom 2.5 uvedenej smernice, že tieto útvary podliehajú významnému a trvalo vzostupnému trendu obsahu akejkoľvek znečisťujúcej látky alebo došlo k zvráteniu tohto trendu a

b) dôvody na určenie počiatočných bodov vymedzených podľa odseku 3.

5. Ak je potrebné zhodnotiť vplyv existujúcich kontaminačných mrakov útvaroch podzemných vôd, ktoré môžu ohrozovať dosiahnutie cieľov uvedených v článku 4 smernice 2000/60/ES, najmä mrakov, ktoré sú spôsobené bodovými zdrojmi a kontaminovanou zeminou, členské štáty vykonajú dodatočné hodnotenia trendov vzhľadom na identifikované znečisťujúce látky s cieľom overiť, či sa mraky z kontaminovaných miest nešíria, nezhoršujú chemický stav útvaru alebo skupiny útvarov podzemných vôd a či nepredstavujú riziko pre ľudské zdravie a životné prostredie. Výsledky týchto hodnotení sa zhrnú v plánoch manažmentu povodia, ktoré sa predložia v súlade s článkom 13 smernice 2000/60/ES.

### **3.10.3.5 Článok 6**

V článku 6 sú uvedené požiadavky na opatrenia na zabránenie alebo obmedzenie vstupu znečisťujúcich látok do podzemných vôd:

1. Na dosiahnutie cieľa ustanoveného v článku 4 ods. 1 písm. b) bod (i) smernice 2000/60/ES zabrániť vstupom znečisťujúcich látok do podzemných vôd alebo takýto vstup

obmedziť, členské štáty zabezpečia, aby program opatrení ustanovený v súlade s článkom 11 uvedenej smernice obsahoval:

a) všetky potrebné opatrenia na zabránenie vstupom akýchkoľvek nebezpečných látok do podzemných vôd, bez toho, aby boli dotknuté odseky 2 a 3. Pri identifikácii takýchto látok berú členské štáty do úvahy najmä nebezpečné látky, ktoré patria medzi druhy alebo skupiny znečisťujúcich látok uvedené v prílohe VIII bodoch 1 až 6 smernice 2000/60/ES, ako aj látky, ktoré patria medzi druhy alebo skupiny znečisťujúcich látok uvedené v uvedenej prílohe v bodoch 7 až 9, ak sa považujú za nebezpečné;

b) pre znečisťujúce látky uvedené v prílohe VIII k smernici 2000/60/ES, ktoré sa nepovažujú za nebezpečné a akékoľvek iné znečisťujúce látky, ktoré nie sú nebezpečné, neuvedené v tejto prílohe, ktoré podľa členských štátov predstavujú existujúce alebo možné riziko znečistenia, všetky opatrenia potrebné na obmedzenie ich vstupu do podzemných vôd, aby sa zabezpečilo, že takéto vstupy nespôsobia zhoršenie alebo významný a trvalo vzostupný trend obsahu znečisťujúcich látok v podzemných vodách. Takéto opatrenia zohľadnia aspoň najlepšie osvedčené postupy, vrátane najlepších environmentálnych postupov a najlepších dostupných techník, ktoré sú uvedené v príslušných právnych predpisoch Spoločenstva.

Na účely stanovenia opatrení uvedených v písmenách a) alebo b) členské štáty môžu ako prvý krok určiť okolnosti, pri ktorých sa znečisťujúce látky uvedené v prílohe VIII k smernici 2000/60/ES, a najmä základné kovy a ich zlúčeniny uvedené v bode 7 uvedenej prílohy, považujú za nebezpečné alebo nie nebezpečné.

2. Ak je to technicky možné, vezmú sa do úvahy vstupy znečisťujúcich látok z difúzných zdrojov znečistenia, ktoré majú vplyv na chemický stav podzemných vôd.

3. Bez toho, aby boli dotknuté akékoľvek prísnejšie požiadavky iných právnych predpisov Spoločenstva, členské štáty môžu z opatrení vyžadovaných podľa odseku 1 vyňať aj vstupy znečisťujúcich látok, ktoré:

a) sú výsledkom priameho vypúšťania povoleného v súlade s článkom 11 ods. 3 písm. j) smernice 2000/60/ES;

- b) príslušné orgány považujú za tak malé z hľadiska množstva a obsahu, že nepredstavujú akékoľvek súčasné alebo budúce nebezpečenstvo zhoršenia kvality ovplyvnených podzemných vôd;
- c) sú následkami havárií alebo výnimočných okolností prírodného pôvodu, ktoré sa odôvodnene nedali predvídať, ktorým sa nedalo vyhnúť alebo ktoré sa nedali zmierniť;
- d) sú výsledkom umelého dopĺňania alebo nadlepšovania útvarov podzemných vôd povoleného v súlade s článkom 11 ods. 3 písm. f) smernice 2000/60/ES;
- e) príslušné orgány v členských štátoch považujú za také, že sa im z technického hľadiska nedá zabrániť alebo že sa nedajú obmedziť bez použitia:
- (i) opatrení, ktoré by zvýšili riziká pre ľudské zdravie alebo kvalitu životného prostredia ako celku, alebo
  - (ii) neprimerane nákladných opatrení na odstránenie množstiev znečisťujúcich látok z kontaminovanej pôdy alebo podložia alebo iných spôsobov kontroly ich priesaku do pôdy alebo podložia, alebo
- f) sú výsledkom zásahov do povrchových vôd s cieľom, okrem iného, zmierniť účinky povodní a sucha a na účely vodného hospodárstva a správy vodných ciest aj na medzinárodnej úrovni. Takéto činnosti, vrátane vysekávania, bagrovania, premiestnenia a uloženia nánosov v povrchových vodách, sa vykonávajú v súlade so všeobecne záväznými právnymi predpismi, a prípadne s povoleniami a oprávneniami vydanými na základe takýchto predpisov, ktoré vytvorili členské štáty na tento účel, ak takéto vstupy nebudú ústupkom vzhľadom na environmentálne ciele ustanovené pre príslušné vodné útvary v súlade s článkom 4 ods. 1 písm. b) smernice 2000/60/ES.

Výnimky ustanovené v písmenách a) až f) sa môžu udeliť len vtedy, ak príslušné orgány členských štátov usúdia, že sa vykonáva účinné monitorovanie príslušných útvarov podzemných vôd v súlade s prílohou V bodom 2.4.2 smernice 2000/60/ES alebo iné vhodné monitorovanie.

4. Príslušné orgány členských štátov vedú zoznam výnimiek uvedených v odseku 3, aby ich na požiadanie oznámili Komisii.

### **3.10.3.6 Článok 7**

V článku 7 sa ako prechodné ustanovenie ustanovuje: V období od 16. januára 2009 do 22. decembra 2013 každý nový povoloňovací postup podľa článkov 4 a 5 smernice 80/68/EHS zohľadní požiadavky stanovené v článkoch 3, 4 a 5 tejto smernice.

### **3.10.3.7 Článok 11**

V článku 11 (hodnotenie) sa uvádza, že správa Komisie ustanovená v článku 18 ods. 1 smernice 2000/60/ES obsahuje, pokiaľ ide o podzemné vody, hodnotenie pôsobenia tejto smernice vo vzťahu k ostatným relevantným právnym predpisom týkajúcim sa životného prostredia vrátane hodnotenia súladu s nimi.

### **3.10.3.8 Článok 12**

V článku 12 (vykonávanie) sa stanovuje, že členské štáty uvedú do účinnosti zákony, iné právne predpisy a správne opatrenia potrebné na dosiahnutie súladu s touto smernicou najneskôr do 16. januára 2009.

Pre ochranu podzemných vôd sú významné všetky prílohy dcérskej smernice:



## 3.11 PRÍLOHA

### 3.11.1 PRÍLOHA I NORMY KVALITY PODZEMNÝCH VÔD

1. Na účely hodnotenia chemického stavu podzemných vôd v súlade s článkom 4 sú tieto normy kvality podzemných vôd normami, ktoré sú uvedené v prílohe V tabuľke 2.3.2 smernice 2000/60/ES a stanovené v súlade s článkom 17 uvedenej smernice.

Znečisťujúca látka | Normy kvality |

Dusičnany | 50 mg/l |

Aktívne látky v pesticídoch vrátane ich príslušných metabolitov a produktov vznikajúcich pri rozklade a reakcii [1] . | 0,1 µg/l 0,5 µg/l (spolu) [2] |

2. Výsledky uplatnenia noriem kvality pre pesticídy spôsobom upresneným na účely tejto smernice sa nedotknú výsledkov postupov na hodnotenie rizika, ktoré požaduje smernica 91/414/EHS alebo smernica 98/8/ES.

3. V prípade, že sa pri danom útvare podzemných vôd usúdi, že normy kvality podzemných vôd by mohli viesť k nesplneniu environmentálnych cieľov ustanovených v článku 4 smernice 2000/60/ES pre s ním súvisiace útvary povrchových vôd alebo k výraznému zhoršeniu ekologického alebo chemického stavu takýchto útvarov alebo akémukoľvek výraznému poškodeniu suchozemských ekosystémov, ktoré priamo závisia na útvare podzemných vôd, stanovia sa prísnejšie prahové hodnoty v súlade s článkom 3 a prílohou II. Programy a opatrenia, ktoré sa vyžadujú vo vzťahu k takejto prahovej hodnote, sa uplatnia aj na činnosti v rozsahu pôsobnosti smernice 91/676/EHS.

**Pesticídy** sú prípravky na ochranu rastlín a biocídne výrobky vymedzené v článku 2 smernice 91/414/EHS a v článku 2 smernice 98/8/ES. Spolu je súčet všetkých jednotlivých pesticídov zistených a vyčíslených v priebehu monitorovacieho postupu vrátane príslušných metabolitov, produktov biologických rozkladov a chemických reakcií.

### 3.11.2 PRÍLOHA II

#### PRAHOVÉ HODNOTY PRE LÁTKY ZNEČISŤUJÚCE PODZEMNÉ VODY A UKAZOVATELE ZNEČISTENIA

##### 3.11.2.1 Časť A - usmernenia pre stanovenie prahových hodnôt členskými štátmi v súlade s článkom 3

Členské štáty určia prahové hodnoty pre všetky znečisťujúce látky a ukazovatele znečistenia, ktoré podľa charakterizácie vykonanej podľa článku 5 smernice 2000/60/ES charakterizujú útvary alebo skupiny útvarov podzemnej vody ako útvary, ktorým hrozí, že nedosiahnu dobrý chemický stav podzemných vôd.

Prahové hodnoty sa stanovujú takým spôsobom, že ak výsledky monitorovania na reprezentatívnych monitorovacích bodoch presiahnu prahové hodnoty, naznačí to riziko, že sa neplní jedna z podmienok či viacero podmienok pre dosiahnutie dobrého chemického stavu podzemných vôd uvedeného v článku 4 ods. 2 písm. c) bodoch (ii), (iii) a (iv).

Pri stanovení prahových hodnôt vezmú členské štáty do úvahy tieto usmernenia:

1. Určenie prahových hodnôt by malo byť založené na:

- a) rozsahu vzájomného pôsobenia medzi podzemnými vodami a s nimi spojenými vodnými a závislými suchozemskými ekosystémami;
- b) zasahovaní do skutočného alebo potencionálneho oprávneného využívania alebo funkcií podzemných vôd;
- c) všetkých znečisťujúcich látkach, ktoré charakterizujú útvary podzemných vôd ako rizikové, pričom sa do úvahy berú minimálne zoznamy uvedené v časti B;
- d) hydrogeologické vlastnosti vrátane informácií o požadových úrovniach a vodnej bilancii.

2. Určenie prahových hodnôt by malo tiež vziať do úvahy pôvod znečisťujúcich látok, ich možný prirodzený výskyt, toxikologickú tendenciu a tendenciu rozptylu, stálosť a potenciál bioakumulácie.

3. Kedykoľvek sa z prirodzených hydrogeologických dôvodov vyskytnú zvýšené požadové úrovne látok, iónov alebo ich indikátorov, zohľadnia sa tieto požadové úrovne v príslušných útvaroch podzemných vôd pri stanovovaní prahových hodnôt.

4. Určenie prahových hodnôt by malo byť podložené kontrolným mechanizmom pre zozbierané údaje založeným na vyhodnotení kvality údajov, analytických hľadiskách a požadovaných úrovniach látok, ktoré sa môžu vyskytnúť aj prirodzene aj ako výsledok ľudskej činnosti.

### **3.11.2.2 Časť B - Minimálny zoznam znečisťujúcich látok alebo iónov a ich ukazovateľov, pri ktorých majú členské štáty zvážiť stanovenie prahových hodnôt v súlade s článkom 3**

1. Látky alebo ióny alebo ukazovatele, ktoré sa môžu vyskytnúť prirodzene a/alebo v dôsledku ľudskej činnosti

Arzén

Kadmium

Olovo

Ortuť

Čpavok

Chloridový anión

Síranový anión

2. Synteticky vyrábané látky

Trichlóretylén

Tetrachlóretylén

3. Parametre určujúce prítomnosť solí alebo iných intruzívnych látok [1]

Vodivosť

Časť C

Informácie, ktoré poskytnú členské štáty v súvislosti so znečisťujúcimi látkami, pre ktoré sa určili prahové hodnoty

Členské štáty v plánoch manažmentu povodia, ktoré sa majú predložiť v súlade s článkom 13 smernice 2000/60/ES zhrnú spôsob, akým sa dodržiaval postup uvedený v časti A tejto prílohy.

Členské štáty poskytnú, ak je to možné, najmä:

- a) informácie o počte útvarov podzemných vôd alebo skupín útvarov podzemných vôd označených za rizikové a o znečisťujúcich látkach a ukazovateľoch znečistenia, ktoré prispievajú k tomuto označeniu, vrátane pozorovaných obsahov/hodnôt;
- b) informácie o každom útvare podzemných vôd, ktorý bol označený za rizikový, najmä o veľkosti útvarov, vzťahu medzi útvarmi podzemných vôd a súvisiacimi povrchovými vodami a na nich priamo závislých suchozemských ekosystémoch a v prípade prirodzene sa vyskytujúcich látok o prirodzených požadovaných úrovniach v útvaroch podzemných vôd;
- c) prahové hodnoty, či už platia na celoštátnej úrovni, na úrovni oblasti povodia alebo časti medzinárodnej oblasti povodia, ktoré leží na území členského štátu alebo na úrovni jednotlivých útvarov alebo skupiny útvarov podzemných vôd;
- d) vzťah medzi prahovými hodnotami a
  - (i) v prípade prirodzene sa vyskytujúcich látok pozorovanými požadovými úrovniami,
  - (ii) cieľmi kvality životného prostredia a ďalšími normami na ochranu vody, ktoré existujú na vnútroštátnej alebo medzinárodnej úrovni alebo na úrovni Spoločenstva a
  - (iii) akýmkoľvek významnými informáciami z hľadiska toxikológie, ekotoxikológie, stálosti, bioakumulačného potenciálu a tendencie rozptylu znečisťujúcich látok.

