



Ekologické hodnotenie využívania podzemných vôd z hydrogeologickej štruktúry Vysoká

Juraj Orvan¹, Ladislav Tometz²

Environmental evaluation of the impact of exploitation on the groundwater source on hydrogeological structure Vysoká

There are important springs utilized as drinking water sources for a public group water supply Turňa – Drienovec – Košice in the area of Dvorníky, Turňa nad Bodvou and Drienovec. Near the trace of the water supply there is an important hydrogeological structure Vysoká, located in limestones. The Vysoká structure was until now not utilised as a groundwater source due to its dispersion and due to prevalingly hidden outlet of the groundwater beneath sedimentary rocks of the Turňa basin. Hydrogeological exploration works carried out in the past pointed at the utilization possibility of this advantageously located area. Results of recent exploration works confirmed exploitable groundwater resources in amount about 50 liters per second from the area of the Skalitý (Rocky) spring. However, there is highly probable environmental impact on the surroundings caused by exploitation of the above mentioned groundwater amount.

Key words: karst, groundwater, groundwater sources, exploitable amount and protection of groundwater.

Úvod

Územie Slovenského krasu s výskytom karbonatických hornín, ktorého súčasťou je aj lokalita Turňa – Skalitý prameň má, osobitné postavenie vo vzťahu k vodárensky významným využiteľným zásobám podzemnej vody. Významnosť hodnotenej lokality stúpa aj s tou skutočnosťou, že sa nachádza v blízkosti skupinového vodovodu Turňa – Drienovec – Košice.

Dôležitým aspektom pri narastajúcom trende exploatácie podzemných vôd je návrh ich optimálneho využívania vychádzajúci z poznatkov o kvantitatívnych možnostiach a ich kvalitatívnej vhodnosti. Za týmto účelom je nutné zabezpečiť ochranu podzemných vôd v daných podmienkach tak, aby boli zohľadnené hydroekologické potreby krajiny.

Prehľad prírodných pomerov

Hodnotené územie ako súčasť Slovenského krasu sa nachádza v jeho jv. časti, asi 2 km S od obce Turňa nad Bodvou.

Z klimatického hľadiska leží v mierne vlhkom teplom okrsku mierne vlhkej podoblasti teplej oblasti s chladnou zimou. Územie odvodňuje Skalitý potok, ktorý sa vlieva do Drienoveckého potoka a ten do hlavného recipientu územia, ktorý predstavuje Bodva. Podľa režimu odtoku patrí Bodva medzi toky vrchovinovo-nížinnej oblasti s dažďovo-snehovým typom režimu odtoku.

