ANALÝZA DOPADU VYUŽÍVANIA VODÁRENSKÝCH ZDROJOV PODZÁMČOK A DOBRÁ NIVA NA KVANTITATÍVNY STAV ÚTVAROV POVRCHOVÝCH A PODZEMNÝCH VÔD

Miriam Fendeková, Peter Némethy

Príspevok prezentuje výsledky hydrogeologického výskumu dopadov, ktoré vyvolali odbery podzemnej vody z vodárenských zdrojov Podzámčok a Dobrá Niva na stav útvarov povrchovej a podzemnej vody v povodí povrchového toku Neresnica. Pri analýze vplyvu odberov boli použité metódy dvojitej súčtovej čiary, analýzy časových radov prietokov a klimatických činiteľov ako aj metódy regresnej analýzy. Získané výsledky potvrdili výraznú zmenu prietokov na povrchovom toku Neresnica v dôsledku nadmerných odberov, ktorá sa prejavila hlavne v oblasti nízkych prietokov v čase maximálnych odberných množstiev v druhej polovici osemdesiatych a začiatkom deväťdesiatych rokov. Odbery spôsobili pokles hladiny podzemnej vody do hĺbky viac ako 20 m pod terénom. Zníženie odberov po roku 1993 sa prejavilo na postupnom náraste hladiny podzemnej vody a stabilizácii minimálnych prietokov povrchového toku.

Kľúčové slová: podzemná voda, odbery, minimálne prietoky, ovplyvnenie

Analysis of the impacts of water-supply sources Podzámčok and Dobrá Niva operation on the quantitative stage of surface and groundwater bodies. *Results of the hydrogeological research oriented on impacts of groundwater abstraction from water sources Podzámčok and Dobrá Niva on surface and groundwater bodies in the Neresnica brook catchment are presented in the paper. Methods of double-mass curve, time series analysis of discharges and precipitation, as well as regression analysis were used for assessment of the abstractions impacts. Obtained results confirmed distinct change in Neresnica brook discharges within the time of maximum abstraction values in the second half of 80-ties and early 90-ties of the last century. Abstractions were the cause of groundwater level decrease to the depths of more than 20 meters under the ground surface. Reduction of abstractions after 1993 was followed by gradual increase of groundwater levels and stabilization of minimum discharges in the surface stream.*

Key words: groundwater, abstractions, minimum discharges, influencing

---

ÚVOD

Smernica 2000/60/EC nazývaná Rámcová smernica o vode vytvorila podmienky pre integrovaný prístup k riadeniu ochrany a využívania vôd v rámci EÚ. Stratégiu pre implementáciu tejto smernice v Slovenskej republike schválila vláda SR svojím uznesením č. 46 z 21. januára 2004. Jedným z bodov tohto uznesenia bola aj úloha uložená ministrom životného prostredia, pôdohospodárstva, zdravotníctva a dopravy pôšt a telekomunikácií vytvoriť podmienky vo svojich rezortoch a zabezpečiť plnenie úloh v zmysle stratégie pre implementáciu Rámcovej smernice o vode v SR podľa schváleného harmonogramu prác do 31. decembra 2015. K tomuto termínu sa má vo všetkých členských štátoch EÚ dosiahnuť dobrý stav útvarov povrchových aj podzemných vôd. K dosiahnutiu tohto cieľa vedie veľké množstvo čiastkových krokov, ku ktorým patrí najmä analýza charakteristík povodí a v rámci nej vymedzenie a predbežné zhodnotenie útvarov povrchových a podzemných vôd, zhodnotenie vplyvov a dopadov ľudských aktivít na stav vôd, spracovanie ekonomickej analýzy, ďalej vymedzenie „výrazne zmenených“ a „umelých“ útvarov povrchovej vody, návrh monitorovacích programov a následne návrh, schválenie a realizácia plánov manažmentu povodí. Ďalším cieľom, už za horizontom roku 2015, je eliminácia vypúšťania a únikov prioritných nebezpečných látok do vôd s dobou dosiahnutia tohto cieľa v roku 2020.