[1] Vzhľadom na obsah solí spôsobených ľudskou činnosťou sa členské štáty môžu rozhodnúť, že určia prahové hodnoty buď pre sírany a chloridy alebo pre vodivosť.

### 3.11.3 PRÍLOHA III

#### HODNOTENIE CHEMICKÉHO STAVU PODZEMNÝCH VÔD

1. Postup hodnotenia na určenie chemického stavu útvaru alebo skupiny útvarov podzemných vôd sa bude vykonávať vo vzťahu ku všetkým útvarom alebo skupinám útvarov podzemných vôd charakterizovaným ako rizikové a vo vzťahu ku všetkým znečisťujúcim

látkam, ktoré prispievajú k takejto charakterizácii útvaru alebo skupiny útvarov podzemných vôd.

2. Pri akomkoľvek preskúmaní, na ktoré sa odkazuje v článku 4 ods. 2 písm. c) členské štáty vezmú do úvahy:

- a) informácie zozbierané v rámci charakterizácie, ktorá sa má uskutočniť podľa článku 5 smernice 2000/60/ES a podľa prílohy II oddielov 2.1, 2.2 a 2.3 uvedenej smernice;
- b) výsledky monitorovacej siete podzemných vôd získané v súlade s prílohou V oddielom 2.4 smernice 2000/60/ES a
- c) akékoľvek iné významné informácie vrátane porovnania ročného aritmetického priemeru obsahov príslušných znečisťujúcich látok v monitorovacom bode s normami kvality podzemných vôd ustanovenými v prílohe I a prahovými hodnotami stanovenými členskými štátmi v súlade s článkom 3 a prílohou II.

3. Na účely zistenia, či sa splnili podmienky pre dobrý chemický stav podzemných vôd uvedené v článku 4 ods. 2 písm. c) bodoch (i) a (iv), odhadnú členské štáty, kde je to odôvodnené a potrebné a na základe príslušného zoskupenia monitorovacích výsledkov, ktoré sú v prípade potreby podložené odhadmi obsahu založenými na koncepčnom modeli útvaru podzemných vôd alebo skupiny útvarov, rozsah, v ktorom má útvar podzemných vôd vyšší ročný aritmetický priemer obsahov znečisťujúcej látky ako je norma kvality podzemných vôd alebo prahová hodnota.

4. Na účely zistenia, či sa splnili podmienky pre dobrý chemický stav podzemných vôd uvedené v článku 4 ods. 2 písm. c) bodoch (ii) a (iii), členské štáty, kde je to odôvodnené a potrebné a na základe príslušných monitorovacích výsledkov a vhodného koncepčného modelu útvaru podzemných vôd, zhodnotia:

- a) vplyv znečisťujúcich látok na útvary podzemných vôd;
- b) množstvá a obsahy znečisťujúcich látok, ktoré boli vnesené alebo pravdepodobne budú vnesené z útvaru podzemných vôd do súvisiacich povrchových vôd alebo priamo závislých suchozemských ekosystémov;
- c) pravdepodobný vplyv množstiev a obsahov znečisťujúcich látok, vnesených do súvisiacich povrchových vôd a priamo závislých suchozemských ekosystémov;
- d) rozsah prieniku solí alebo akýchkoľvek iných intruzívnych látok do útvaru podzemných vôd a

e) riziko vyplývajúce z prítomnosti znečisťujúcich látok v útvere podzemných vôd na kvalitu vody, ktorá sa z neho čerpá alebo má čerpať na ľudskú spotrebu.

5. Členské štáty zobrazia chemický stav útvaru alebo skupiny útvarov podzemných vôd na mapách v súlade s prílohou V oddielmi 2.4.5 a 2.5 smernice 2000/60/ES. Kde je to odôvodnené a uskutočniteľné, členské štáty na týchto mapách vyznačia všetky monitorovacie body, v ktorých sa prekročili normy kvality podzemných vôd a/alebo prahové hodnoty.

### 3.11.4 PRÍLOHA IV

#### IDENTIFIKÁCIA A ZVRAT VÝZNAMNÝCH A TRVALO VZOSTUPNÝCH TRENDOV

##### 3.11.4.1 Časť A

Identifikácia významných a trvalo vzostupných trendov

Členské štáty identifikujú významné a trvalo vzostupné trendy pri všetkých útvaroch alebo skupinách útvarov podzemných vôd, ktoré sú charakterizované ako rizikové v súlade s prílohou II k smernici 2000/60/ES, pričom do úvahy vezmú tieto požiadavky:

1. v súlade s prílohou V oddielom 2.4 smernice 2000/60/ES sa monitorovací program navrhne tak, aby zistil významné a trvalo vzostupné trendy v obsahoch znečisťujúcich látok identifikované podľa článku 3;
2. postup identifikácie významných a trvalo vzostupných trendov je založený na týchto faktoroch:
  - a) frekvencia monitorovania a miesta monitorovania sa zvolia tak, aby v dostatočnej miere:
    - (i) poskytovali informácie potrebné na zabezpečenie toho, že takéto vzostupné trendy sa dajú rozlíšiť od prirodzených kolísaní s dostatočnou mierou istoty a presnosti;
    - (ii) umožnili identifikovať takéto vzostupné trendy v dostatočnom predstihu na to, aby sa mohli prijať opatrenia na zabránenie alebo v rámci možností aspoň zmiernenie environmentálne významných zhoršení kvality podzemných vôd. Ak je to možné, táto identifikácia sa prvýkrát vykoná do roku 2009, pričom sa

do úvahy vezmú existujúce údaje v súvislosti so správou o identifikácii trendov v rámci prvého plánu manažmentu povodia uvedeného v článku 13 smernice 2000/60/ES, a potom aspoň každých šesť rokov;

(iii) sa do úvahy vzali dočasné fyzikálne a chemické vlastnosti útvaru podzemných vôd vrátane podmienok prúdenia podzemných vôd, miery dopĺňania a času prestupu vôd cez pôdu alebo podložie.

b) použijú sa metódy monitorovania a analýzy, ktoré sú v súlade s medzinárodnými zásadami pre kontrolu kvality, a ak je to potrebné, vrátane metód CEN alebo vnútroštátnych normalizovaných metód, aby sa zabezpečilo poskytovanie údajov, ktoré majú rovnocennú vedeckú kvalitu a sú porovnateľné;

c) odhad sa založí na štatistickej metóde, napríklad regresnej analýze pre analýzu trendu v časových radoch meraní v jednotlivých monitorovacích bodoch;

d) s cieľom zabrániť skresleniu pri identifikácii trendov sa všetkým meraniam pod hranicou kvantifikácie prideli pre výpočet polovičná hodnota najvyššej vyčíslenej hodnoty vyskytujúcej sa v rámci časových radov meraní okrem celkového obsahu pesticídov.

3. identifikácia významných a trvalo vzostupných trendov v koncentráciách látok, ktoré sa vyskytujú prirodzene ako aj v dôsledku ľudskej činnosti, zohľadní základné úrovne a údaje zozbierané pred začiatkom monitorovacieho programu, ak sú takéto údaje k dispozícii, s cieľom podať správu o identifikácii trendov v rámci prvého plánu manažmentu povodia uvedeného v článku 13 smernice 2000/60/ES.

#### 3.11.4.2 ČASŤ B

Počiatkové body zvrátenia trendov

Členské štáty zvrátia identifikované významné a trvalo vzostupné trendy v súlade s článkom 5, pričom vezmú do úvahy tieto požiadavky:

1. počiatkový bod pre vykonávanie opatrení na zvrátenie významných a trvalo vzostupných trendov nastane, keď obsah znečisťujúcej látky dosiahne 75 % parametrických hodnôt noriem kvality podzemných vôd ustanovených v prílohe I a prahových hodnôt ustanovených podľa článku 3, ak:

a) nie je potrebný skorší počiatkový bod, ktorý by umožnil opatreniam na dosiahnutie zvratu trendu, aby nákladovo čo najefektívnejšie zabránili akémukoľvek

environmentálne významnému zhoršeniu kvality podzemných vôd alebo aspoň takéto zhoršenie čo najviac zmiernili;

b) nie je opodstatnený iný počiatkový bod, v prípade, že detekčný limit neumožňuje stanovenie trendu na 75 % parametrických hodnôt alebo

c) nie je miera nárastu a reverzibility trendu taká, že aj neskorší počiatkový bod by umožnil opatreniam na dosiahnutie zvrátenia trendu, aby nákladovo čo najefektívnejšie zabránili akémukoľvek environmentálne významnému zhoršeniu kvality podzemných vôd alebo aspoň takéto zhoršenie čo najviac zmiernili. Takýto neskorší počiatkový bod nesmie viesť k omeškaniu pri dosahovaní termínov environmentálnych cieľov.

Pre činnosti v rozsahu pôsobnosti smernice 91/676/EHS sa počiatkový bod na vykonávanie opatrení na zvrátenie významných a trvalo vzostupných trendov stanoví v súlade s uvedenou smernicou a smernicou 2000/60/ES a najmä s dodržiavaním environmentálnych cieľov ochrany vôd uvedených v článku 4 smernice 2000/60/ES;

2. po ustanovení počiatkového bodu pre útvar podzemných vôd označený ako rizikový v súlade s prílohou V oddielom 2.4.4 smernice 2000/60/ES a podľa vyššie uvedeného bodu 1 sa tento bod nezmení počas šesťročného cyklu plánu manažmentu povodia požadovaného podľa článku 13 smernice 2000/60/ES;

3. zvrátenia trendov sa preukážu, berúc do úvahy príslušné ustanovenia o monitorovaní uvedené v časti A, bod 2.

### **3.11.5 Vodný zákon**

V národnej legislatíve sa doposiaľ premietli požiadavky z RSV do **Zákona č. 364/2004 Z.z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon).**

#### **3.11.5.1 V Čl. I, § 5 (Environmentálne ciele) sú ustanovenia, týkajúce sa aj ochrany podzemných vôd:**

(1) Na zabezpečenie ochrany vôd a jej trvalo udržateľného využívania sa určujú environmentálne ciele pre

a) útvary povrchových vôd,



- b) útvary podzemných vôd,
- c) chránené územia, ktorými sú
  1. územia s povrchovou vodou určenou na odber pre pitnú vodu,
  2. územia s vodou vhodnou na kúpanie,
  3. územia s povrchovou vodou vhodnou pre život a reprodukciu pôvodných druhov rýb,
  4. chránené oblasti prirodzenej akumulácie vôd (ďalej len "chránená vodohospodárska oblasť"),
  5. ochranné pásma vodárenských zdrojov,
  6. citlivé oblasti,
  7. zraniteľné oblasti,
  8. chránené územia a ich ochranné pásma podľa osobitného predpisu.

V odseku (3) sú definované environmentálne ciele pre útvary podzemných vôd:

- a) dosiahnuť dobrý stav podzemných vôd opatreniami, ktoré zabezpečia ich ochranu, zlepšovanie a obnovovanie stavu útvarov podzemných vôd, rovnováhu medzi odbermi podzemných vôd a doplňovaním ich množstiev,
- b) zabrániť vnikaniu znečisťujúcich látok do podzemných vôd alebo jeho obmedzovanie tak, aby nedošlo k zhoršovaniu stavu útvarov podzemných vôd,
- c) dosiahnuť postupné znižovanie znečistenia podzemných vôd opatreniami, ktoré zabránia trvalému vzostupnému trendu koncentrácií znečisťujúcich látok v podzemných vodách v dôsledku ľudskej činnosti.

V odseku (5) sa stanovuje, že ak sa na útvar povrchovej vody alebo na útvar podzemnej vody vzťahuje viac environmentálnych cieľov, uplatní sa najprísnejší environmentálny.

### **3.11.5.2 V § 7 (Vody určené na odbery vôd pre pitnú vodu)**

V § 7 (Vody určené na odbery vôd pre pitnú vodu) sú podstatné ustanovenia z hľadiska významu pre ochranu podzemných vôd v odseku (1):

(1) Útvary povrchových vôd a útvary podzemných vôd využívané na odbery vôd pre pitnú vodu alebo využiteľné na zásobovanie obyvateľstva pre viac ako 50 osôb alebo umožňujúce

odber vody na takýto účel v priemere väčšom ako 10 m<sup>3</sup> za deň v pôvodnom stave alebo po ich úprave sú vodárenskými zdrojmi.

### **3.11.5.3 V § 12 (Plánovanie v povodiach a v oblastiach povodí)**

V § 12 sú aspekty ochrany podzemných vôd definované v odseku (1), pís. a) a b) v obecnej rovine nasledovne :

(1) Plánovanie v povodiach a v oblastiach povodí (ďalej len "vodné plánovanie") je sústavná koncepčná činnosť vykonávaná najmä na účely

- a) všestrannej ochrany vôd a dosiahnutia environmentálnych cieľov,
- b) vytvárania podmienok pre trvalo udržateľné využívanie vodných zdrojov,

### **3.11.5.4 § 13 (Plán manažmentu povodia)**

§ 13 (Plán manažmentu povodia) predstavuje pre ochranu podzemných vôd kľúčové ustanovenia v odsekoch 1 a 3:

(1) Plán manažmentu povodia je základným nástrojom na dosiahnutie cieľov vodného plánovania v oblastiach povodí, ktorý na základe vykonaných analýz súčasného stavu povrchových vôd a podzemných vôd a zhodnotenia vplyvu ľudskej činnosti na vodné pomery ustanovuje environmentálne ciele a programy opatrení na ich dosiahnutie vrátane finančného zabezpečenia. Plán manažmentu povodia sa povinne využíva v krajinnom plánovaní alebo môže byť krajinným plánom.

(2) Na vypracovanie, prehodnocovanie a aktualizáciu plánu manažmentu povodia sa určuje tento časový a vecný postup:

- a) do 31. decembra 2004 vykonať analýzy charakteristík čiastkového povodia, zhodnotiť dopady ľudských činností na stav povrchových vôd a podzemných vôd a vypracovať ekonomické analýzy nakladania s vodami; v prípade potreby ich aktualizovať do 31. decembra 2013 a následne každých šesť rokov,
- b) do 31. decembra 2006 vypracovať a zverejniť časový a vecný harmonogram prípravy návrhu plánu manažmentu povodia a určiť spôsob a formu sprístupnenia

verejnosti,

c) do 31. decembra 2007 vypracovať a zverejniť identifikáciu významných vodohospodárskych problémov, ktoré sa týkajú nakladania s vodami, určiť výrazne zmenené vodné útvary, navrhnúť menej prísne environmentálne ciele, prípadne navrhnúť predĺženie lehôt ich dosiahnutia,

d) do 31. decembra 2008 vypracovať a zverejniť návrh plánu manažmentu povodia a sprístupniť ho verejnosti,

e) vypracovať konečný návrh plánu manažmentu povodia a zabezpečiť jeho schválenie do 31. decembra 2009.