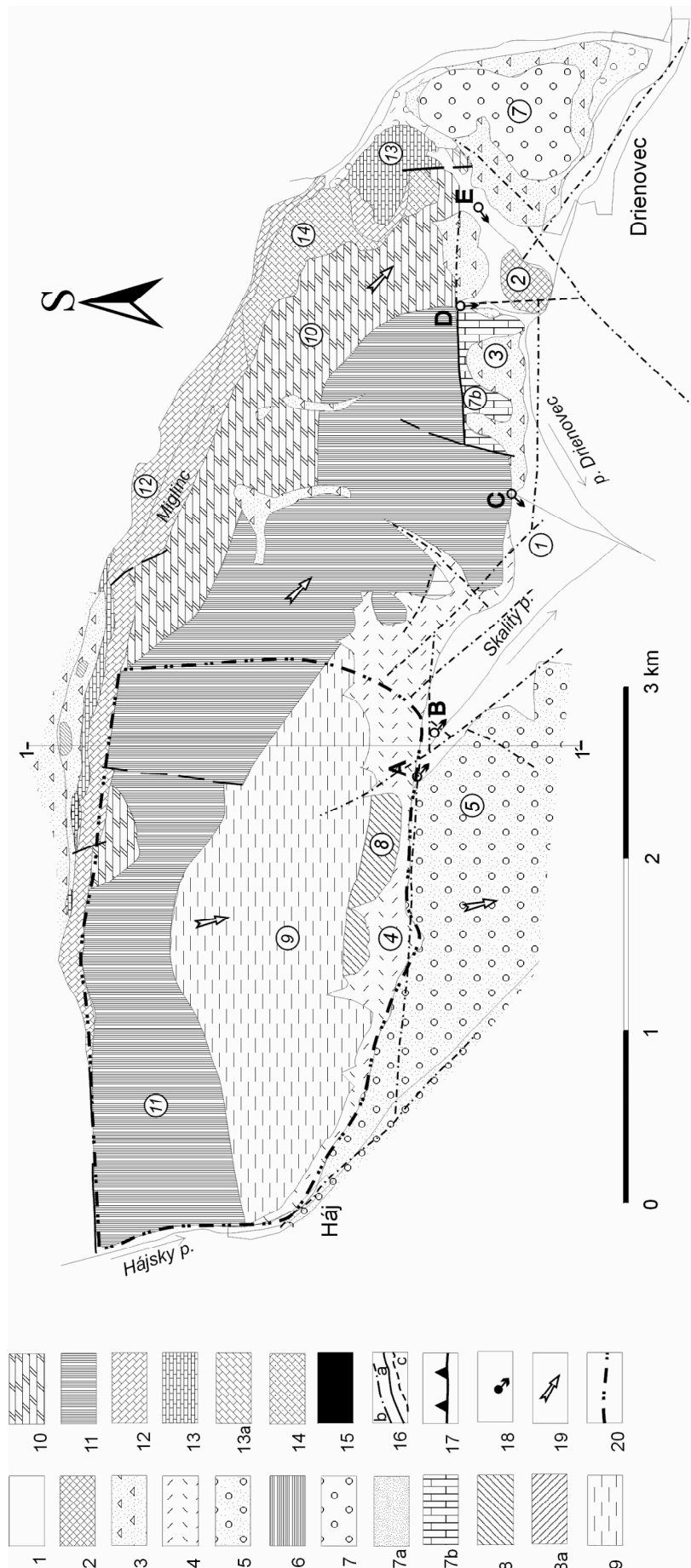
Na geologickej stavbe okolia Skalitého prameňa a hlavne jeho infiltračnej oblasti, sa podieľajú triasové karbonáty. Predstavujú ich wettersteinské vápence spodného triasu (ladin – kordevol). V superpozícii nad nimi sú waxenecké vápence vrchného triasu (karn – juvel). Lokálne, z. od občasného Skalitého prameňa sú nad nimi dachsteinské rifové vápence a lagunárne vápence (norik). Uvedené horniny sa podieľajú na stavbe povrchu a svahov Jasovskej planiny (Mello, 1996).

Úpätie planiny je postihnuté zlomovou tektonikou sústavou zlomov pozdĺž ktorých sa dostali do vyzdvihnutej polohy červené bridlice s radiolaritami v nadloží s wettersteinskými vápencami. Hlavným významom systému zlomov je, že pozdĺž nich došlo k poklesu karbonatických hornín stredného a vrchného triasu, ktoré boli prekryté horninami paleogénu (sladkovodné vápence a karbonatické zlepenice) a neogénu (íly, štrky, piesky), ktoré tvoria výplň Turnianskej kotliny. Horniny spodného triasu (prevažne bridlice) vystupujú k povrchu pri severnom obmedzení štruktúry v doline potoka Miglinc (obr.1). Kvartérne sedimenty vyvinuté na j. úpätí planiny predstavujú deluviálno-proluviálne sedimenty charakteru, zahlinených štrkov. V doline Skalitého potoka sa vytvorila súvislá vrstva fluviálnych sedimentov o hrúbke 5 – 8 m so zastúpením štrkov s rôznou prímесou hlinitej a ílovej frakcie.

Významným fenoménom v hodnotenom území sú aj krasové javy. Krasovateniu podliehajú predovšetkým karbonáty stredného triasu. Sústredené sú do lokalít Kunia priepasť a jaskyne Skalitý potok. Podrobne sú opísané v práci Hochmuta (1989).

¹ RNDr. Juraj Orvan, Kubínska 5, 010 08 Žilina

² Ing. Ladislav Tometz, Katedra geológie a mineralógie Fakulty BERG Technickej univerzity v Košiciach, Park Komenského 15, 043 84 Košice
(Recenzovali: RNDr. Ján Jetel, CSc. a Doc. Ing. Michal Zacharov, CSc.)