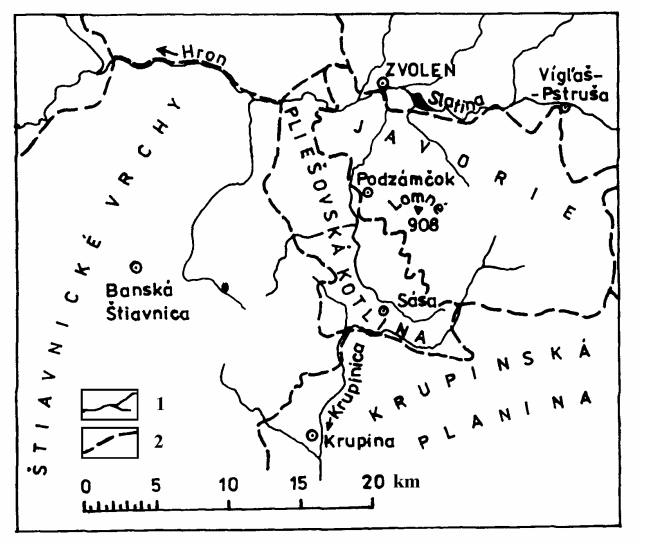
Príspevkom autorov k zhodnoteniu útvarov povrchových a podzemných vôd, hlavne k zhodnoteniu dopadov ľudských aktivít na stav vôd, je analýza dopadu využívania vodárenského zdroja Podzámčok na kvantitatívny stav povrchových a podzemných vôd. Vodárensky zdroj Podzámčok je situovaný v blízkosti vodného toku Neresnica asi 6 km južne od Zvolena. Intenzívne využívanie tohto zdroja malo nepriaznivý dopad na kvantitatívny stav útvarov povrchových aj podzemných vôd priľahlého územia, ako to dokumentujú predkladané výsledky.

Hydrogeologický výskum v predmetnom území začal v 60-tych rokoch minulého storočia a bol orientovaný na získanie zdrojov pitnej vody. Prieskumné práce tu vykonávali hlavne Litva (1963), Škvarka (1967), Škvarka a Valušiak (1968), Valušiak (1970). Druhá fáza prieskumu vykonaná Feckom a Hlavatým (1980), Feckom (1987) a Feckom et al. (1994) bola zameraná na zvýšenie odberných množstiev podzemnej vody vo vybudovaných vodárenských zdrojoch. V roku 1996 Fecek hodnotil vplyv využívania vodárenských zdrojov na podzemné vody.

Od roku 1991 bol v hodnotenom území vykonávaný detailný výskum vzťahu povrchových a podzemných vôd v závislosti na odberných množstvách vykonávaný kolektívom pracovníkov Katedry hydrogeológie PRIF UK v Bratislave (Škvarka et al., 1991; Šilar a Škvarka, 1991; Némethy et al., 1992). V predmetnom území boli zadané a vypracované diplomové práce poslucháčov Demoviča (1991), Vlčkovej-Michalíkovej (1999), Prelovského (2001) a Makišovej (2003), ako aj granty mladých pracovníkov UK Kupčovej (2002) a Makišovej (2004). Výsledky výskumov boli publikované v prácach Némethyho a Vlčkovej-Michalíkovej (2000), Makišovej a Ženišovej (2004) a Fendekovej (in Tallaksen a van Lanen, Eds., 2004) Uvedené práce hodnotili výsledky výskumu povrchových vôd so zameraním na nízke prietoky, pôvod podzemnej vody a zmeny v hladinovom režime v závislosti na odberoch, ako aj na kvalitu povrchovej a podzemnej vody a jej zmeny počas využívania vodných zdrojov v povodí

CHARAKTERISTIKA PREDMETNÉHO ÚZEMIA

Vodárensky zdroj Podzámčok leží v povodí potoka Neresnica v blízkosti obce Podzámčok asi 6 km južne od Zvolena. Predmetné územie z pohľadu územno-správneho členenia patrí do Banskobystrického kraja do okresu Zvolen. Z hľadiska geomorfologického členenia – obr. 1 (Mazúr a Lukniš, 1980) leží v celku Pliešovská kotlina, ktorý je zo severu ohraničený tokmi Hrona a Slatiny, na západe celkom Štiavnických vrchov – ich podcelkom Skalka, na východe celkom Javoria – jeho podcelkom Lomnianska vrchovina a na juhu chrbtami celku Krupinská planina – podcelkom Závozská vrchovina, ako aj tokom Krupinice.



Obr. 1 Geomorfologická situácia (Mazúr – Lukniš, 1980) 1-povrchový tok, 2-hranica geomorfologického útvaru
Fig. 1 Gemorphological situation (Mazúr – Lukniš, 1980) 1-surface stream, 2-geomorphological unit boundary

Pliešovská kotlina predstavuje depresnú štruktúru s dĺžkou približne 25 km a premenlivou šírkou s maximálnou hodnotou približne 7 km v oblasti Dobrej Nivy. Nadmorská výška územia sa pohybuje od 286 m n.m. v severnej časti územia až do 908 m n.m na vrcholoch pohoria Javorie.