#### **3.11.5.5 § 14 (Vodný plán Slovenska) sa týka podstaným spôsobom problematiky ochrany podzemných vôd v odseku (1):**

(1) Vodný plán Slovenska je strategický dokument vodného plánovania, ktorý určuje rámcové úlohy na ochranu a zlepšenie stavu povrchových vôd a podzemných vôd a vodných ekosystémov, na trvalo udržateľné a hospodárne využívanie vôd, na zlepšenie vodných pomerov, na zabezpečenie územného systému ekologickej stability a na ochranu pred škodlivými účinkami vôd.

#### **3.11.5.6 V § 15 (Program opatrení) je problematika ochrany podzemných vôd viazaná na dosiahnutie environmentálnych cieľov:**

(1) Program opatrení vychádza z analýz vykonaných v rámci vodného plánovania a obsahuje úlohy na zabezpečenie dosiahnutia environmentálnych cieľov. Pre jednotlivé úlohy sa určuje časový plán ich uskutočnenia, zdroje a spôsoby úhrady nákladov na ich uskutočnenie. Pri každom opatrení sa musí vyhodnotiť predpokladaný výsledok z hľadiska zlepšenia vodných pomerov v danom vodnom útvare.

(2) Základné opatrenia sú zamerané najmä na

a) ochranu vodárenských zdrojov,

b) reguláciu odberov povrchových vôd a podzemných vôd, ktoré môžu významne ovplyvniť iné nakladanie s vodami a vodné ekosystémy,

c) využívanie hydroenergetického potenciálu,

- d) vypúšťanie komunálnych odpadových vôd do povrchových vôd a do podzemných vôd,
- e) zabránenie vypúšťaniu priemyselných odpadových vôd s obsahom obzvlášť škodlivých látok,
- f) ochranu vôd pred znečistením vôd z poľnohospodárskych činností,
- g) zabránenie únikom nebezpečných látok do povrchových vôd a do podzemných vôd,
- h) vytvorenie vyhovujúcich hydromorfologických podmienok útvarov povrchovej vody, ktorými sa dosiahne dobrý ekologický stav alebo dobrý ekologický potenciál,
- i) prevenciu mimoriadneho zhoršenia vôd,
- j) znižovanie nepriaznivých účinkov povodní a sucha.

(3) Doplnkové opatrenia sú administratívne a ekonomické nástroje, rozhodnutia orgánov štátnej správy, kódexy správnych postupov smerujúce k zabezpečeniu ochrany vôd, obnovy mokradí, stavebné projekty, revitalizačné projekty, výskumné, vývojové a vzdelávacie projekty a dohody na vykonanie vodohospodárskych služieb a iné potrebné opatrenia.

(4) Opatrenia na dosiahnutie environmentálnych cieľov prijaté v programe opatrení sa musia realizovať do troch rokov od schválenia Vodného plánu Slovenska a schválenia plánu manažmentu povodia.

(5) Orgány štátnej správy sú povinné pri spracúvaní základných dokumentov podpory regionálneho rozvoja a územnoplánovacej dokumentácie a pri rozhodovaní vychádzať z Vodného plánu Slovenska, z plánov manažmentu povodí a z programov opatrení.

#### **3.11.5.7 V § 16 sú definované osobitosti určovania environmentálnych cieľov:**

(1) Environmentálne ciele určené na dosiahnutie dobrého stavu povrchových vôd a dobrého stavu podzemných vôd sa musia zabezpečiť plnením programu opatrení, ktoré sú ustanovené v pláne manažmentu povodí do 31. decembra 2015.

(2) Lehotu uvedenú v odseku 1 možno predĺžiť, ak

- a) požadované zlepšenie stavu vodných útvarov možno dosiahnuť technickými opatreniami iba v etapách, ktoré presiahnu túto lehotu,
- b) opatrenia na zlepšenie stavu vodných útvarov si vyžadujú neprimerané náklady,
- c) prírodné podmienky neumožňujú zlepšenie stavu vodných útvarov v tejto lehote.

(3) Lehotu podľa odseku 1 možno predĺžiť najviac na obdobie ustanovené na vykonanie dvoch prehodnotení plánov manažmentu povodí (§ 13 ods. 5) s výnimkou prípadov, keď prírodné podmienky neumožňujú dosiahnuť environmentálne ciele v priebehu tohto obdobia; predĺženie lehôt možno uskutočniť len na účely postupného dosahovania environmentálnych cieľov za predpokladu, že nenastane ďalšie zhoršenie stavu vodného útvaru.

(4) Menej prísne environmentálne ciele možno určiť pre útvary povrchových vôd a útvary podzemných vôd, ktorých prirodzený stav alebo stav zmenený ľudskou činnosťou je taký, že dosiahnutie environmentálnych cieľov je technicky neuskutočniteľné alebo že predstavuje neprimerané náklady; nevzťahuje sa to na environmentálne ciele, ktoré majú zabrániť zhoršovaniu stavu útvarov povrchových vôd, a na postupné znižovanie znečistenia povrchových vôd a podzemných vôd škodlivými látkami a postupné obmedzovanie znečistenia obzvlášť škodlivými látkami.

(5) Za nesplnenie environmentálnych cieľov sa nepovažuje

- a) dočasné zhoršenie stavu vodných útvarov v dôsledku výnimočných prírodných vplyvov alebo iných nepredvídateľných okolností, najmä povodní, dlhodobého sucha alebo mimoriadneho zhoršenia kvality vôd,
- b) zmena fyzikálnych vlastností útvarov povrchových vôd alebo zmena úrovne hladiny útvarov podzemných vôd,
- c) zhoršenie stavu útvarov povrchových vôd z veľmi dobrého stavu na dobrý stav v dôsledku nových trvalo udržateľných rozvojových činností.

(6) Ak sa monitorovaním stavu povrchových vôd a podzemných vôd zistí, že environmentálne ciele určené pre vodný útvar nebude možné dosiahnuť, treba

- a) preskúmať príčiny, ktoré bránia plneniu environmentálnych cieľov,
- b) posúdiť vydané povolenie na osobitné užívanie vôd,
- c) prehodnotiť a aktualizovať programy monitorovania,
- d) určiť doplňujúce opatrenia potrebné na dosiahnutie environmentálnych cieľov, a ak je to potrebné, zmeniť povolenie na osobitné užívanie vôd; ak nemožno environmentálne ciele splniť z dôvodov podľa odseku 5 písm. a), doplňujúce opatrenia sa nemusia prijať.

(7) Uplatnenie postupov podľa odsekov 1 až 6 treba odôvodniť v plánoch manažmentu povodí.

### **3.11.5.7 V 5. časti (Ochrana vodných pomerov a vodárenských zdrojov) sú pre ochranu podzemných vôd kľúčové ustanovenia nasledovne:**

#### **Všeobecné povinnosti su definované v § 30:**

(1) Ten, kto vykonáva činnosť, ktorá môže ovplyvniť stav povrchových vôd a podzemných vôd a vodných pomerov, je povinný vynaložiť potrebné úsilie na ich uchovanie a ochranu.

(2) Vlastník, správca alebo nájomca (ďalej len "vlastník") poľnohospodárskych pozemkov a lesných pozemkov je povinný ich obhospodarovať takým spôsobom, ktorý nielen zachová vhodné podmienky na výskyt vôd, ale aj napomáha zlepšovanie vodných pomerov; je povinný najmä zabraňovať škodlivým zmenám odtokových pomerov, splavovaniu pôdy a dbať o udržiavanie pôdnej vody a o zlepšenie retenčnej schopnosti územia.

#### **3.11.5.8 § 31 sa týka chránených vodohospodárskych oblastí**

(1) Územie, ktoré svojimi prírodnými podmienkami tvorí významnú prirodzenú akumuláciu vôd, vláda môže vyhlásiť za chránenú vodohospodársku oblasť.

(2) V chránenej vodohospodárskej oblasti možno plánovať a vykonávať činnosť, len ak sa zabezpečí všestranná ochrana povrchových vôd a podzemných vôd a ochrana podmienok ich tvorby, výskytu, prirodzenej akumulácie vôd a obnovy ich zásob.

(3) V chránenej vodohospodárskej oblasti musia byť výrobné záujmy, dopravné záujmy a iné záujmy zosúladené s požiadavkami podľa odseku 2 už pri spracúvaní koncepcií rozvoja územia a územnoplánovacej dokumentácie.

(4) V chránenej vodohospodárskej oblasti sa zakazuje

a) stavať alebo rozširovať

1. nové priemyselné zdroje alebo jestvujúce priemyselné zdroje, v ktorých sa vyrábajú alebo na výrobu používajú nebezpečné látky, s výnimkou rozširovania a

- prestavby jestvujúcich priemyselných zdrojov, ktorými sa dosiahne účinnejšia ochrana vôd, a nových priemyselných zdrojov, ak sa uplatnia najlepšie dostupné techniky zabezpečujúce vysoký stupeň ochrany vôd,
2. nové priemyselné zdroje alebo jestvujúce priemyselné zdroje, ktoré produkujú priemyselné odpadové vody obsahujúce obzvlášť škodlivé látky,
  3. ropovody a iné líniové produktovody na prepravu nebezpečných látok,
  4. sklady ropných látok s celkovou kapacitou väčšou ako 1 000 m<sup>3</sup>, na Žitnom ostrove) s celkovou kapacitou väčšou ako 200 m<sup>3</sup> a s kapacitou jednotlivých nádrží väčšou ako 50 m<sup>3</sup>,
  5. veterinárne asanačné zariadenia a sanitárne bitúnky,
  6. stavby veľkokapacitných fariem,
  7. stavby hromadnej rekreácie alebo individuálnej rekreácie bez zabezpečenia čistenia komunálnych odpadových vôd,

- b) vykonávať leteckú aplikáciu hnojív a chemických látok na ochranu rastlín alebo na ničenie škodcov alebo buriny v blízkosti povrchových vôd a odkrytých podzemných vôd, kde môže dôjsť k znečisteniu vôd alebo k ohrozeniu kvality a zdravotnej bezchybnosti vôd,
- c) vykonávať plošné odvodnenie lesných pozemkov v takom rozsahu, ktorým sa podstatne narušia vodné pomery v chránenej oblasti prirodzenej akumulácie vôd,
- d) odvodňovať poľnohospodárske pozemky vo výmere väčšej ako 50 ha súvislej plochy,
- e) ťažiť rašelinu v množstve väčšom ako 500 000 m<sup>3</sup> na jednom mieste,
- f) ťažiť nevyhradené nerasty povrchovým spôsobom alebo vykonávať iné zemné práce, ktorými sa odkryje súvislá hladina podzemných vôd, s výnimkou ťažby s možnosťou následného vodohospodárskeho využitia priestoru ložiska,
- g) ukladať rádioaktívny odpad,
- h) budovať skládky na nebezpečný odpad.

(5) Pri pasení hospodárskych zvierat na území chránenej vodohospodárskej oblasti treba dbať na ochranu pôdy proti erózii a na ochranu povrchových vôd.

(6) Zákaz podľa odseku 4 písm. d) až f) sa nevzťahuje na činnosť, pri ktorej sa na základe hydrogeologického prieskumu preukáže, že neovplyvní využiteľné množstvo podzemnej vody v zbernej oblasti. Zákaz podľa odseku 4 písm. e) sa nevzťahuje na uskutočnenie

vodnej nádrže.

### **3.11.5.9 V § 32 sú ustanovenia týkajúce sa ochranných pásiem vodárenských zdrojov**

(1) Na ochranu výdatnosti kvality a zdravotnej bezchybnosti vody vodárenských zdrojov, ktoré sa využívajú, orgán štátnej vodnej správy určí ochranné pásma na základe posudku orgánu na ochranu zdravia. Ak to vyžadujú závažné okolnosti, môže orgán štátnej vodnej správy určiť ochranné pásma aj pre využiteľné vodárenské zdroje a pre vodné zdroje určené na odber pre pitnú vodu s kapacitou nižšou, ako sú definované vodárenské zdroje. Určené ochranné pásma sú súčasne pásmami hygienickej ochrany podľa osobitného predpisu.

(2) Ochranné pásma vodárenských zdrojov sa členia na ochranné pásmo I. stupňa, ktoré slúži na jeho ochranu v bezprostrednej blízkosti miesta odberu vôd alebo záchytného zariadenia, a na ochranné pásmo II. stupňa, ktoré slúži na ochranu vodárenského zdroja pred ohrozením zo vzdialenejších miest. Na zvýšenie ochrany vodárenského zdroja môže orgán štátnej vodnej správy určiť aj ochranné pásmo III. stupňa.

(3) Ak podmienky na území ochranného pásma I. stupňa zabezpečujú v dostatočnej miere ochranu výdatnosti, kvality a zdravotnej bezchybnosti vodárenského zdroja, ďalšie stupne ochranných pásiem sa neurčujú.

(4) Návrh na určenie ochranných pásiem vodárenského zdroja je povinný podať ten, kto má povolenie na odber vody, alebo ten, kto žiada o povolenie na odber vody z vodárenského zdroja. Pri odberoch vody z vodárenských nádrží návrh na určenie ochranných pásiem je povinný podať vlastník alebo stavebník vodnej stavby slúžiacej na vzdúvanie vody v tejto vodárenskej nádrži. Súčasťou návrhu na určenie ochranných pásiem vodárenského zdroja podzemnej vody je odborný hydrogeologický posudok.

(5) Rozhodnutím o určení ochranných pásiem vodárenského zdroja sa určia ich hranice a spôsob ochrany, najmä zákazy alebo obmedzenia činností, ktoré poškodzujú alebo ohrozujú množstvo a kvalitu vody alebo zdravotnú bezchybnosť vody vodárenského zdroja, ako aj technické úpravy na ochranu vodárenského zdroja a iné opatrenia, ktoré sa majú v ochrannom pásme vykonať. Práva a povinnosti vyplývajúce z rozhodnutí o určení ochranných pásiem vodárenského zdroja prechádzajú na ďalšieho nadobúdateľa alebo



užívateľa majetku, s ktorým sú tieto práva a povinnosti spojené.

(6) Za preukázané obmedzenie užívania pozemkov v ochranných pásmach vodárenských zdrojov patrí vlastníkovi pozemkov náhrada majetkovej ujmy v primeranom a preukázateľnom rozsahu, ktorú je povinný poskytnúť na jeho žiadosť ten, kto odoberá vodu, alebo ten, kto žiada o povolenie na odber vody z vodárenského zdroja; pri vodárenskej nádrži vlastník alebo stavebník vodnej stavby slúžiacej na vzdúvanie vody vo vodárenskej nádrži. Majetkovú ujmu možno uhradiť na základe dohody o určení výšky za ročné, prípadne dlhšie obdobie alebo dohody o jednorazovej náhrade. Ak sa nedosiahne dohoda, výška majetkovej ujmy sa určí na základe znaleckého posudku podľa osobitného predpisu. Pozemky v ochrannom pásme I. stupňa možno vo verejnom záujme vyvlastniť.<sup>37)</sup>

(7) Náklady spojené s technickými úpravami na ochranu vodárenského zdroja je povinný uhradiť ten, kto odoberá vodu, alebo ten, kto žiada o povolenie na odber vody z vodárenského zdroja; pri vodárenských nádržiach vlastník alebo stavebník vodnej stavby slúžiacej na vzdúvanie vody.