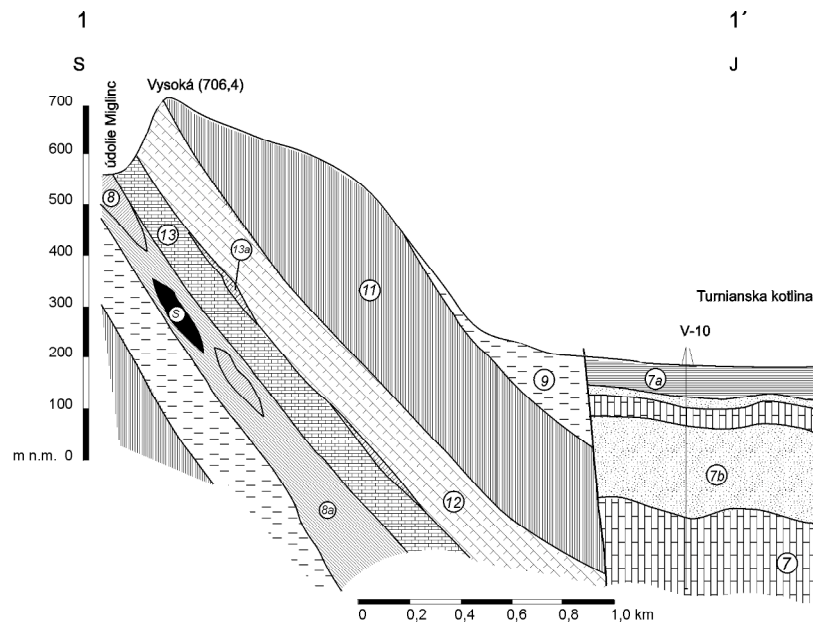
Obr. 1. Schematická hydrogeologická mapa štruktúry Vysoké Tatry (podľa geologických podkladov J. Mello et al., 1996b, zostavil L. Tometz).

KVARTÉR I-fluviálne sedimenty, stredne a vysoko priepustné piesčité štrky, 2-nivné rašeliny, 3-déliuviálne sedimenty, stredne priepustné kamenité a hlinito-kamenité, 4-kolviálne sedimenty, stredne priepustné ronové a ospyvé kužele, 5-proluviálne sedimenty, stredne priepustné štrky, 6-poliárne súvrstvie, piesné íly, štrky a piesky – len v reze obr. 2), 7-drienovské zlepenice, karbonatické zlepenice s nízkou priepustnosťou, (7a-hostišovské vrstvy, piesky – len v reze obr. 2), 7b-šomodské súvrstvie, sládkovodné vápence so strednou priepustnosťou, MEZOZOIKUM – SILICIKUM – TRIAS 8-dachstemske ríjové a lagunárne vápence so strednou priepustnosťou, 9-waxenecké (tisovské) vápence s vysokou priepustnosťou, 10-wettersteinské ríjové vápence, s vysokou priepustnosťou, 11-wettersteinské lagunárne vápence s vysokou priepustnosťou, 12-steinalmské vápence s vysokou priepustnosťou, 13-gutensteinské vápence s vysokou priepustnosťou, (13a-gutensteinské dolomity – len v reze obr. 2), 14-refliinské vápence so strednou priepustnosťou, (PRÍKROV BÓRKY 15-objlitolová formácia údolia Boday, serpentinity, len v reze obr. 2) VŠEOBECNÉ VYSVETLIVKY: 16-zlomy, a.-zistené b.-zakryté c.-predpokladané, 17-presunová línia, 18-pramene, 19-smery prúdenia podzemnej vody, 20-navrhovaná hranica pásma hygienickej ochrany II. stupňa, 1 – 1 – línia geologického rezu, pramene: A – Skalný obcasný, B – Močiar, C – Močiar, D – Kameholom, E – U cigánov.

Z hydrogeologického aspektu patrí územie do rájónu MQ 129 - mezozoikum centrálnej a východnej časti Slovenského krasu (Šuba et al., 1984). Predstavuje ju hydrogeologická štruktúra Vysokej vymedzená Šubom (1973), ktorá nadväzuje na štruktúru Horného vrchu od ktorej je oddelená iba konvenčnou hranicou v oblasti Hájskej doliny. Jej severné obmedzenie voči Hačavsko-jasovskej hydrogeologickej štruktúre je tektonické. Na j. sa karbonáty hodnotenej štruktúry ponárajú pod sedimenty paleogénu až kvartéru. Navyac južné obmedzenie štruktúry Vysokej je tektonické s výraznou tektonikou VZ smeru (obr.1).