Klimatické a hydrologické pomery širšieho okolia

Klimatologicky zaraďujeme predmetné územie v jeho údolnej časti do teplej oblasti, okrsku T7 teplého, mierne vlhkého s chladnou zimou s priemernou januárovou teplotou ≤ -3 °C. Priľahlé svahy Štiavnických vrchov a Javoria patria do mierne teplej oblasti, okrsku M3 mierne teplého, mierne vlhkého, pahorkatinového až vrchovinového s priemernou júlovou teplotou vzduchu > 16 °C v nadmorských výškach do 500 m n.m. (Lapin et al. in Atlas krajiny SR, 2002).

Charakteristické hodnoty teplôt vzduchu a zrážok zo stanice Sása (383 m n.m.) a z meteorologickej stanice Vígľaš – Pstruša, ktorá leží v porovnateľnej nadmorskej výške 368 m n.m. sú uvedené v tab. 1.

Hlavný tok hodnoteného územia – potok Neresnica tečie z juhu smerom na sever. Údolie potoka sleduje hlboké tektonické pásmo meridionálneho smeru nazývané neresnická vulkanotektonická zóna (Konečný et al., 1998). Hlavný tok má niekoľko menších pravo- i ľavostranných prítokov. Pravidelné monitorovanie vodných stavov a prietokov toku začalo v roku 1963 a je vykonávané vo vodomernom profile č. 7228 Neresnica – Zvolen s nadmorskou výškou nuly vodočtu 286,59 m n.m. v rkm 0,5 tesne nad ústím toku do Slatiny.

Tab. 1 Priemerné mesačné teploty vzduchu (1951-1980, podľa Kol. autorov, 1991) a priemerné mesačné úhrny zrážok v staniciach Sása (1963-1998) a Vígľaš-Pstruša (1951-1980, podľa Kol. autorov, 1991)

Tab. 1 Average monthly air temperatures (1951-1980, after Kol. autorov, 1991) and precipitation amounts in Sása (1963-1998) and Vígľaš-Pstruša (1951-1980, after Kol. autorov, 1991) gauging stations

Stanica	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Teplota vzduchu													
Sása	-4.2	-1.8	2.4	8.1	13.0	16.6	17.8	17.0	12.9	7.6	3.1	-1.8	7.6
Vígľaš-Pstruša	-4.2	-1.6	2.7	8.2	12.8	16.3	17.7	17.0	13.1	8.0	3.4	-1.4	7.7
Úhrn zrážok													
Sása	36	34	36	48	70	83	67	64	57	48	59	48	650
Vígľaš-Pstruša	31	35	34	43	56	80	74	60	48	44	53	47	609

Dĺžka riečneho údolia (L) je 25,6 km a plocha povodia (P) pokrýva 139,33 km^2. Povodie má pretiahnutý tvar s hodnotou koeficientu tvaru povodia $\alpha = 0.21$ ($\alpha = P/L^2$). Lesnatosť povodia dosahuje hodnotu 40 %. Absolútne minimum prietokov za obdobie rokov 1963 – 2002 kleslo na 0,009 m^3/s (august 1990), absolútne maximum za to isté obdobie dosiahlo 64,55 m^3/s (január a september 1984). Dlhodobý priemerný ročný prietok bol určený na 1,159 m^3/s. Neresnica je trvalý tok, avšak v mimoriadne suchých rokoch, hlavne v letnom období vo svojom hornom toku môže na kratšie časové obdobie vyschnúť a prietok sa objavuje až v nižšie ležiacej časti riečneho údolia.

Útvar povrchovej vody patrí do skupiny útvarov oblasti povodia Hrona s označením R0011 Slatina – VN Môťová – ústie (II. národná správy Slovenskej republiky o stave implementácie Rámcovej smernice o vode spracovanej pre Európsku komisiu, 2005). Útvar podzemnej vody patrí do skupiny predkvartérnych útvarov podzemných vôd v oblasti povodia Hrona s označením SK200220FP Puklinové a medzizrnové podzemné vody S časti Stredoslovenských neovulkanitov oblasti povodia Hrona (Kullman ml. et al., 2005).

Geologické a hydrogeologické pomery širšieho okolia

Základom geologickej stavby širšieho okolia predmetného územia sú produkty vulkanizmu stratovulkánov Štiavnických vrchov (ľavá strana povodia) a Javoria (pravá strana povodia). Tieto pohoria patria do stredoslovenského neovulkanického poľa (Biely et al., 1996) a sú veku báden až panón.