(8) V sporoch o úhradu majetkovej ujmy a o znášaní nákladov spojených s technickými úpravami rozhoduje súd.

(9) Orgán štátnej vodnej správy môže rozhodnutie o určení ochranných pásiem vodárenského zdroja zmeniť alebo nahradiť novým rozhodnutím; ak pominuli dôvody ochrany vodárenského zdroja, vydané rozhodnutie zruší.

#### **3.11.5.10 § 34 sa týka významnej problematiky zraniteľných oblastí**

(1) Zraniteľné oblasti sú poľnohospodársky využívané územia, z ktorých otekajú vody zo zrážok do povrchových vôd alebo vsakujú do podzemných vôd, v ktorých je koncentrácia dusičnanov vyššia ako 50 mg.l<sup>-1</sup> alebo sa môže v blízkej budúcnosti prekročiť.

(2) Kritériá na identifikáciu vôd v zraniteľných oblastiach sú uvedené v prílohe č. 4.

(3) Ministerstvo pravidelne prehodnocuje vymedzené zraniteľné oblasti v časových úsekoch nie dlhších ako štyri roky.

#### **3.11.5.11 V § 35 je definovaná ochrana vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov**

(1) Ochrana vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov sa zabezpečuje na poľnohospodársky využívaných územiach najmä vykonaním potrebných opatrení pri skladovaní, manipulácii a aplikácii prírodných hnojív a priemyselných hnojív a vhodnými spôsobmi obrábania pôdy.

(2) Zabezpečenie všeobecne prijateľnej úrovne ochrany vôd pred znečisťovaním dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov upravuje Kódex správnej poľnohospodárskej praxe, ktorý vypracúva ministerstvo pôdohospodárstva. Základné požiadavky na vypracovanie Kódexu správnej poľnohospodárskej praxe sú uvedené v časti A prílohy č. 5.

(3) V zraniteľných oblastiach sa zabezpečuje zvýšená ochrana vôd pred poľnohospodárskym znečistením uplatňovaním najnovších vedeckých poznatkov a technických poznatkov, prírodných podmienok a potreby ochrany vôd podľa Programu poľnohospodárskych činností. Základné požiadavky na vypracovanie Programu poľnohospodárskych činností sú uvedené v časti B prílohy č. 5.

#### **3.11.5.12 V § 37 sa uvádzajú ustanovenia, týkajúce sa vypúšťaní odpadových vôd a osobitných vôd do podzemných vôd**

(1) Orgán štátnej vodnej správy vydá povolenie na vypúšťanie odpadových vôd alebo osobitných vôd do podzemných vôd len po predchádzajúcom zisťovaní, ktoré môže vykonať iba oprávnená osoba podľa osobitného predpisu. Predchádzajúce zisťovanie sa zameria najmä na

a) preskúmanie a zhodnotenie hydrogeologických pomerov príslušnej oblasti,

b) zhodnotenie samočistiacich schopností pôdy a horninového prostredia danej lokality v príslušnej oblasti,

c) preskúmanie a zhodnotenie možných rizík znečistenia a zhoršenia kvality podzemných vôd.

(3) Odpadové vody alebo osobitné vody s obsahom škodlivých látok možno vypúšťať iba do takého útvaru podzemnej vody, ktorého voda bola na základe predchádzajúceho zisťovania označená ako trvalo nevhodná na akékoľvek používanie, a ak sa preukáže, že technickými opatreniami sa zabráni rozšíreniu týchto látok do okolitých vodných útvarov alebo nedôjde k poškodeniu iných ekosystémov.

(4) Na vydanie povolenia na vypúšťanie splaškových odpadových vôd do podzemných vôd z osamotených obydlií, ktoré nemožno pripojiť na verejnú kanalizáciu, sa predchádzajúce zisťovanie nevyžaduje, ak sa nachádzajú mimo ochranných pásiem vodárenských zdrojov.

(5) Vypúšťanie odpadových vôd a osobitných vôd s obsahom obzvlášť škodlivých látok a vypúšťanie odpadových vôd zo zdravotníckych zariadení uvedených v § 36 ods. 10 a z iných infekčných zariadení a z technologických zariadení atómových elektrární do podzemných vôd je zakázané.

(6) Na základe priaznivých výsledkov predchádzajúceho zisťovania môže orgán štátnej vodnej správy povoliť vypúšťanie použitých geotermálnych vôd, osobitných vôd alebo vôd vyčerpaných pri stavebných prácach do toho istého hydrogeologického kolektora, z ktorého sa odobrali.

(7) Na vypúšťanie odpadových vôd a osobitných vôd do podzemných vôd platia primerane ustanovenia § 36 ods. 4 až 7.

(8) Na vypúšťanie vôd z povrchového odtoku do podzemných vôd primerane platí postup podľa § 36 ods. 9 druhej vety; postup podľa odsekov 1 a 3 sa uplatní len pri ich priamom vypúšťaní do podzemných vôd.

#### **3.11.5.13 V § 39 (Zaobchádzanie s nebezpečnými látkami)**

V § 39 (Zaobchádzanie s nebezpečnými látkami) sú uvedené viaceré ustanovenia, ktoré sa bezprostredne dotýkajú problematiky ochrany podzemných vôd:

(2) Ten, kto zaobchádza s nebezpečnými látkami, je povinný dodržiavať osobitné predpisy, ktoré ustanovujú, za akých podmienok možno s takýmito látkami zaobchádzať z hľadiska ochrany kvality povrchových vôd a podzemných vôd. Ak zaobchádzanie s nebezpečnými látkami z hľadiska ochrany vôd neupravujú osobitné predpisy, je ten, kto s takýmito látkami zaobchádza, povinný urobiť potrebné opatrenia, aby pri zaobchádzaní s nimi nevníkli do povrchových vôd alebo do podzemných vôd alebo neohrozili ich kvalitu. Takýmito opatreniami sú najmä:

a) umiestňovať stavby a zariadenia, v ktorých sa zaobchádza s nebezpečnými látkami tak, aby sa pri mimoriadnych okolnostiach mohlo účinne zabrániť nežiaducemu úniku týchto látok do pôdy, podzemných vôd alebo do stokovej siete a aby sa tým zabránilo ich nežiaducemu zmiešaniu s odpadovými vodami alebo s vodou z povrchového odtoku,

b) používať len také zariadenia, technologické postupy alebo iné spôsoby zaobchádzania s nebezpečnými látkami, ktoré sú vhodné aj z hľadiska ochrany vôd,

c) zabezpečovať prevádzku stavieb a zariadení zamestnancami oboznámenými s osobitnými predpismi, bezpečnostnými predpismi a s podmienkami určenými na zaobchádzanie s nebezpečnými látkami z hľadiska ochrany vôd,

d) pravidelne vykonávať kontroly skladov a skládok, skúšky tesnosti potrubí, nádrží a prostriedkov na prepravu nebezpečných látok, ako aj vykonávať ich pravidelnú údržbu a opravu,

e) vybudovať a riadne prevádzkovať účinné kontrolné systémy na včasné zistenie úniku nebezpečných látok, na pravidelné hodnotenie výsledkov sledovania a oznamovať výsledky orgánu štátnej vodnej správy,

f) ďalšie opatrenia potrebné podľa charakteru nebezpečnej látky a spôsobu zaobchádzania s ňou.

### **3.11.5.14 V § 40 sa definuje program znižovania znečisťovania vôd škodlivými látkami a obzvlášť škodlivými látkami:**

(1) Ten, kto vypúšťa odpadové vody s obsahom škodlivých látok a obzvlášť škodlivých látok a osobitné vody s obsahom škodlivých látok a obzvlášť škodlivých látok a kto zaobchádza s nebezpečnými látkami, je povinný postupne znižovať vypúšťané znečistenie do povrchových vôd a do podzemných vôd podľa programu znižovania znečisťovania vôd škodlivými látkami a obzvlášť škodlivými látkami, ktorý schvaľuje vláda.

(2) Program znižovania znečisťovania vôd škodlivými látkami a obzvlášť škodlivými látkami obsahuje

- a) zoznam zdrojov znečistenia vôd, z ktorých sa vypúšťajú odpadové vody a osobitné vody obsahujúce škodlivé látky a obzvlášť škodlivé látky a v ktorých sa zaobchádza s obzvlášť škodlivými látkami, a inventarizáciu týchto látok,
- b) kvalitatívne ciele a lehoty na ich dosiahnutie,
- c) určenie druhu a spôsobu monitorovania kvalitatívnych cieľov v povrchových vodách a plošného znečistenia podzemných vôd nebezpečnými látkami,
- d) spôsoby a postupy znižovania škodlivých látok obsiahnutých vo vypúšťaných odpadových vodách a postupného zamedzenia vypúšťania obzvlášť škodlivých látok v odpadových vodách z jestvujúcich priemyselných zdrojov,
- e) zhodnotenie výsledkov monitoringu kvalitatívnych cieľov povrchových vôd a plošného znečistenia podzemných vôd nebezpečnými látkami,
- f) opatrenia zamerané na znižovanie škodlivých látok a obzvlášť škodlivých látok obsiahnutých vo vypúšťaných odpadových vodách a opatrenia na ochranu povrchových vôd a podzemných vôd pri zaobchádzaní s nebezpečnými látkami.

### **3.12 Zoznam relevantných príloh k zákonu č. 364/2004 Z. z. (vodný zákon)**

#### **3.12.1 Príloha č. 1**

#### **ZOZNAM SKUPÍN OBZVLÁŠŤ ŠKODLIVÝCH LÁTOK, ŠKODLIVÝCH LÁTOK A IM PRÍBUZNÝCH LÁTOK A PRIORITNÝCH LÁTOK**

##### **3.12.1.1 ZOZNAM I**

#### **Obzvlášť škodlivé látky**

Obzvlášť škodlivé látky sú látky vybrané hlavne na základe ich toxicity, rozložiteľnosti a bioakumulácie s výnimkou tých, ktoré sú biologicky neškodné alebo sa rýchlo menia na látky biologicky neškodné.

Skupina obzvlášť škodlivých látok

1. Organohalogénové zlúčeniny a látky, ktoré môžu vytvárať takéto zlúčeniny vo vodnom prostredí
2. Organické zlúčeniny fosforu
3. Organické zlúčeniny cínu
4. Látky, ktoré majú vo vodnom prostredí alebo pôsobením vodného prostredia karcinogénne, mutagénne alebo teratogénne účinky
5. Ortuť a jej zlúčeniny
6. Kadmium a jeho zlúčeniny
7. Perzistentné minerálne oleje a uhľovodíky ropného pôvodu
8. Kyanidy
9. Perzistentné syntetické látky, ktoré môžu plávať na hladine, zostávať v suspenzii alebo klesať ku dnu a ktoré môžu zamedzovať akémukoľvek použitiu vôd

Obzvlášť škodlivé látky sú uvedené v osobitnom predpise. 1) Ostatné látky, ktoré nie sú uvedené v osobitnom predpise, sa považujú za škodlivé látky.

### 3.12.1.2 ZOZNAM II

#### Škodlivé látky

Škodlivé látky sú jednotlivé látky a skupiny látok, ktoré majú škodlivý vplyv na vodné prostredie, ktorý však môže byť obmedzený na danú oblasť v závislosti od charakteru recipientu a miesta, v ktorom sa tieto látky vypúšťajú.

#### 1. Polokovy, kovy a ich zlúčeniny

- |             |              |
|-------------|--------------|
| 1. Zinok    | 11. Cín      |
| 2. Meď      | 12. Bárium   |
| 3. Nikel    | 13. Berýlium |
| 4. Chróm    | 14. Bór      |
| 5. Olovo    | 15. Urán     |
| 6. Selén    | 16. Vanád    |
| 7. Arzén    | 17. Kobalt   |
| 8. Antimón  | 18. Tálum    |
| 9. Molybdén | 19. Telúr    |
| 10. Titán   | 20. Striebro |

2. Biocídy a ich deriváty, ktoré nie sú uvedené medzi obzvlášť škodlivými látkami a im príbuznými látkami

3. Látky, ktoré majú škodlivý vplyv na chuť alebo pach vody, a zlúčeniny spôsobujúce vznik takýchto látok vo vode

4. Toxické alebo perzistentné organické zlúčeniny kremíka a látky, ktoré môžu spôsobiť vznik takýchto látok vo vodách s výnimkou tých, ktoré sú biologicky neškodné alebo sa rýchlo vo vode menia na neškodné látky

5. Rozložiteľné minerálne oleje a uhľovodíky ropného pôvodu

6. Fluoridy

7. Látky, ktoré majú nepriaznivý vplyv na rovnováhu kyslíka vo vode (merané ako ukazovatele BSK5 a CHSK), a tie, ktoré môžu prispieť k eutrofizácii (predovšetkým zlúčeniny dusíka a fosforu)

8. Silážne šťavy, priemyselné a organické hnojivá a ich tekuté zložky

### 3.12.1.3 ZOZNAM III

#### Prioritné látky

	CAS číslo1)	EU číslo2)	Názov prioritnej látky
(1)	15972-60-8	240-110-8	2-chlór-2, 6, -dietylfenyl-N-metoxymetyl-acetanilíd (Alachlór)
(2)	120-12-7	204-371-1	Antracén
(3)	1912-24-9	217-617-8	Atrazín
(4)	71-43-2	200-753-7	Benzén
(5)	nepoužíva sa	nepoužíva sa	Brómované difenylétery
(6)	7440-43-9	231-152-8	Kadmium a jeho zlúčeniny
(7)	85535-84-8	287-476-5	C10-13-chlóralkány
(8)	470-90-6	207-432-0	Chlórfenvinfos
(9)	2921-88-2	220-864-4	Chlóropyrifos
(10)	107-06-2	203-458-1	1, 2-dichlóretán
(11)	75-09-2	200-838-9	Dichlórmétán
(12)	117-81-7	204-211-0	Di(2-etylhexyl)ftalát (DEHP)
(13)	330-54-1	206-354-4	Diurón
(14)	115-29-7	204-079-4	Endosulfán
	959-98-8	nepoužíva sa	(alfa-endosulfán)
(15)	206-44-0	205-912-4	Fluorantén
(16)	118-74-1	204-273-9	Hexachlórbenzén
(17)	87-68-3	201-765-5	Hexachlór-1, 3-butadién
(18)	608-73-1	210-158-9	Hexachlórcyklohexán (lindán)
	58-89-9	200-401-2	1, 2, 3, 4, 5, 6- hexachlórcyklohexán



(19)	34123-59-6	251-835-4	3-(4-izopropylfenyl)-1, 1-dimetylmočovina(izoproturon)
(20)	7439-92-1	231-100-4	Olovo a jeho zlúčeniny
(21)	7439-97-6	231-106-7	Ortuť a jej zlúčeniny
(22)	91-20-3	202-049-5	Naftalén
(23)	7440-02-0	231-111-4	Nikel a jeho zlúčeniny
(24)	25154-52-3	246-672-0	Nonylfenoly
	104-40-5	203-199-4	(4-nonylfenol)
(25)	1806-26-4	217-302-5	Oktylfenoly
	140-66-9	nepoužíva sa	(1, 1, 3, 3-tetrametylbutyl)fenol
(26)	608-93-5	210-172-5	Pentachlórbenzén
(27)	87-86-5	201-778-6	Pentachlórphenol
(28)	nepoužíva sa	nepoužíva sa	Polyaromatické uhľovodíky
	50-32-8	200-028-5	(Benzo(a)pyrén)
	205-99-2	205-911-9	(Benzo(b)fluorantén)
	191-24-2	205-883-8	(Benzo(g, h, i)perylén)
	207-08-9	205-916-6	(Benzo(k)fluorantén)
	193-39-5	205-893-2	(Indeno(1, 2, 3-cd)pyrén)
(29)	122-34-9	204-535-2	Simazín
(30)	688-73-3	211-704-4	Tributylstanium-hydrid
			zlúčeniny
	36643-28-4	nepoužíva sa	(Tributyltin-katión)
(31)	12002-48-1	234-413-4	Trichlórbenzény
	120-82-1	204-428-0	(1, 2, 4-trichlórbenzén)
(32)	67-66-3	200-663-8	Trichlórmetán(Chloroform)
(33)	1582-09-8	216-428-8	Trifluralín

1) CAS-číslo: Chemical Abstract Services.