Na hydrogeologických pomeroch územia, formovaní podzemných vôd a vytváraní ich obehu sa podieľa celý rad faktorov. Sú to predovšetkým:

- geologické a tektonické pomery,
- morfológia územia, rozsah porušenia a skrasovatenia karbonátov.



Obr.2. Geologický rez 1 – 1' (Orvan et al., 1996).

Mechanizmus tvorby podzemných vôd v daných podmienkach od miesta infiltrácie cez prúdenie, akumuláciu až po odtok zo štruktúry podmieňujú hydraulické vlastnosti jednotlivých horninových celkov. Z uvedeného hľadiska sa ako najpriaznivejšie javia vápence rôznej stratigrafickej pozície (obr.1). Vyznačujú sa rôznou celistvosťou v závislosti na tektonických pomeroch a skrasovatení, s čím súvisí aj variabilita ich priepustnosti. Na jednej strane sú to vápence pevné-masívne, na druhej strane tektonicky drvené, rozpadavé, podliehajúce ľahšie skrasovateniu so všetkými vzájomnými prechodmi. Výplň puklín a dutín býva ílovitá, bridličnatá, nie sú zriedkavé línie s voľnými dutinami až jaskynnými priestormi s aktívnymi tokmi.

Zrážkové vody po infiltrácii prúdia skrasovatenými karbonátmi vertikálne do miest styku úpätia Jasovskej planiny a jej styku s povrchom Košickej kotliny. Toto rozhranie tvorí miestnu eróznú bázu v ktorej úrovni sa vytvorilo rozsiahle skrasovatenie. Najvýznamnejší je jaskynný systém tiahnuci sa viac menej rovnobežne s okrajom planiny od obce Háj smerom k Skalitému prameňu. Okrem odtoku jaskynnými systémami je možný aj odtok podzemných vôd sústavou priečne (S-J smeru) orientovaných hydrogeologicky významných tektonických línií v karbonátoch. Odtokajú nimi podzemné vody nielen v oblasti Skalitého prameňa ale aj v oblasti prameňov Močiar a Kameňolom. Z občasných prameňov treba uviesť vyvieracku s názvom Skalitý – občasný, ktorá sezónne odvodňuje predovšetkým jaskynný systém v západnej časti štruktúry.

Pôvodne prestupovali podzemné vody z karbonátov hodnotenej štruktúry cez kvartérne sedimenty až do povrchových tokov (Skalitý potok a potok Drienovec), z čoho vyplynuli poznatky, že optimálne by bolo ich využívanie pomocou plytkých vrtov situovaných do kvartéru (Šuba et al., 1973). Následkom klimatických zmien (pokles zrážok a zvýšenie výparu) v období 1982 až 1984 došlo aj k zníženiu zásob podzemných vôd v daných podmienkach až o 25 %, čím sa zmenil aj mechanizmus odtoku podzemných vôd. Prebytok podzemných vôd, dotujúci kvartér a uvedené povrchové toky bol v dôsledku opísaného mechanizmu eliminovaný. Za takýchto podmienok sa potom javí ako vhodnejší odber podzemnej vody za pomoci hlbokých vrtov priamo z karbonátov, situovaných severne od tektonickej línie obmedzujúcej štruktúru Vysokej na j. okraji.

Podmienky využívania zásob podzemných vôd

Podiel prírodných odtokov – prameňov, hodnotených ako využiteľné zásoby z 300 denného odtoku (Šuba, 1973) predstavoval v pomere k prírodným zdrojom len asi 5%. Zvýšiť využiteľné zásoby podzemnej vody je možné len odberom krasových a krasovo-puklinových podzemných vôd hlbšieho obehu spod miestnej eróznej bázy pomocou odberných vrtov (Orvan et al., 1995).

Za týmto účelom boli v rámci geologicko-prieskumných prác realizované dva hydrogeologické vrty s označením HT-1 a HT-2 hlboké 350 m na ktorých boli vykonané hydrodynamické skúšky (Orvan et al., 1996). Na základe ich výsledkov boli matematickým modelovaním stanovené základné hydraulické parametre zvodneného horninového prostredia (tab.1).