Najstaršou litostratigrafickou jednotkou štiavnického stratovulkánu je bazálny vulkanický komplex tvorený andezitovými lávovými prúdmi, často sa striedajúcimi s vulkanoklastickými horninami. V Z až SZ časti územia vystupuje studenská formácia predstavovaná opäť andezitmi a ich vulkanoklastikami. V JZ a J časti územia sa vyskytuje žibritovský efuzívny komplex (lávové prúdy andezitov), bielokamenské súvrstvie (tufy), sitniansky efuzívny komplex (lávové prúdy amfibolicko-pyroxenického andezitu), relikty alkalického bazaltového vulkanizmu (bazalty s výrastlicami plagioklasov a olivínov) a neresnická formácia vytvárajúca samostatnú štruktúru vo vzťahu k štiavnickému stratovulkánu a stratovulkánu Javoria. Zahrňuje komplex extrúzií a plytkých intrúzií andezitov a ich vulkanoklastík (hlavne epiklastických brekcií, blokových vulkanoklastík prechádzajúcich až do konglomerátových brekcií). Na pravej strane doliny potoka Neresnica, severne od obce Podzámčok vystupuje táto formácia na povrch. Formácia je spodnobádenského veku (Konečný et al., 1986).

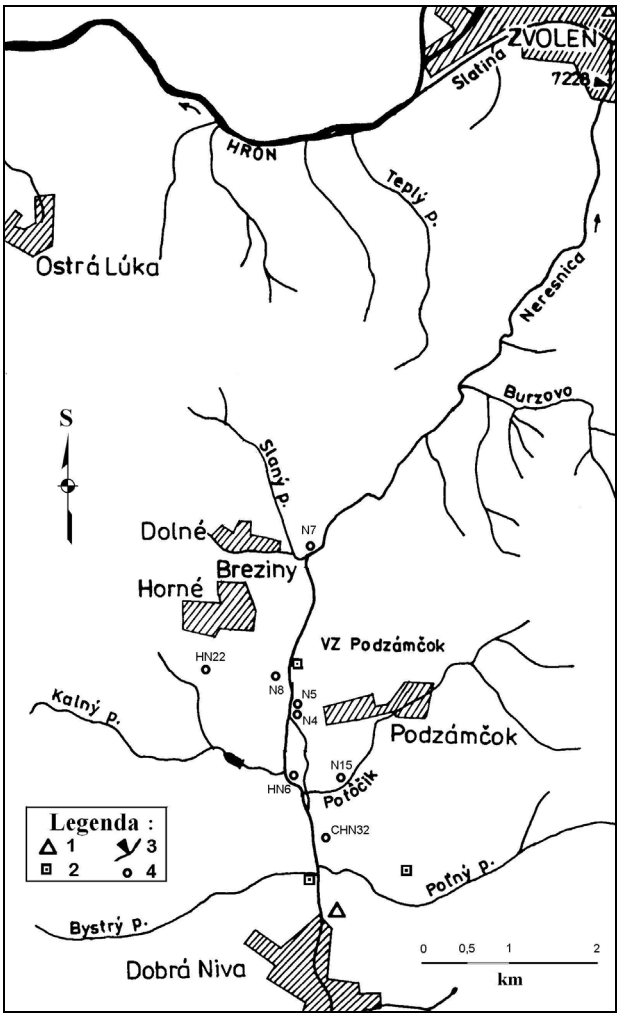
Vulkanity Javoria sú na východnej hranici predmetného územia zastúpené blýskavickou formáciou a na nej diskordantne uloženou javorskou formáciou (stratovulkanické komplexy andezitových lávových prúdov a ich vulkanoklastík – hlavne granulometricky veľmi rozmanitých epiklastík).