2) EU-číslo: Európsky zoznam existujúcich komerčných chemických látok [European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances (EINECS)] alebo Európsky zoznam notifikovaných chemických látok [European List of Notified Chemical Substances (ELINCS)].

## **Príloha č. 2**

### **k zákonu č. 364/2004 Z. z.**

## **Príloha č. 4**

### **k zákonu č. 364/2004 Z. z.**

#### **3.13 KRITÉRIÁ NA IDENTIFIKÁCIU VÔD V ZRANITEL'NÝCH OBLASTIACH**

A. Zraniteľné oblasti podľa § 34 ods. 1 sa identifikujú okrem iného s použitím týchto kritérií:

1. či povrchové vody, najmä tie, ktoré sa využívajú alebo ktoré sú určené na odber pitnej vody, obsahujú alebo môžu obsahovať vyššiu koncentráciu dusičnanov, ako je stanovené v osobitnom predpise, ktorý vydá vláda, ak sa neuskutočnia opatrenia podľa § 34 a 35 tohto zákona,

2. či podzemné vody obsahujú viac ako 50 mg/l dusičnanov alebo môžu obsahovať viac ako 50 mg/l dusičnanov, ak sa neuskutočnia opatrenia podľa § 34 a 35 tohto zákona,

3. či v jazerách, odkrytých podzemných vodách alebo iných vodných útvaroch nedochádza k eutrofizácii alebo v blízkej budúcnosti sa môžu stať eutrofickými, ak sa neuskutočnia opatrenia podľa § 30 a 31 tohto zákona.

**B. Pri použití týchto kritérií sa tiež zohľadnia:**

1. fyzikálne a environmentálne charakteristiky vôd a územia vrátane spôsobu jeho poľnohospodárskeho využívania,

2. súčasný stav poznatkov o vplyvoch zlúčenín dusíka na životné prostredie (voda a pôda),

3. súčasný stav poznatkov o vplyve opatrení uskutočnených podľa § 34 a 35 tohto zákona.

## Príloha č. 6 k zákonu č. 364/2004 Z. z.

### 3.14 ZOZNAM PREBERANÝCH PRÁVNÝCH AKTOV EURÓPSKÝCH SPOLOČENSTIEV A EURÓPSKEJ ÚNIE

1. Smernica Rady 75/440/EHS zo 16. júna 1975 o kvalite povrchových vôd určených na odber pitnej vody (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 194, 25. 07. 1975) v znení smernice Rady 79/869/EHS z 9. októbra 1979 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 271, 29.10.1979) a smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991).
2. Smernica Rady 76/160/EHS z 8. decembra 1975 o kvalite vody určenej na kúpanie (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 031, 05. 02.1976) v znení smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991) a nariadenia Rady (ES) č. 807/2003 zo 14. apríla 2003 (Úradný vestník Európskej únie L 122, 16. 05. 2003).
3. Smernica Rady 76/464/EHS zo 4. mája 1976 o znečistení spôsobenom určitými nebezpečnými látkami vypúšťanými do vodného prostredia (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 129, 18. 05.1976) v znení smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991) a smernice Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 327, 22.12. 2000).
4. Smernica Rady 78/659/EHS z 18. júna 1978 o kvalite sladkých vôd vyžadujúcich ochranu alebo zlepšenie kvality na účel podpory života rýb (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 222, 14. 08.1978) v znení smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991) a nariadenia Rady (ES) č. 807/2003 zo 14. apríla 2003 (Úradný vestník Európskej únie L 122, 16. 05. 2003).
5. Smernica Rady 79/869/EHS z 9. októbra 1979 týkajúca sa metód merania a početnosti

odberov a rozborov povrchových vôd určených na pitné účely (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 271, 29.10.1979) v znení smernice Rady 81/855/EHS z 19. októbra 1981 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 319, 07. 11.1981), smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991) a nariadenia Rady (ES) č. 807/2003 zo 14. apríla 2003 (Úradný vestník Európskej únie L 122, 16. 05. 2003).

6. Smernica Rady 80/68/EHS zo 17. decembra 1979 o ochrane podzemných vôd proti znečisteniu spôsobenému určitými nebezpečnými látkami (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 020, 26. 01.1980) v znení smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991).

7. Smernica Rady 82/176/EHS z 22. marca 1982 pre limitné hodnoty a cieľové kvalitatívne ukazovatele pre odpadové vody s obsahom ortuti vypúšťané z výroby chlór-alkalickej elektrolýzy (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 081, 27. 03.1982) v znení smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991).

8. Smernica Rady 83/513/EHS z 26. septembra 1983 pre limitné hodnoty a cieľové kvalitatívne ukazovatele pre vypúšťanie látok s obsahom kadmia (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 291, 24.10.1983) v znení smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991).

9. Smernica Rady 84/156/EHS z 8. marca 1984 pre limitné hodnoty a cieľové kvalitatívne ukazovatele pre vypúšťanie látok s obsahom ortuti v iných výrobách než chlór-alkalická elektrolýza (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 074, 17. 03.1984) v znení smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991).

10. Smernica Rady 84/491/EHS z 9. októbra 1984 pre limitné hodnoty a kvalitatívne ukazovatele pre vypúšťanie látok s obsahom hexa chlórkyklohexánu (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 274, 17. 10. 1984) v znení smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991).

11. Smernica Rady 86/280/EHS z 12. júna 1986 o hraničných hodnotách a kvalitatívnych

cieľoch pre vypúšťanie niektorých nebezpečných látok uvedených v Zozname prílohy k smernici Rady 76/464/EHS (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 181, 04. 07.1986) v znení smernice Rady 88/347/EHS zo 16. júna 1988 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 158, 25. 06.1988), smernice Rady 90/415/EHS z 27. júla 1990 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 219, 14. 08.1990) a smernice Rady 91/692/EHS z 23. decembra 1991 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 377, 31.12.1991).

12. Smernica Rady 91/271/EHS z 21. mája 1991 o čistení mestských odpadových vôd (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 135, 30. 05.1991) v znení smernice Komisie 98/15/ES z 27. februára 1998 (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 67, 07. 03.1998).

13. Smernica Rady 91/676/EHS z 12. decembra 1991 o ochrane vôd pred znečistením dusičnanmi z poľnohospodárskych zdrojov (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 375, 31.12.1991) v znení nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1882/2003 z 29. septembra 2003 (Úradný vestník Európskej únie L 284, 31.10. 2003).

14. Smernica Rady 98/83/EHS z 3. novembra 1998 o kvalite vody určenej pre ľudskú spotrebu (pitná voda) (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 330, 05.12.1998) v znení nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1882/2003 z 29. septembra 2003 (Úradný vestník Európskej únie L 284, 31.10. 2003).

15. Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady z 23. októbra 2000 ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky (Úradný vestník Európskych spoločenstiev L 327, 22.12. 2000).

Je zrejmé, že táto kapitola má spoločné styčné body s problematikou uvedenou vo Výstupe1A (časť 4.2.4 - Metodika hodnotenia kvality podzemných vôd) a 4.2.5 (problematika bodových a difúzných zdrojov znečisťovania podzemných vôd), ako aj vo všetkých troch výstupoch z pilotného územia 1B, 2B a 5B, kde sa uplatňuje praktická aplikácia nových legislatívnych aktov v rozsahu a možnostiach riešeného projektu.

### 3.15 VÝSTUP 5A Metodika zostavenia mapy zraniteľnosti M 1:200 000 (4.4.1)

V riešení uvedenej problematiky je pre pilotné územie zostavená mapa zraniteľnosti novou metodikou, pozostávajúcou z kombinácie viacerých prvkov a z metodického hľadiska riešená v dvoch krokoch:

#### KROK č. 1

- priepustnosť horninového prostredia - daná jeho koeficientom filtrácie
- hrúbka nenasýtenej zóny - daná rozdielom povrchu terénu a úrovňou najvyššej časti prvého zvodnenca pod terénom

#### KROK č. 2

- potenciálnou plošnou distribúciou znečisťujúcich látok – vychádza sa z typu využitia územia ako potenciálneho plošného zdroja kontaminácie, ktorý môže kontaminovať podzemné vody rôznymi druhmi ľudských aktivít.

Na tomto podklade riešenia uvedeného v KROKU č. 1 je vypracované hodnotenie zraniteľnosti podzemnej vody podľa koeficientu zraniteľnosti Z:

$$Z = -150 (\log k \cdot h)^{-1}$$

kde:

k - stredná hodnota koeficientu filtrácie horninového celku [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

h - stredná hodnota úrovne hladiny podzemných vôd pod terénom [m]

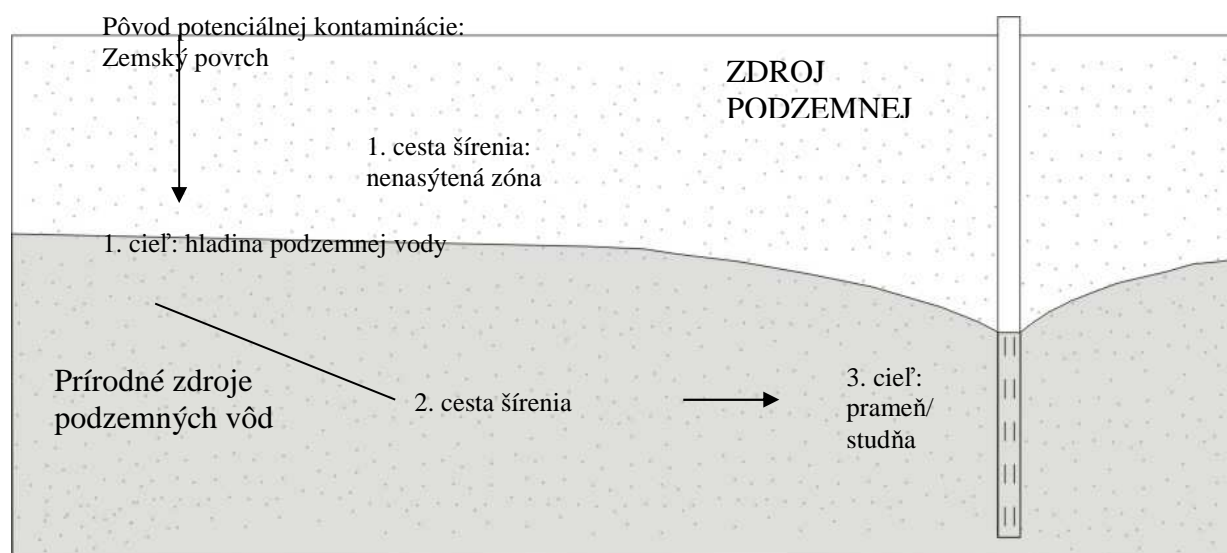
Celkové skóre zraniteľnosti podzemných vôd sa pohybuje podľa doterajších skúseností v intervale 2 – 22  $\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$ . Horninové celky s hodnotou  $Z > 11 \text{ s}\cdot\text{m}^{-2}$  sú potom považované za oblasti s vysokou zraniteľnosťou, so žiadnou alebo len veľmi slabou prirodzenou ochranou podzemných vôd. Stredná prirodzená ochrana podzemných vôd, resp. mierna zraniteľnosť je pripísaná horninovému prostrediu s výsledným skóre koeficientu zraniteľnosti Z približne od 7  $\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$  do 11  $\text{s}\cdot\text{m}^{-2}$ . Oblasť, pre ktoré je konštatovaná dobrá prirodzená ochranná funkcia nenasýtenej zóny a teda nízka zraniteľnosť podzemných vôd, majú výsledné hodnoty  $Z < 7 \text{ s}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Riešenie v KROKU č. 2 bude oproti doterajšiemu metodickému postupu zahrňovať nový aspekt – typ využitia krajiny.

Mapy zraniteľnosti podzemných vôd začali nadobúdať významnú úlohu pri definovaní a identifikácii potenciálne znečisťujúcich aktivít, ako aj pri upozorňovaní na význam podzemných vôd pri významných investičných zámeroch a plánovaní využitia krajiny.

Hoci termíny „zraniteľnosť“ a „mapy zraniteľnosti“ nie sú vždy exaktne definovateľné, samotné mapy zraniteľnosti sa v súčasnosti stávajú základnou súčasťou metód ochrany podzemnej vody a cenným nástrojom pri environmentálnom manažmente.

Základná koncepcia uvedeného rozšíreného riešenia je zrejmä z obr. 1. Vychádzame z modelu „pôvod - cesta šírenia - cieľ“ pre mapovanie zraniteľnosti podzemnej vody.