Tab.1. Základné hydraulické parametre zvodneného prostredia.

hydraulický parameter	koeficient prietočnosti T [m ² .s ⁻¹]	koeficient zásobnosti S [-]
určený výpočtom		
vrt HT-1	1,91.10 ⁻³	1,1.10 ⁻⁶
matematickým modelovaním program REZW 95 (Orvan et al., 1996)		
vrt HT-1	1,6.10 ⁻³	8,8.10 ⁻³
vrt HT-2	4,6.10 ⁻³	8,8.10 ⁻³
matematickým modelovaním program MPPITG pre puklinové prostredie (Orvan et al., 1996)		
vrt HT-1	1.10 ⁻²	4.10 ⁻⁶
matematickým modelovaním program MPPITG pre horninový masív (Orvan et al., 1996)		
vrt HT-2	1,9.10 ⁻³	1.10 ⁻⁴

Pri použití uvedených hydraulických parametrov boli modelovaním stanovené aj podmienky exploatačného čerpania podzemnej vody z predmetnej hydrogeologickej štruktúry. Dobu trvania čerpania príslušného množstva podzemnej vody a hodnoty zníženia jej hladiny uvádza tab.2.

Tab.2. Exploatačné podmienky využívania vrtov HT-1 a HT-2

matematický model - program REZW 95 (Orvan et al., 1996)		
vrt	HT-1	HT-2
čas exploatacie 60 dní pri odbere 50 l.s ⁻¹		
hladina podzemnej vody [m p.t.]	39,0	39,5
čas exploatacie 82 dní pri odbere 50 l.s ⁻¹		
hladina podzemnej vody [m p.t.]	40,5	45,5
čas exploatacie 120 dní pri odbere 40,8 l.s ⁻¹		
hladina podzemnej vody [m p.t.]	40,5	45,5
čas exploatacie 120 dní pri odbere 36,9 l.s ⁻¹		
hladina podzemnej vody [m p.t.]	39,0	39,5
matematický model – program MPPITG pre horninový masív (Orvan et al., 1996)		
čas exploatacie 60 dní pri odbere 50 l.s ⁻¹		
hladina podzemnej vody [m p.t.]	37,5	37,5
čas exploatacie 200 dní pri odbere 50 l.s ⁻¹		
hladina podzemnej vody [m p.t.]	49,5	49,5

Vplyv čerpania na okolité objekty podzemných vôd (pramene a hydrogeologické vrty) bol pozorovaný v priebehu hydrodynamických skúšok vykonaných na čerpaných a pozorovaných objektoch. Zvýšená pozornosť bola venovaná hlavne rýchlosti šírenia sa depresie smerom na Z k obci Háj, kde sa nachádza Skalitý prameň, Skalitý občasný prameň a jaskynné priestory sledujúce okraj planiny. Pre tento účel boli použité staršie hydrogeologické vrty s označením V-1 až V-3. Pre rovnaké účely bol použitý aj vrt V-4 situovaný v. smerom pri prameni Drienovská mokrad'. Predmetným pozorovaním bolo zistené, že šírenie sa depresie sa výraznejšie prejavuje smerom na Z.

Dôležitým aspektom z hľadiska ochrany zdrojov a zásob podzemných vôd je aj zhodnotenie optimálneho využívania podzemných vôd predmetnej hydrogeologickej štruktúry Vysokej. Riešeniu ekologicko-ochranárskych aspektov využitia a možných vplyvov odberu podzemnej vody z lokality Skalitý prameň venoval zvýšenú pozornosť E. Kullman (in Orvan et al., 1996). Stanovisko k uvedenej problematike hodnotí nasledujúca časť predmetného príspevku.

Ekologické aspekty využívania zásob podzemných vôd

Na tomto mieste je nutné v prvom rade zdôrazniť, že v podmienkach Slovenska neexistuje právna ochrana územia pred nadmernou exploataciou podzemných vôd vo vzťahu k ekológii (Kullman, 1996). Pri riešení tejto otázky v podmienkach hydrogeologickej štruktúry Vysokej je treba potom vychádzať z ekologických limitov exploatacie podzemných vôd hodnotiacich celé územie v ploche. Predmetné limity rozdelil Kullman (1993) do súborov zahrňujúcich globálne ekologické limity, lokálne ekologické limity a antidevastačné limity exploata-

cie podzemných vôd. Zavedením týchto kritérií do ekologického hodnotenia využívania zdrojov podzemných vôd nie len v danom prípade, ale aj mnohých iných, môže dôjsť k zamedzeniu negatívnych environmentálnych vplyvov.