Geologickú stavbu dopĺňajú sedimenty pliocénnej výplne Pliešovskej kotliny a kvartérne sedimenty. Kvartérne sedimenty sú predstavované aluviálnymi náplavmi potoka Neresnica a svahovými sedimentmi. Aluviálne sedimenty sú tvorené náplavovými hlinami, pieskami, štrkmi a zahlinenými štrkmi s obsahom balvanov s priemernou hrúbkou sedimentov 3 – 10 m. Ich hydraulické vlastnosti nie sú veľmi priaznivé v dôsledku vysokého stupňa zahlinenia. Svahové sedimenty tvoria najmä deluviálne sedimenty zložené z hlín a ílovitých hlín, často obsahujúcich piesčitú prímes a miešajúcich sa s drobnokamenitými suťami. Hrúbka deluviálnych sedimentov v nižších polohách dosahuje až 10 m, so stúpajúcou nadmorskou výškou klesá na 3 – 5 m. Údolie Neresnice sleduje hlbokú tektonickú zónu, ktorú križujú longitudinálne zlomy smeru SZ-JV a JZ-SV. Stratovulkán Javorie a jeho formácie porušujú zlomy SV-JZ smeru, neresnickú formáciu aj zlomy smeru V-Z. Tektonická línia tohto smeru sa uplatňuje na severnom ohraničení územia. Neresnická tektonická štruktúra pôsobí ako drén podzemných vôd okolitých vulkanických pohorí.

Hydrogeologické pomery územia sú závislé od geologicko-tektonických pomerov. Horninové prostredie sa vyznačuje puklinovou (efuzívne horniny), puklinovo-medzizrnovou priepustnosťou (intenzívne porušené horniny drvených tektonických pásiem), ako aj medzizrnovou priepustnosťou (vulkanoklastické horniny). Pre tento typ horninového prostredia je charakteristický výskyt puklinových a suťových prameňov s malými výdatnosťami, obvykle do 1 l/s. Výnimkou bol pôvodný prameň v blízkosti Podzámčoku, ktorý vyvieral na pravom brehu potoka Neresnica a jeho výdatnosť dosahovala 25 – 30 l/s. Časť podzemnej vody súčasne prestupovala do potoka (140 l/s), čo bolo dokumentované hydrometrovacími prácami. V blízkosti prameňa boli neskôr odvŕtané prvé prieskumné vrty. Hodnoty hydraulických parametrov prostredia stanovené na základe výsledkov hydrodynamických skúšok sa pohybujú v intervale od $2{,}9 \times 10^{-4}$ do $6{,}97 \times 10^{-2}$ m^2/s pre koeficient prietočnosti a od $4{,}0 \times 10^{-5}$ do $3{,}79 \times 10^{-2}$ pre koeficient zásobnosti.

Odbery v povodí

V povodí Neresnice sa nachádzajú dva využívané vodárenské zdroje – Podzámčok a Dobrá Niva. Situovanie vodných zdrojov je uvedené na obr. 2. Vodárenský zdroj Podzámčok je intenzívne využívaný od roku 1973. Podzemná voda bola spočiatku odoberaná pomocou horizontálnych čerpadiel a celkový odber zo zdroja dosahoval v priemere okolo 140 l/s. Od augusta 1978 bola realizovaná intenzifikácia využívania vodného zdroja pomocou ponorných čerpadiel, pričom odberné množstvá stúpli a v niektorých obdobiach presiahli 270 l/s. To sa prejavilo na poklese hladiny podzemnej vody. Pokiaľ v období rokov 1973 – 1977 sa hladina podzemnej vody nachádzala v hĺbke 5 – 7 m pod terénom po roku 1978 začala zaklesávať a dosiahla hĺbku viac ako 20 m, v extrémnych prípadoch až 34 m pod terénom. Po roku 1993 došlo k postupnému znižovaniu odberných množstiev, ktoré sa ustálili na priemerných hodnotách okolo 80 l/s.



Obr. 2 Situácia záujmových objektov: 1-zrážkomerná stanica, 2-vodárenský zdroj, 3-prietokový profil, 4-vybraný pozorovací objekt SsVaK

Fig. 2 Situation of the objects of interest: 1-precipitation gauging station, 2-water supply source, 3-surface water gauging station, 4-selected monitoring well of the SsVaK (Middle Slovakian Waterworks)

Druhým využívaným vodárenským zdrojom je zdroj Dobrá Niva, nachádzajúci sa asi 6 km južne od Podzámčoku. Odbery podzemnej vody z vodárenského zdroja sú realizované čerpacími vrtmi. Odbery v období rokov 1980 – 1990 dosahovali v priemere 35 l/s s minimálnou hodnotou odberu zo zdroja 7,37 l/s. V rokoch 1990 – 1996 sa zvýšili odbery v priemere až na 60 l/s s maximálnou hodnotou 96,1 l/s. Priemerné odberné množstvo z tohto vodárenského zdroja v rokoch 1997 – 1999 dosahovalo okolo 23 l/s.