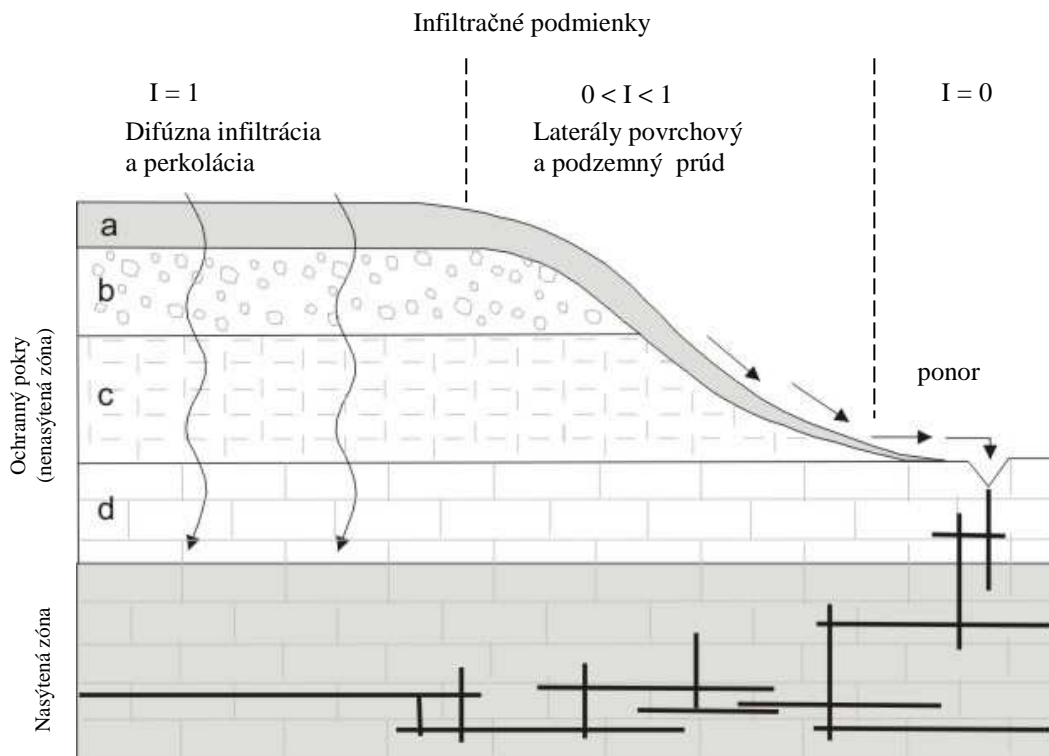


Obr. 3.15.1 Ilustrácia modelu „pôvod - cesta šírenia - cieľ“ pre mapovanie zraniteľnosti podzemnej vody a koncept ochrany prírodných zdrojov podzemných vôd a ochrany zdrojov podzemných vôd (resources vs. sources)

Podstatou riešenia je použitie princípu tzv. PI metódy (obr.3.15.2), ale modifikovanom pre podmienky pilotného územia.

Faktor „P“ berie do úvahy efektívitu ochranného pokryvu ako funkciu hrúbky a hydraulických vlastností všetkých vrstiev medzi povrchom zeme a hladinou podzemnej vody. Ochranná vrstva pozostáva zo 4 vrstiev: a- povrchová pôdna vrstva (ornica, topsoil), b- podzákladie (B horizont, subsoil, neskrasovatené horniny), nenasýtená krasová hornina. V nami modifikovanom prostredí je faktor P charakterizovaný hodnotami Z - hodnotenie zraniteľnosti podzemnej vody podľa koeficientu zraniteľnosti Z, pričom  $Z = -150 (\log k \cdot h)^{-1}$ , kde: k - stredná hodnota koeficientu filtrácie horninového celku [ $m \cdot s^{-1}$ ] a h - stredná hodnota úrovne hladiny podzemných vôd pod terénom [m].

Faktor „I“ charakterizuje stupeň do ktorého je ochranná vrstva „narušená“ (obchádzaná) laterálnym povrchovým a podzemným tokom (prúdením vody), ktoré sa vyskytuje v povodiach s ponormi. V nami modifikovanom prostredí však je faktor I pre „mimokrasové oblasti“ charakterizovaný potenciálnym plošným environmentálnym rizikom, vyplývajúcim z typu využitia krajiny (informácia z Corine Landuse).



Obr. 3.15.2 Ilustrácia PI metódy. Faktor „P“ berie do úvahy efektívitu ochranného pokryvu ako funkciu hrúbky a hydraulických vlastností všetkých vrstiev medzi povrchom zeme a hladinou podzemnej vody. Ochranná vrstva pozostáva zo 4 vrstiev: a-povrchová pôdna vrstva (ornica, topsoil), b-podzákladie (B horizont, subsoil), neskrasovatené horniny, nenasýtená krasová hornina. Faktor „I“ ukazuje stupeň do ktorého je ochranná vrstva



„narušená“ (obchádzaná) laterálnym povrchovým a podzemným tokom (prúdením vody), ktoré sa vyskytuje v povodiach s ponormi.

Všeobecná legenda mapy zraniteľnosti podľa materiálov COST 620 je uvedená na obr. 3.15.3

Obr. 3.15.3 Všeobecná legenda pre mapu zraniteľnosti a pre P-mapu a I-mapu v zmysle materiálov COST 620.

Mapa zraniteľnosti zraniteľnosť podzemnej vody		P-mapa ochranná funkcia nadložných (pokryvných) vrstiev		I-mapa stupeň narušenia ochrannej funkcie	
popis	□-faktor	popis	P-faktor	popis	I-faktor
	extrémna 0-1	veľmi nízka	1	veľmi vysoký	0.0-0.2
	vysoká >1-2	nízka	2	vysoký	0.4
	stredná >2-3	stredná	3	stredný	0.6
	nízka >3-4	vysoká	4	nízky	0.8
	veľmi nízka >4-5	veľmi vysoká	5	veľmi nízky	1.0

Pre potreby riešenia projektu budeme vyššie načrtnutý obecný princíp modifikovať tak, aby sa konečné vyjadrenie zrealizovalo v trojstupňovej podobe za využitia tzv. semaforového princípu pre plošné vyjadrenie. Je však zrejmé, že konečné črty navrhovanej metodiky môžu byť precizované až v konkrétnej aplikácii na pilotnom území (pri metodikách zostavovania máp zraniteľnosti platí pravidlo „šitia na mieru“).

Pre realizáciu syntetickej (konečnej) mapy postupujeme prostredníctvom prípravy dvoch pomocných máp a ich “prekrytia” za pomoci GIS- technik princípom sčítania hodnôt podmnožín.

Postup zostavenia mapy zraniteľnosti je v základných krokoch nasledovný:

Stanovenie čiastkového skóre  $S_1$  - výpočet koeficientu zraniteľnosti  $Z$  - hodnotenie zraniteľnosti podzemnej vody podľa koeficientu zraniteľnosti  $Z$ , pričom  $Z = -150 (\log k \cdot h)^{-1}$ , kde:  $k$  - stredná hodnota koeficientu filtrácie horninového celku [ $m \cdot s^{-1}$ ] a  $h$  - stredná hodnota úrovne hladiny podzemných vôd pod terénom [ $m$ ] a plošné vyjadrenie zraniteľnosti podzemnej vody podľa koeficientu zraniteľnosti  $Z$ .

Čiastkové skóre  $S_1$  je teda reprezentované hodnotami  $Z$ , ktoré sú na základe štatistického spracovania výsledkov z konkrétneho územia farebne mapovo vyjadrené ako rozpätia hodnôt  $Z$  v kategóriách  $Z_1$ ,  $Z_2$  a  $Z_3$ , ale pre ďalšie spracovanie sa dá narábať aj s individuálnymi hodnotami. Pre mapové vyjadrenie je teda akceptovaná schéma (pozri tiež obr. 4):

Červená farba: $Z > 11$	$Z_1$ – žiadna alebo veľmi slabá prirodzená ochrana
Žltá farba: $Z = 7 - 11$	$Z_2$ – priemerná prirodzená ochrana
Zelená farba: $Z < 7$	$Z_3$ dobrá prirodzená ochrana

Stanovenie čiastkového skóre  $S_2$  – výpočet I- faktora – je založený na zohľadnení potenciálnej plošnej distribúcie nešpecifikovaných znečisťujúcich látok – vychádza sa z typu využitia krajiny, teda potenciálne možnej kontaminácie podzemných vôd z plošných (difúzných) zdrojov rôznymi druhmi ľudských aktivít. Výpočet I- faktora vychádza z pripočítania ekvivalentnej hodnoty  $Z$  (viď obr. 4) pre stanovenú jednotkovú plochu v spracovaní technikou GIS „zosilňujúcim faktorom“, pričom sa vychádza z nasledujúcej schémy (klasifikácie) typu využitia krajiny (pozri tiež obr. 3.13.4):

**I<sub>1</sub> – zosilňujúci faktor 10** – urbanizované a technizované areály, priemyselné, obchodné a dopravné areály, priemyselné a obchodné areály, areály ťažby, skládok a výstavby, sídelná zástavba, nesúvislá sídelná zástavba,

**I<sub>2</sub> – zosilňujúci faktor 6** – poľnohospodárske areály, areály tráv, lúky a pasienky, heterogénne poľnohospodárske areály, orná pôda, nezavlažovaná orná pôda, mozaika polí, lúk a trvalých kultúr, prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie

**I<sub>3</sub> – zosilňujúci faktor 2** lesné a poloprirodné areály, prechodné leso – kroviny, listnaté lesy, ihličnaté lesy, zmiešané lesy, vresoviská a slatiny,

**Stanovenie celkového skóre S** – výpočet celkového skóre predstavuje súčet hodnôt čiastkového skóre plôch  $S_1$  a  $S_2$  (I a Z – mapy) v zmysle ako to je uvedené na obr. 4 a schéme (obr. 6). V princípe sa bude jednať o sčítanie informačných vrstiev, ktoré vzniknú z uvedeného súčtu podmnožín  $S_1 + S_2$  podľa schémy (tab. 3.13.1).

Tab. 3.15.1 Kombinácia hodnotenia I a Z – máp do výslednej mapy

Z – mapa \ I – mapa	10	6	2
>11	>21	>17	>13
7 – 11	12 - 21	13 - 17	9 - 13
<7	<17	<13	<9

Z tab. 3.15.1 je zrejmé, že kritériá výsledného hodnotenia sú pomerne prísne. Ako príklad možno uviesť kombináciu dobrej prirodzenej ochrany zvodnenca a veľmi vysokého potenciálneho zdroja kontaminácie, z ktorého môže kontaminant za určitých predpokladov prekonať ochrannú funkciu nadložných vrstiev a dosiahnuť hladinu podzemnej vody.

V poslednom kroku budú stanovené konečné hranice korekciou výsledného skóre zraniteľnosti ako prienik (súčet) reálnych hraníc podmnožín  $S_1$  (Z- mapa) a  $S_2$  (I- mapa) podľa kritérií kombinácií v schéme (tab. 3.15.1).

Celý proces hodnotenia zraniteľnosti pri použití programu MapInfo dokumentuje obr. 3.15.5, ako príklad je použitá hydrogeologická štruktúra VII – Podkonická.

V takto zostavenej mape je zraniteľnosť podzemných vôd vyjadrená kombináciou deviatich možností reálneho zastúpenia výslednej zraniteľnosti v troch kategóriách za využitia semaforového princípu nasledovne:




Červená farba: **S hodnoty (> 13)** – vysoká až extrémne vysoká

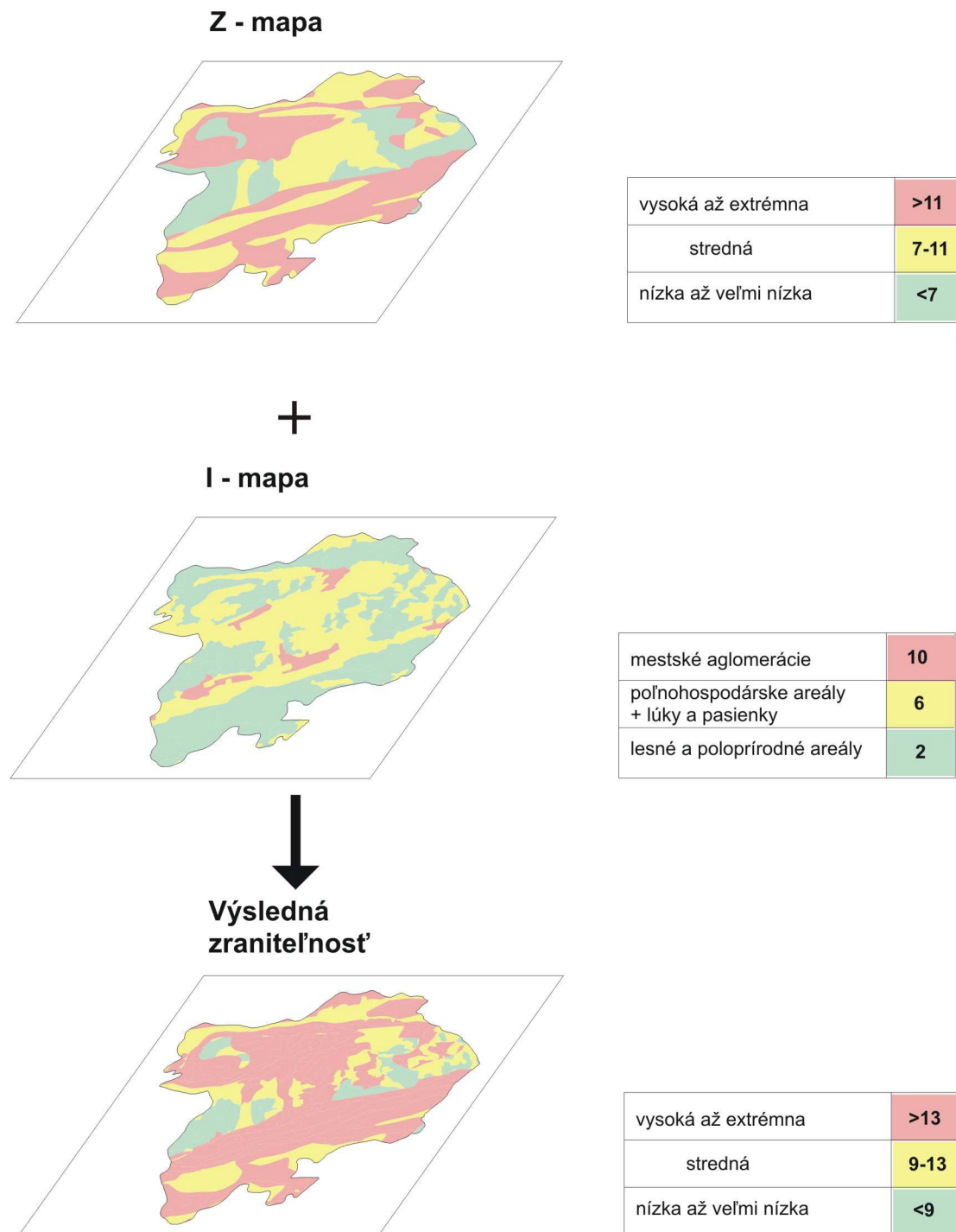
Žltá farba: **S hodnoty (od 9 – do 13)** – stredná

Zelená farba:           **S hodnoty (< 9)** - nízka až veľmi nízka

Modifikovaný návrh legendy pre mapu zraniteľnosti pilotného územia prezentujeme na obr. 3.15.4.