Hodnotené územie patrí do oblasti s najväčším postihom z hľadiska poklesu zdrojov podzemných vôd vplyvom zmien klimatických faktorov v posledných dvoch desaťročiach. Na tomto procese sa v hlavnej miere podieľa nárast evapotranspirácie, z časti tiež pokles ročných úhrnov zrážok a ďalšie vplyvy súvisiace hlavne s intenzitou a rozložením zrážok v priebehu jednotlivých rokov. Na základe hodnotenia uvedených faktorov bol pre hydrogeologickú štruktúru Vysokaj vyčíslený zhruba 20 – 25 % pokles výdatností využiteľných zdrojov podzemných vôd.

Posúdenie exploatačných možností podzemných vôd z predmetnej štruktúry vychádza z výsledkov režimových pozorovaní (pramene) a hydrodynamických skúšok vykonaných na vrtoch HT-1 a HT-2. Hodnotením ich výsledkov boli vo vzťahu k ekológii dokumentované nasledujúce skutočnosti:

- a) zabezpečenosť využiteľných zásob podzemnej vody pri daných klimatických pomeroch v podmienkach odberu uvedených v tab. 2, ako aj zabezpečenie vyšších množstiev podzemných vôd i vo väčších hĺbkach dosiahnutím väčších depresí na čerpacích vrtoch,
- b) významné zlepšenie exploatačných množstiev podzemných vôd pri sezónnom využití naakumulovaných zásob podzemných vôd hydrogeologickej štruktúry Vysokaj,
- c) dobré a rýchle dopĺňanie zásob podzemných vôd zo zrážok, prípadne i zo zvýšených prietokov na povrchových tokoch
- d) významné šírenie depresného kužeľa pri čerpaní z vrtoch HT-1 a HT-2 západným smerom, keď v pozorovanom vrte V-3 vzdialenom od čerpaného (HT-1) asi 800 – 900 m poklesla hladina o 5 – 7 m.

Pri hodnotení šírenia sa depresie smerom na V nenadobúda miera ovplyvnenia tu situovaných prameňov väčšieho významu. Detailné overenie tejto úvahy by si však vyžiadalo realizáciu prieskumných prác vedených týmto smerom.

Výsledky prieskumu (Orvan et al., 1996) umožnili podať hodnotenie zraniteľnosti podzemných vôd skúmaného územia ako celku. Pre dané účely boli použité rozborý čiar vyprázdňovania vybraných prameňov (Skalité, Skalítý občasný, Močiar a Kameňolom). Všetky hodnotené pramene jednoznačne dokumentujú, že štruktúra Vysokaj vytvára extrémne rozvinutý kras s absolútnou prevahou krasových kanálov s veľmi malým až zanedbateľným podielom otvorenej drobnopuklinovej priepustnosti. V takýchto podmienkach prúdenia a akumulácie podzemných vôd sa potom v bezvýznamnej miere uplatňujú adsorbčné, eliminačné a čistiace procesy. Podľa klasifikácie zraniteľnosti podzemných vôd hydrogeologických štruktúr zaradil Kullman (in Orvan et al., 1996) hodnotené pramene do 7. až 10. stupňa zraniteľnosti. Podľa tejto klasifikácie u prameňov vo väzbe na zvodň sa jedná o územie s veľkou zraniteľnosťou podzemných vôd. Najvýraznejšie sa na tom môže podieľať lokálne, bodové znečistenie, s obmedzenou možnosťou riedenia a rozptýlenia znečistenia. Po vniku znečistenia do horninového prostredia je predpoklad jeho rýchleho prenosu a nárastu znečistenia vo veľkých koncentráciách v záchyte. U prameňov bez väzby na zvodň je riziko veľmi veľkej zraniteľnosti podzemných vôd, s hlavnými lokálnymi bodovými rizikami vstupe znečistenia do horninového prostredia a s rýchlym až veľmi rýchlym šírením znečistenia v kanálových systémoch, so zanedbateľnou retenciou a riedením. Riziko veľkého znečistenia je v danom prípade aj po krasových kanáloch z veľmi vzdialených miest. Pri bodovom vstupe znečistenia do horninového prostredia možno očakávať jeho veľmi rýchly a strmý nárast v zdroji podzemnej vody, vo veľmi vysokých koncentráciách a s krátkou dobou trvania.