VSTUPNÉ DÁTA A POUŽITÉ METÓDY

Hodnotenie vplyvu odberov na kvantitatívny stav útvaru povrchovej vody bolo založené na analýze vzťahu prietokov v povrchovom toku a odberov, hodnotenie kvantitatívneho stavu útvaru podzemnej vody na analýze vzťahu odberov a hladiny podzemnej vody v pozorovacích objektoch v okolí vodárenského zdroja. Pri analýze boli využité aj údaje u úhrnoch zrážok v hodnotenom území.

Ako vstupné dáta boli použité údaje o prietokoch v povrchovom toku Neresnica z profilu č. 7228 za obdobie rokov 1964 – 1999, údaje o úhrnoch zrážok zo zrážkomernej stanice Sása za rovnaké obdobie, údaje o hladine podzemnej vody a údaje o odberoch. Keďže sme skúmali hlavne vplyv odberov na nízke prietoky, vyhodnotené boli najmenšie priemerné denné prietoky v jednotlivých mesiacoch. Pre účely spresnenia období, v ktorých došlo k zmene režimu odberov v povodí, boli pri

analýze využité aj priemerné minimálne ročné prietoky vypočítané ako aritmetický priemer z najmenších priemerných denných prietokov v jednotlivých mesiacoch roka a ročné úhrny zrážok. Keďže v hodnotenom území nie sú lokalizované žiadne monitorovacie objekty základnej pozorovacej siete podzemných vôd SHMÚ, boli pri analýze využité údaje o hladine podzemnej vody v objektoch účelovej siete Stredoslovenských vodární a kanalizácií v Banskej Bystrici. Z rovnakého zdroja pochádzajú aj údaje o sumárnych mesačných odberných množstvách z oboch vodárenských zdrojov.

Ako základné metódy analýzy boli využité:

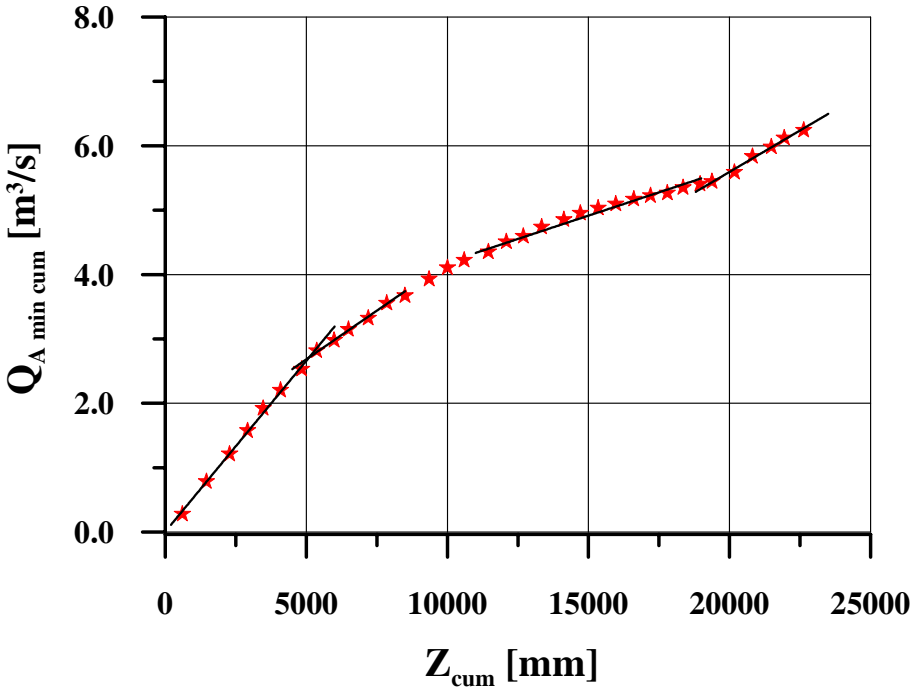
- metóda dvojitej súčtovej čiary,
- základné štatistické vyhodnotenie časových radov,
- analýza zložiek časových radov vstupných údajov,
- regresná analýza.

ZÍSKANÉ VÝSLEDKY A ICH INTERPRETÁCIA

Pre zistenie období významných zmien v režime nízkych prietokov povrchového toku bola použitá metóda dvojitej súčtovej čiary. Ako porovnávací časový rad bol použitý rad ročných úhrnov zrážok, vzťažným radom bol rad priemerných minimálnych ročných prietokov. Použiteľnosť metódy bola testovaná hodnotou korelačného koeficienta vzťahu uvedených premenných v neovplyvnenom období. Toto obdobie bolo zvolené na základe štúdia archívnych správ o hydrogeologickom prieskume realizovanom v hodnotenej štruktúre a predstavovalo ho obdobie do spustenia prevádzky vodárenského zdroja, teda obdobie rokov 1964 – 1972. Získaná hodnota korelačného koeficienta R_{xy} = 0,823 pre neovplyvnené obdobie je štatisticky významná na hladine významnosti $\alpha = 0,05$ čo podľa Sachsa (1984) indikuje štatisticky významný vzťah.