Obr. 3.15.4 Modifikovaný návrh legendy pre mapu zraniteľnosti pilotného územia

Mapa zraniteľnosti		Z-mapa ochranná funkcia nadložných (pokryvných) vrstiev  hodnotenie podľa koeficientu zraniteľnosti Z		I-mapa stupeň narušenia ochranej funkcie  Charakterizovaný potenciálnym environmentálnym rizikom, vyplývajúcim z typu využitia krajiny	
Popis	celkové skóre (S)	popis	Z-faktor (čiasťkové skóre S <sub>1</sub> )	popis	I-faktor čiasťkové skóre S <sub>2</sub> )
 vysoká až extrémne vysoká	Z <sub>1</sub> + I <sub>1</sub>	žiadna alebo veľmi slabá prirodzená ochrana	Z <sub>1</sub> (Z > 11)	veľmi vysoký  (územie umelo pretvorené: mestská zástavba, priemyselné a obchodné zóny, komunikácie, intravilány,  z prírodných oblastí sem patria krasové územia	I <sub>1</sub> (Z <sub>1</sub> = 10)  (zosilňujúci faktor 10)
 stredná	Z <sub>2</sub> + I <sub>2</sub>	priemerná prirodzená ochrana	Z <sub>2</sub> (Z=7 –11)	stredný  (poľnohospodárske plochy, umelo upravené zelené plochy nepoľnohospodárske, povrchové vody, košiare)	I <sub>2</sub> (Z <sub>2</sub> = 6)  (zosilňujúci faktor 6)
 nízka až veľmi nízka	Z <sub>3</sub> + I <sub>3</sub>	dobrá prirodzená ochrana	Z <sub>3</sub> (Z < 7)	nízky  (lesy a prostredie poloprirodné)	I <sub>3</sub> (Z <sub>3</sub> = 2)  (zosilňujúci faktor 2)



Obr. 3.15.5 Schéma postupu hodnotenia zraniteľnosti

## VÝSTUP No. 5 B

### **Spracovali: Dušan Bodiš – Kamil Vrana**

#### **3.16 (5B) Mapa zraniteľnosti pilotnej oblasti v mierke 1:100 000 (4.4.1)**

##### **3.16.1 Úvod**

Pre mapu zraniteľnosti pilotného územia v mierke 1:100 000 je zostavená metodika tak, aby samotné spracovanie bolo prispôsobené požadovaným cieľom projektu, avšak s maximálnym dôrazom na výber najvhodnejšieho prístupu, zohľadňujúc v súčasnosti používané metodické postupy pre spracovanie máp zraniteľnosti a dostupnosť relevantných údajov pre ich spracovanie.

Rámcová smernica Európskej únie o vodách 2000/60/EC (RSV) považuje podzemné vody za znečistené už od momentu, kedy prvá molekula znečisťujúcich látok dosiahne úroveň hladiny podzemnej vody. Z tohto dôvodu je potom potrebné dôsledne rozlišovať zraniteľnosť jednotlivých zdrojov podzemnej vody akými sú napr. studne alebo pramene (anglický ekvivalent“ source vulnerability), kde môžeme rátať s procesmi prirodzeného odbúravania znečistenia počas prúdenia podzemnej vody v horninovom prostredí, a zraniteľnosť zvodne – telesa podzemnej vody (anglický ekvivalent groundwater body / resource vulnerability). Takto zostavované mapy nazývame mapami zraniteľnosti zdrojov podzemnej vody. Pri hodnotení zraniteľnosti zvodne je hodnotená iba dráha znečisťujúcich látok od zemského povrchu po dosiahnutie hladiny podzemnej vody. Takto zostavované mapy nazývame mapami zraniteľnosti podzemnej vody. Z toho následne vyplýva, že pri zostavovaní máp zraniteľnosti podzemnej vody sa môžeme zaoberať iba procesmi odohrávajúcimi sa medzi povrchom terénu a prvým zvodnencom pod terénom. Takto bola definovaná zraniteľnosť podzemnej vody v rámci projektu COST 620 „Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers“ („*Mapy zraniteľnosti a ohrozenia pre ochranu karbonátových (krasových) kolektorov*“), koordinovaného Európskou komisiou v rokoch 1997 – 2003. Projektu sa zúčastnili špecialisti zo 16 európskych krajín vrátane Slovenska. V rámci tohto projektu vypracovaná metodika hodnotenia zraniteľnosti podzemných vôd („European approach“), pomocou ktorej je možné hodnotiť zraniteľnosť podzemnej vody v ľubovoľnom type zvodnenca, pričom je možné zahrnúť špecifiká ľubovoľných typov priepustnosti horninového prostredia. Ďalším prínosom je zohľadňovanie reálnych fyzikálnych vlastností horninového prostredia a transportu polutantov cez rôzne horniny vyjadreného prechodovou

krivkou. Na základe týchto prác sa za najdôležitejšie kritérium, overené matematickým modelovaním šírenia sa konzervatívneho kontaminantu v horninovom prostredí považuje celková hrúbka a priepustnosť nenasýtenej zóny.

Pri konečnom spracovaní metodického postupu zostavenia mapy zraniteľnosti vychádzame primárne z potrieb, ktoré si vyžaduje implementácia RSV. Cieľom zostavovania máp zraniteľnosti je identifikovať najzraniteľnejšie oblasti podzemných vôd a prioritizovať ich. Mapa zraniteľnosti môže takto pomôcť nájsť v rozhodovacom procese vedecky podložený podklad pre „vybalancovanie“ potrieb medzi ochranou podzemných vôd a socioekonomickými aspektami rozvoja územia.

### **3.16.2 Metodika zostavenia mapy v pilotnom území**

Použitá metodika je teda orientovaná na zostavenie mapy zraniteľnosti podzemných vôd – čo je v súlade s celkovou politikou implementácie RSV, nakoľko sa sústreďujeme na celkový objem podzemných vôd hydrogeologického útvaru, regiónu, či štruktúry.

Z uvedeného pohľadu zraniteľnosť podzemných vôd predstavuje schopnosť prírodného prostredia odolávať potenciálnemu znečisteniu (prírodná imunita) – ide o vnútornú vlastnosť (danosť) hydrogeologického prostredia. Hodnotenie a kartografické vyjadrenie zraniteľnosti podzemných vôd vyplýva z reálnych fyzikálnych vlastností horninového prostredia. Na základe súčasných prác riešených v Európskej únii sa za najdôležitejšie kritérium, overené matematickým modelovaním šírenia sa konzervatívneho kontaminantu v horninovom prostredí považuje celková hrúbka a priepustnosť nenasýtenej zóny.

Použitá metodika v základnej podobe bola v minulosti aplikovaná P. Malíkom (in K. Vrana 2001) pri zostavovaní máp zraniteľnosti podzemných vôd pre hodnotiaci proces potenciálnych bodových zdrojov znečisťovania v rezorte Ministerstva obrany SR (súčasť projektu MŽP SR v rokoch 2001 – 2004).

Pôvodným zámerom bolo zostaviť v rámci projektu mapu zraniteľnosti pilotného územia v mierke 1: 200 000. Zhromaždené podklady však umožnili zostaviť mapu v podrobnejšej mierke 1:100 000.



V riešení uvedenej problematiky bola pre pilotné územie zostavená mapa zraniteľnosti kombináciou nasledovných prvkov a z metodického hľadiska v dvoch krokoch:

#### KROK č. 1

- **priepustnosť horninového prostredia** daná jeho koeficientom filtrácie
- **hrúbka nenasýtenej zóny** daná rozdielom povrchu terénu a úrovňou najvyššej časti prvého zvodnenca pod terénom

#### KROK č. 2

- **potenciálna distribúcia znečisťujúcich látok** – vychádza sa z typu využitia územia, teda potenciálne možnej kontaminácie podzemných vôd rôznymi druhmi ľudských aktivít.

Na tomto podklade riešenia uvedeného v KROKU č. 1 je vypracované hodnotenie zraniteľnosti podzemnej vody podľa koeficientu zraniteľnosti Z:

$$Z = -150 (\log k \cdot h)^{-1}$$

kde:

k - stredná hodnota koeficientu filtrácie horninového celku [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]

h - stredná hodnota úrovne hladiny podzemných vôd pod terénom [m]

Celkové skóre zraniteľnosti podzemných vôd sa pohybuje podľa doterajších skúseností v intervale  $2 \text{ s}\cdot\text{m}^{-2}$  –  $22 \text{ s}\cdot\text{m}^{-2}$ . Horninové celky s hodnotou  $Z > 11 \text{ s}\cdot\text{m}^{-2}$  sú potom považované za regióny s vysokou zraniteľnosťou, so žiadnou alebo len veľmi slabou prirodzenou ochranou podzemných vôd. Stredná prirodzená ochrana podzemných vôd, resp. mierna zraniteľnosť je pripísaná horninovému prostrediu s výsledným skóre koeficientu zraniteľnosti Z približne od  $7 \text{ s}\cdot\text{m}^{-2}$  do  $11 \text{ s}\cdot\text{m}^{-2}$ . Regióny, pre ktoré je konštatovaná dobrá prirodzená ochranná funkcia nenasýtenej zóny a teda nízka zraniteľnosť podzemných vôd, majú výsledné hodnoty  $Z < 7 \text{ s}\cdot\text{m}^{-2}$ .

Podstatou riešenia je použitie princípu tzv. PI metódy (pozri metodický výstup 1A), ale modifikovanom pre podmienky pilotného územia.

Faktor „P“ berie do úvahy efektívnosť ochranného pokryvu ako funkciu hrúbky a hydraulických vlastností všetkých vrstiev medzi povrchom zeme a hladinou podzemnej vody. V nami

modifikovanom prostredí je faktor P charakterizovaný hodnotami Z - hodnotenie zraniteľnosti podzemnej vody podľa koeficientu zraniteľnosti Z, pričom  $Z = -150 (\log k \cdot h)^{-1}$ , kde: k - stredná hodnota koeficientu filtrácie horninového celku [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ] a h - stredná hodnota úrovne hladiny podzemných vôd pod terénom [m].

Faktor „I“ ukazuje stupeň do ktorého je ochranná vrstva „narušená“ (obchádzaná) laterálnym povrchovým a podzemným tokom (prúdením vody), ktoré sa vyskytuje napr. v povodiach s ponormi. V nami modifikovanom prostredí je však faktor I pre „mimokrasové oblasti“ charakterizovaný potenciálnym environmentálnym rizikom, vyplývajúcim z typu využitia územia.

Pre potreby riešenia projektu bol obecný princíp metodický postup (metodický výstup 1A) modifikovaný tak, aby sa konečné vyjadrenie zrealizovalo v trojstupňovej podobe za využitia tzv. semaforového princípu pre plošné vyjadrenie.

Pre realizáciu syntetickej mapy prostredníctvom prípravy dvoch pomocných máp a ich prekrytia” za pomoci GIS-technik bolo územie rozčlenené na základe štvorcovej siete na “jednotkové” plochy 50 x 50 m.

Postup zostavenia mapy zraniteľnosti bol v základných krokoch nasedovný:

Stanovenie čiastkového skóre  $S_1$  - výpočet koeficientu zraniteľnosti Z - hodnotenie zraniteľnosti podzemnej vody podľa koeficientu zraniteľnosti Z, pričom  $Z = -150 (\log k \cdot h)^{-1}$ , kde: k - stredná hodnota koeficientu filtrácie horninového celku [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ] a h - stredná hodnota úrovne hladiny podzemných vôd pod terénom [m] a plošné vyjadrenie zraniteľnosti podzemnej vody podľa koeficientu zraniteľnosti Z v pomocných mapkách s legendou.

Čiastkové skóre  $S_1$  je teda reprezentované hodnotami Z, ktoré sú na základe štatistického spracovania výsledkov z konkrétneho územia farebne mapovo vyjadrené ako rozpätia hodnôt Z v kategóriách  $Z_1$ ,  $Z_2$  a  $Z_3$ , ale pre ďalšie spracovanie sa dá narábať aj s individuálnymi hodnotami. Pre mapové vyjadrenie je teda akceptovaná schéma:

Červená farba:  $Z > 11$        $Z_1$  – žiadna alebo veľmi slabá prirodzená ochrana

Žltá farba:       $Z = 7 - 11$        $Z_2$  – priemerná prirodzená ochrana

Zelená farba:       $Z < 7$        $Z_3$  dobrá prirodzená ochrana

Stanovenie čiastkového skóre  $S_2$  – výpočet I-faktora – je založený na zohľadnení potenciálnej distribúcie nešpecifikovaných znečisťujúcich látok – vychádza sa z typu využitia územia, teda potenciálne možnej kontaminácie podzemných vôd rôznymi druhmi ľudských aktivít. Výpočet I-faktora vychádza z násobenia ekvivalentnej hodnoty  $Z$  pre stanovenú jednotkovú plochu v spracovaní technikou GIS „zosilňujúcim faktorom“, pričom sa vychádza z nasledujúcej schémy (klasifikácie) typu využitia územia:

$I_1$  – zosilňujúci faktor 10 – urbanizované a technizované areály, priemyselné, obchodné a dopravné areály, priemyselné a obchodné areály, areály ťažby, skládok a výstavby, sídelná zástavba, nesúvislá sídelná zástavba,

$I_2$  – **zosilňujúci faktor 7** – poľnohospodárske areály, areály tráv, lúky a pasienky, heterogénne poľnohospodárske areály, orná pôda, nezavlažovaná orná pôda, mozaika polí, lúk a trvalých kultúr, prevažne poľnohospodárske areály s výrazným podielom prirodzenej vegetácie

$I_3$  – **zosilňujúci faktor 2** lesné a poloprirodné areály, prechodné lesy – kroviny, listnaté lesy, ihličnaté lesy, zmiešané lesy, vresoviská a slatiny,




**Stanovenie celkového skóre  $S$**  – výpočet celkového skóre predstavuje súčin hodnôt čiastkového skóre  $S_1$  a  $S_2$ . V princípe sa jedná o rozdelenie informačnej vrstvy, ktorá vznikne z uvedeného súčinu  $S_1 \times S_2$  vyjadreného plošne na grid o strane 500 m. Každéj bunke gridu pomocou metódy krigingu je vypočítaná číselná hodnota. Kriging je urobený za nasledujúcich podmienok: vyhľadávací polomer 5 km, v kružnici s daným vyhľadávacím polomerom musí byť minimálne 20 buniek. Výsledná distribúcia hodnôt celkového skóre je urobená pre potreby zosúladenia jednotlivých kombinácií výsledných hodnôt skóre. Vypočítané hodnoty celkového skóre sú podľa výsledkov štatistického spracovania rozdelené na štyri intervaly, z ktorých pomocou izolínií je zostavená nová informačná vrstva distribúcie celkového skóre  $S$ . V poslednom kroku sú stanovené konečné hranice korekciou výsledného skóre zraniteľnosti ako prienik reálnych hraníc  $S_1$  a  $S_2$ .