Podľa uvedeného hodnotenia potom možno zaradiť skúmanú hydrogeologickú štruktúru Vysokaj z hľadiska možného znečistenia podzemných vôd medzi najzraniteľnejšie na Slovensku.

Z kvantitatívneho hľadiska budú pri navrhovanom odbere 50 l.s⁻¹ najvýznamnejšie vplyvy na životné prostredie predstavovať predovšetkým: zánik prameňa Skalítý (s výnimkou zvýšených zrážkových období), čiastočné ovplyvnenie prameňov Močiar a Kameňolom (čo je však nutné dokumentovať výsledkami dlhodobých pozorovaní), zníženie prietokových množstiev na povrchovom toku Drienovec a prestupujúcich podzemných vôd zo štruktúry Vysokaj do horninových komplexov (kvartér, terciér a mezozoikum) predstavujúcich výplň západnej časti Košickej kotliny.

Zvlášť dôležitou úlohou v daných podmienkach bolo stanovenie rozsahu pásiem hygienickej ochrany. Rozhodujúcim sa tu javí stanovenie PHO II. stupňa, ktoré vyplýva z geologickej stavby a hydraulických vlastností horninového prostredia tvoriacich hlavne infiltračnú oblasť. Okrem hydrogeologických aspektov pre vymedzenie PHO II. stupňa je dôležitým aj morfológické a identifikácia pásma v teréne. Rozsah pásma hygienickej ochrany II. stupňa je znázornený na obr.1.

Rozhodnutie o prioritách (nové zdroje pitnej vody oproti vyššie uvedeným ekologickým aspektom) pre plánovanú exploataciu ďalšieho množstva podzemnej vody z hydrogeologickej štruktúry Vysoká v oblasti prameňa Skalítý, prináleží príslušnému úradu životného prostredia.

Literatúra

- Hochmuth, Z.: Výsledky speleopotápačského prieskumu jaskyne Skalitý potok. *Slovenský kras XXVII. 1989, s. 51-60.*
- Kullman, E.: Zdroje a zásoby podzemných vôd, ich ochrana a vzťah k ekológii. *Podzemná voda č.2, 2/1996, s. 12-18.*
- Kullman, E. st., Kullman, E. a Patschová, A.: Ekologické limity pre využívanie vôd (vodných zdrojov a pre hospodárske nakladanie s vodou z hľadiska prírody a krajiny. *Manuskript – VÚVH Bratislava, 1993, 33 s.*
- Mello, J., Elečko, M., Pristaš, Reichvalder, P., Snopko, L., Vass, D., Vozárová, A., Gaál, E., Hanzel, V., J., Hók, J., Kováč, P., Slavkay, M. a Steiner, A.: Geologická mapa Slovenského krasu 1:50 000. *Vysvetlivky - Geologická služba Slovenskej republiky, Bratislava, 1996, 255 s.*
- Mello, J., Elečko, M., Pristaš, Reichvalder, P., Snopko, L., Vass, D., Vozárová, A., Gaál, E., Hanzel, V., J., Hók, J., Kováč, P., Slavkay, M. a Steiner, A.: Geologická mapa Slovenského krasu 1:50 000. *Geologická služba Slovenskej republiky, Bratislava, 1996.*
- Orvan, J., Kovařík, K., Klúz, M., Petrivaldský, P. a Kullman, E.: Turňa nad Bodvou – Skalitý prameň vrty HT-1, HT-2, hydrogeologický prieskum. *Manuskript – VVaK Košice, 1996, 22 s.*
- Orvan, J., Méryová, E. a Vrábľová, M.: Slovenský kras – Vysoká, predbežný hydrogeologický prieskum. *Manuskript – Geofond Bratislava, 1995, 225 s.*
- Šuba J., Bujalka, P., Cibulka, L., Hanzel, V., Kullman, E., Porubský, A., Pospíšil, P., Škvarka, L., Šubová, A., Tkáčik, P. a Zakovič, M.: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. *SHMÚ Bratislava, 1984, 100 s.*
- Šuba, J., Šubová, A., a Potyš, Z.: Slovenský kras a Turnianska kotlina, vyhľadávací hydrogeologický prieskum. *Manuskript – Geofond Bratislava, 1973, 228 s.*