Ako je zrejmé z obr. 3, na základe priebehu dvojitej súčtovej čiary je možné rozdeliť celé obdobie na niekoľko čiastkových období oddelených zlomovými bodmi. Priradenie alebo vylúčenie jednotlivých rokov do určitého čiastkového obdobia sa riadilo zvyšovaním, resp. znižovaním hodnoty korelačného koeficienta pre daný úsek dvojitej súčtovej čiary. Zlomovými bodmi boli hodnoty rokov 1972, 1978, 1980 a 1993. Podrobná analýza archívnych materiálov dokumentovala, že obdobie rokov 1964 – 1971 predstavovalo neovplyvnené obdobie, obdobie rokov 1972 – 1977 bolo obdobím s odbermi pomocou horizontálnych čerpadiel, obdobie rokov 1978 – 1979 zhruba zodpovedalo obdobiu, v ktorom boli vykonávané krátko- a dlhodobé čerpacie skúšky (od augusta 1978 do septembra 1979). Pozícia roku 1980 nie je celkom jasná a je možné vysloviť predpoklad, že predstavuje obdobie nábehu odberov z vodárenského zdroja po dlhodobej čerpacej skúške. Obdobie rokov 1981 – 1992 je obdobím s maximálnymi odbermi a obdobie rokov 1993 – doteraz obdobím poklesu odberov z vodárenských zdrojov v povodí.

Pre jednotlivé vyčlenené úseky boli vypočítané hodnoty korelačných koeficientov jednoduchého regresného vzťahu, pričom pre obdobie rokov 1964 – 1971 bola získaná hodnota R_{xy} = 0,998 a pre obdobie rokov 1972 – 1977 to bola hodnota R_{xy} = 0,995. Pre roky 1978 – 1980 regresnú analýzu z dôvodu nízkeho počtu údajov nebolo možné realizovať. Pre obdobie rokov 1981 – 1992 bol získaný koeficient korelácie R_{xy} = 0,978 a pre obdobie rokov 1993 – 1999 koeficient R_{xy} = 0,989.



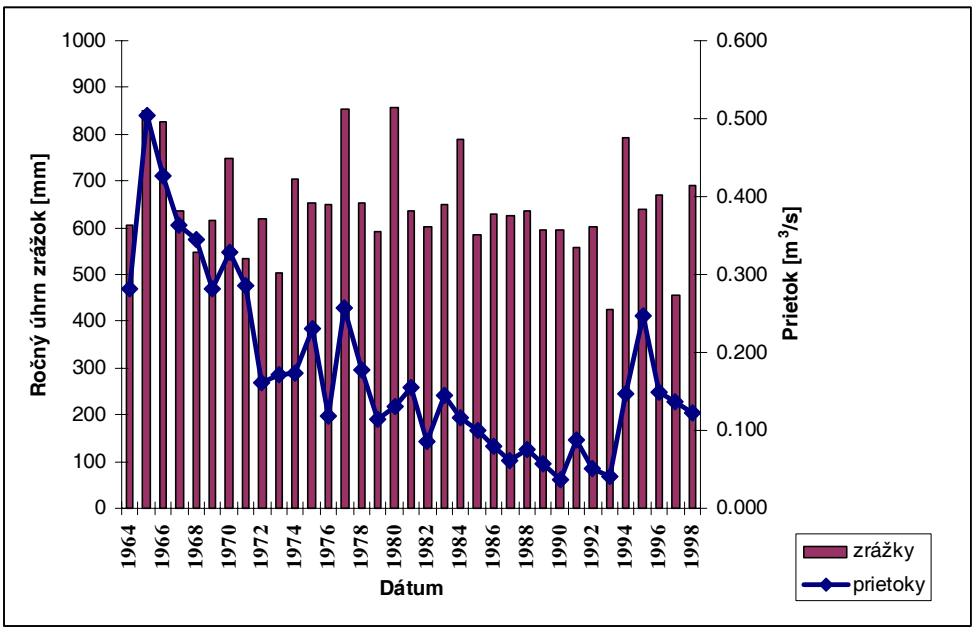
Obr. 3 Dvojitá súčtová čiara kumulatívnych zrážok priemerných minimálnych ročných prietokov
Fig. 3 Double mass curve of cumulative precipitation and average minimum yearly discharges