V mape zraniteľnosti zostavenej pre pilotné územie je teda zraniteľnosť podzemných vôd vyjadrená kombináciou deviatich možností reálneho zastúpenia výslednej zraniteľnosti v troch kategóriách za využitia semaforového princípu nasledovne:

Červená farba:	S hodnoty (>11) – vysoká až extrémne vysoká
Žltá farba:	S hodnoty (7 – 11) – stredná
Zelená farba:	S hodnoty (<7) - nízka až veľmi nízka

Modifikovaný návrh legendy pre mapu zraniteľnosti pilotného územia prezentujeme na **obr. 3.16.1.**

Obr. 3.16.1 Modifikovaný návrh legendy pre mapu zraniteľnosti pilotného územia

Mapa zraniteľnosti		Z-mapa		I-mapa	
zraniteľnosť podzemnej vody		ochranná funkcia nadložných (pokryvných) vrstiev		stupeň narušenia ochrannej funkcie	
		hodnotenie podľa koeficientu zraniteľnosti Z		Charakterizovaný potenciálnym environmentálnym rizikom, vyplývajúcim z typu využitia územia	
popis	celkové skóre (S)	popis	Z-faktor (čiasťkové skóre S <sub>1</sub> )	popis	I-faktor (čiasťkové skóre S <sub>2</sub> )
 vysoká až extrémne vysoká	Z <sub>1</sub> + I <sub>1</sub>	žiadna alebo veľmi slabá prirodzená ochrana	Z <sub>1</sub> (Z > 11)	<b>veľmi vysoký</b> (územie umelo pretvorené: mestská zástavba, priemyselné a obchodné zóny, komunikácie, intravilány, z prírodných oblastí sem patria krasové územia)	I <sub>1</sub> (Z <sub>1</sub> x 10)  (zosilňujúci faktor 10)
 stredná	Z <sub>2</sub> + I <sub>2</sub>	priemerná prirodzená ochrana	Z <sub>2</sub> (Z=7 –11)	<b>stredný</b>  (poľnohospodárske plochy, umelo upravené zelené plochy nepoľnohospodárske, povrchové vody, košiare)	I <sub>2</sub> (Z <sub>2</sub> x 7)  (zosilňujúci faktor 7)
 nízka až veľmi nízka	Z <sub>3</sub> + I <sub>3</sub>	dobrá prirodzená ochrana	Z <sub>3</sub> (Z < 7)	<b>nízky</b> (lesy a prostredie poloprírodné)	I <sub>3</sub> (Z <sub>3</sub> x 2)  (zosilňujúci faktor 2)

### 3.16.3 Diskusia legendy mapového výstupu

Základným výstupom mapy zraniteľnosti pilotného územia (Príloha 5B-1) zostavenej na základe prezentovanej novej metodiky je diferenciácia územia na 3 typy výslednej zraniteľnosti podzemných vôd:

- územie s vysokou až extrémne vysokou zraniteľnosťou podzemných vôd
- územie so strednou zraniteľnosťou podzemných vôd
- územie s nízkou až veľmi nízkou zraniteľnosťou podzemných vôd.

Za verifikáciu správnosti navrhovanej metodiky možno považovať výsledok zostavenej mapy.

Vysoká až extrémne vysoká zraniteľnosť podzemných vôd bola vymapovaná ako vo vysoko zraniteľnom hydrogeologickom prostredí mezozoických karbonátov s nízkym stupňom osídlenia (Veľká Fatra, južné svahy nízkych Tatier), vrátane skrasovateného územia na Muránskej planine, tak aj v oblasti osídlených údolí, hlavne samotnej riečnej nivy Hrona, s významným stupňom osídlenia, infraštruktúry, priemyselnej a poľnohospodárskej výroby. V prvom prípade je vysoká až extrémna zraniteľnosť výsledkom vastností samotného prírodného prostredia (kombinácia hydrogeologických štruktúr v krasovo-puklinovom a puklinovom prostredí mezozoických karbonátov a prevažujúceho prostredia lesov a poloprírodných areálov z hľadiska využitia územia), v druhom prípade je vysoká zraniteľnosť výsledkom značného environmentálneho stresu v mestských aglomeráciách a intravilánoch obcí, priemyselných zónach a v zónach s vysokým stupňom poľnohospodárskej výroby.

**Stredný stupeň zraniteľnosti** podzemných vôd je vymapovaný v prechodných územiach medzi prvým a tretím stupňom. Za špecifické však možno považovať územie veporického kryštalinika v JV časti pilotného územia a tatrického paleozoika -?proterozoika v severnej časti pilotného územia. Vyšší stupeň zraniteľnosti podzemných vôd oproti iným terénom kryštalinika možno pripísať vlastnostiam zvetrainového plášťa (plytký obeh podzemných vôd s dobrou možnosťou prieniku znečisťujúcich látok kvôli vcelku dobrej priepustnosti zvetralinovej vrstvy. Ide však o potenciálny typ zraniteľnosti podzemných vôd, nakoľko tieto terény sa vyznačujú absolútnou prevahou lesov a poloprírodných areálov z hľadiska typu využitia územia. Za špecifické možno považovať aj postavenie územia so stredným stupňom zraniteľnosti podzemných vôd v zóne Harmanec - Turecká – Krížna – Repište, čo je

podmienené geologickou stavbou (územie s prevahou nízkopriepustných bridličnatých vápencov, ílovitých vápencov a slieňovcov v obkolesení mezozoických karbonátov s vysokou potenciálnou zraniteľnosťou podzemných vôd). Pre túto kategóriu je charakteristický tiež určitý stupeň poľnohospodárskeho využitia územia a extenzívny rozvoj turistiky.

**Nízka až veľmi nízka zraniteľnosť podzemných vôd** je charakteristická pre ostatnú časť rozľahlých kryštalinických masívov (Nízke Tatry, Veporské vrchy), kde prevažuje dobrá ochranná schopnosť pôdneho pokryvu v areáloch lesov a v poloprírodných areáloch z hľadiska typu využitia územia, t.j. s veľmi nízkym stupňom ľudských aktivít.

Pre názornosť je v **prílohe 5B-2** uvedená mapa zraniteľnosti pilotného územia s naloženými potenciálnymi bodovými zdrojmi znečistenia podzemných vôd. Jedná sa predovšetkým o haldy a štôlne s rudnou mineralizáciou, ktoré sú charakteristické pre oblasť pilotného územia. Táto vlastne dokresľuje situáciu o možnosti kontaminácie podzemných vôd z bodových zdrojov v kombinácii so zraniteľnosťou v prípade, ak ich je väčšie množstvo na určitej ploche, resp. samostatne je bodový zdroj taký intenzívny, že negatívne ovplyvňuje kvalitu podzemných vôd. V kombinácii so zraniteľnosťou a mapou chemického zloženia je možné hodnotiť príslušnú oblasť komplexne. Ako príklad môžeme uviesť vyčlenené plochy zvýšených obsahov sumy kovov v mape chemického zloženia podzemných vôd. Charakteristicky zvýšené obsahy hlavne arzénu v podzemnej vode sú v oblasti Valachovo, Kumštové sedlo, Kralička. Táto oblasť sa nachádza v území z hľadiska zraniteľnosti vyčlenenom ako s nízkou a veľmi nízkou zraniteľnosťou. Sústredený výskyt mineralizovaných zón s banskými prácami tu spôsobil mobilizáciu arzénu z horninového prostredia do podzemnej vody a možno povedať, že z tohto pohľadu je uvedená oblasť zraniteľná. Podobne v oblasti Lomnistej, Jasenianskej a Bukoveckej doliny sa nachádzajú bodové zdroje s obsahom najmä As, menej Sb a Cd a vytvárajú pomerne veľkú plochu, ktorá má JZ – SV priebeh a indikuje prejav zrudnenia v tejto oblasti. Celá oblasť so zvýšenými obsahmi uvedených kovov sa nachádza z hľadiska zraniteľnosti v území ako s vysokou až extrémne vysokou, tak strednou a nízkou až veľmi nízkou zraniteľnosťou podzemnej vody. Podzemná voda však v tomto prípade nie je uchránená ani v oblasti s veľmi nízkou zraniteľnosťou pred prienikom kontaminantov. Rovnaká situácia je aj v oblasti Starých Hôr a Harmanca. Na záver je dôležité zdôrazniť význam kumulovaných potenciálnych bodových zdrojov hald a štôlní s rudnou mineralizáciou, v pilotnom území viazaných najmä na mineralizované a rudné zóny, na charakter zraniteľnosti podzemných vôd. Môžeme povedať, že prítomnosť týchto bodových zdrojov prakticky znižuje zraniteľnosť podzemnej vody.

Ostatné potenciálne bodové zdroje kontaminácie sa v kombinácii mapy zraniteľnosti a mapy chemického zloženia podzemných vôd prejavujú v oveľa menšej miere a dôležitý poznatok je, že nie plošne, ale iba bodovými anomáliami s výskytom kontaminantov. Pretože sa jedná vo väčšine prípadov o skládky komunálneho odpadu, hlavnými kontaminantami sú amónne ióny, dusičnany, sírany a charakteristicky vyššie hodnoty celkovej mineralizácie vôd.



### 3.17 References

- Aller L, Bennett T, Lehr JH, Petty RJ (1987) DRASTIC: a standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeological settings. US Environmental Protection Agency, Oklahoma
- Batsche H, Bauer F, Behrens H, Buchtela K, Dombrowski HJ, Geisler R, Geyh MA, Hätzl H, Hribar F, Käss W, Mairhofer J, Maurin V, Moser H, Neumaier F, Schmitz J, Schnitzer W A, Schreiner A, Vogg H, Zätzl J (1970) Kombinierte Karstwasseruntersuchungen im Gebiet der Donauversickerung (Baden-Württemberg) in den Jahren 1967-1969 [Combined karst water investigations in the area of the sinking Danube River (Baden-Württemberg) in the years 1967-1969]. Steir Beitr Hydrogeol 22:1-165
- Civita M, De Maio M (2000) Valutazione e cartografia automatica della vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento con il sistema parametrico SINT ACS R5 [Evaluation and automatic cartography of aquifer vulnerability using the parametric system SINTACS R5]. Pitagora Editrice, Bologna
- Committee on Valuing Ground Water (1997) Valuing ground water. economic concepts and approaches. National Academic Press, Washington, DC
- COST 65 (1995) Hydrogeological aspects of groundwater protection in karstic areas, Final report (COST action 65). European Commission, Directorate-General XII Science, Research and Development, Report EUR 16547 EN, Brussels, 446 pp
- Daly D, Dassargues A, Drew D, Dunne S, Goidscheider N, Neale S, Popescu IC, Zwahlen F (2002) Main concepts of the European approach for (karst) groundwater vulnerability assessment and mapping. Hydrogeol J 10:340-345
- DoELG/EPA/GSI (1999) Groundwater protection schemes. Department of Environment and Local Government, Environmental Protection Agency and Geological Survey of Ireland, Dublin, 24 pp
- Doerfliger N, Zwahlen F (1998) Practical guide, groundwater vulnerability mapping in karstic regions (EPIK). Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL), Bern, 56 pp
- Drew D, Hätzl H (eds) (1999) Karst hydrogeology and human activities. Impacts, consequences and implications. Int Contrib Hydrogeol 20:322
- DVGW (1995) Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete, L Teil: Schutzgebiete für Grundwasser [Guidelines for drinking water protection zones, part I: protection zones for groundwater]. Deutscher Verein des Gas und Wasserfaches e.V., DVGW Regelwerk, Arbeitsblatt WI01:23
- European Water Directive (2000) Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for community action in the field of water policy. European Commission, Brussels
- Ford D, Williams DW (1989) Karst geomorphology and hydrology. Unwin Hyman, Boston, 601 pp

- Foster SSD (1987) Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. In: Van Duijvenboden W, Van Waegeningh HG (eds) Vulnerability of soil and groundwater to pollutants, vol 38. TNO Committee on Hydrogeological Research, Proceedings and Information, The Hague, pp 69-86
- Gogu RC, Dassargues A (2000) Current trends and future challenges in groundwater vulnerability assessment using overlay and index methods. *Environ Geol* 39(6):549-559
- Goldscheider N (2002) Hydrogeology and vulnerability of karst systems: examples from the Northern Alps and Swabian Alb. PhD Thesis, Schr Angew Geol Karlsruhe, Karlsruhe, 236 pp
- Goldscheider N, Klute M, Sturm S, Hätzl H (2000) The PI method: a GIS-based approach to mapping groundwater vulnerability with special consideration of karst aquifers. *Z Angew Geol* 463:157-166
- Goldscheider N, Hätzl H, Fries W, Jordan P (2001) Validation of a vulnerability map (EPIK) with tracer tests. 7th Conference on Limestone Hydrology and Fissured Media, Besançon 20-22 September 2001. *Sci Tech Environ Mém* 13:167-170
- GSchV (1998) Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV, SR 814.201) [Swiss Water Protection Ordinance]. Swiss Federal Law, Bern
- Hälting B, Haertle T, Hohberger KR, Nachtigall KR, Villinger E, Weinzierl W, Wrobel JP (1995) Konzept zur Ermittlung der Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung [Concept for the evaluation of the protective function of the layers overlying groundwater]. *Geol Jahrb* C63:5-24
- Hätzl H (1973) Die Hydrogeologie und Hydrochemie des Einzugsgebietes der oberen Donau [Hydrogeology and hydrochemistry of the catchment area of the upper Danube River]. *Steir Beitr Hydrogeol* 25:5-102
- Klimchouk AB, Ford DC, Palmer AN, Dreybrodt W (eds) (2000) Speleogenesis, evolution of karst aquifers. National Speleological Society, Inc., Huntsville, Alabama, 527 pp
- Magiera P (2000) Methoden zur Abschätzung der Verschmutzungsempfindlichkeit des Grundwassers [Methods of assessing groundwater vulnerability]. *Grundwasser* 3:103-114
- Margat J (1968) Vulnérabilité des nappes d'eau souterraine et la pollution [Vulnerability of groundwater to pollution]. BRGM Publication 68 SGL 198 HYD, Orléans
- OVGW (1995) Richtlinie W72: Schutz- und Schongebiete (Guideline W72: protection zones). Österreichische Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, Wien, 45 pp
- Schreiner A (1992) Erläuterungen zu Blatt Hegau und westlicher Bodensee. Geol Karte 1:50,000 Baden-Württemberg [Explanations to the geological map of the Hegau region and the Western Lake Constance]. Freiburg, Stuttgart, 290 pp
- Schreiner A (1997) Erläuterungen zu Blatt 8118 Engen. Geol Karte 1:25,000 Baden-Württemberg [Explanations to the geological map of Engen]. Freiburg, 184 pp
- Villinger E (1977) Über Potentialverteilung und Störungssysteme im Karstwasser der

Schwäbischen Alb (Oberer Jura, SW Deutschland) [Potentiometric distribution and fracture systems in the karst water of the Swabian Alb, Upper Jurassic, SW Germany]. Geol Jahrb C18:3-93

Vogelsang D, Villinger E (1987) Elektromagnetische und hydrogeologische Erkundung des Donau-Aach-Karstsystems (Schwäbische Alb) [Electromagnetic and hydrogeological investigation of the Danube-Aach karst system, Swabian Alb]. Geol Jahrb C49:3-33

Vrba J, Zaporozec A (eds) (1994) Guidebook on mapping groundwater vulnerability, vol 16. Int Contrib Hydrogeol, Hannover, 131 pp

Zwahlen F (ed) (2003) Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers, final report (COST action 620). European Commission, Directorate-General XII Science, Research and Development, Brussels 297 pp (in press)