Na základe analýzy získaných výsledkov bolo nakoniec celé hodnotené obdobie rozdelené do troch čiastkových období, pre ktoré boli vykonané ďalšie analýzy:

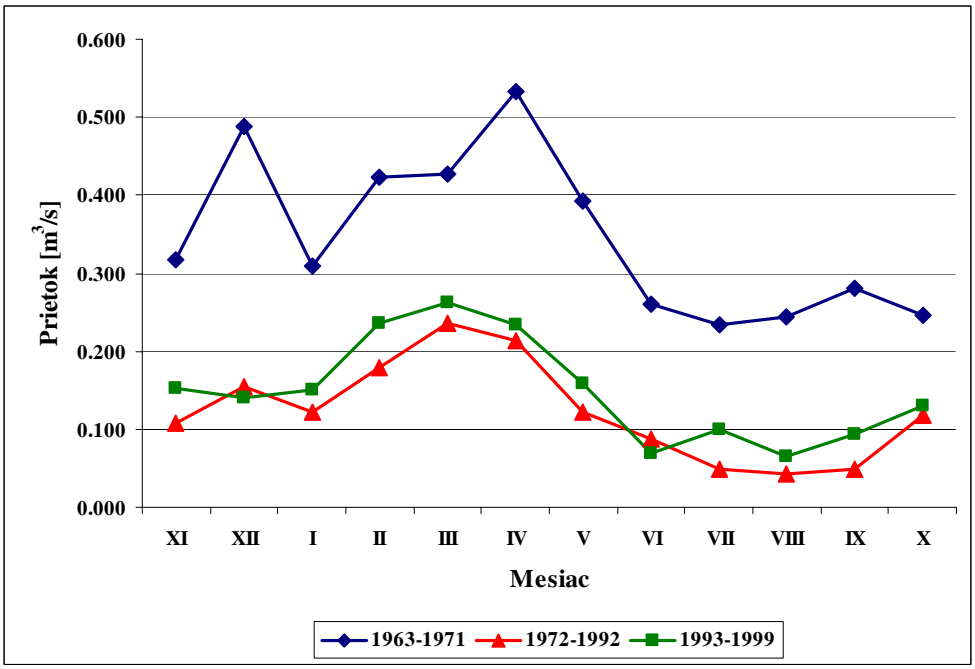
- neovplyvnené obdobie rokov 1964 – 1971,
- obdobie rokov 1972 – 1992 s najvyššími hodnotami odberov pohybujúcimi sa v intervale 140 – 270 l/s,
- obdobie rokov 1993 – 1999 reprezentujúce obdobie poklesu odberov pod 80 l/s.

Po vykonaní analýzy dvojitej súčtovej čiary bol vyhodnotený vzťah nízkych prietokov a zrážok. Ako charakteristické hodnoty nízkych prietokov boli použité najmenšie priemerné denné prietoky v jednotlivých mesiacoch. Celé obdobie bolo rozdelené do vyčlenených troch čiastkových období, ktoré boli posudzované samostatne použitím analýzy sezónnej zložky časového radu metódou sezónnej dekompozície. Navzájom bol porovnaný priebeh troch čiastkových radov reprezentujúcich vyčlenené čiastkové obdobia časových radov prietokov a zrážok. Porovnanie dokumentovalo, že priebeh sezónnej zložky prietokov a zrážok nie je synchrónny. Zatiaľ čo maximálne úhrny zrážok sú viazané na letnú sezónu (jún – august) a minimálne na zimnú a začiatok jarnej sezóny, hodnoty prietokov sú najnižšie v letných a skorých jesenných mesiacoch a najvyššie v apríli. Korelačný koeficient vzťahu radov hodnôt sezónnej zložky prietokov a zrážok bol štatisticky nevýznamný. Porovnanie priebehu zrážok a prietokov v ročnom časovom kroku je uvedené na obr. 4

Na obr. 5 je uvedený priebeh sezónnej zložky prietokov pre všetky tri vyčlenené čiastkové obdobia. Z obrázku je zrejmé, že vo vyčlenených obdobiach došlo tak k zmene hodnôt sezónnej zložky, ako aj k zmene režimu nízkych prietokov. Hodnoty sezónnej zložky v ovplyvnených obdobiach sú nižšie, ich priebeh je viac vyhladený a došlo k posunu maxima hodnôt z apríla na marec. V treťom čiastkovom období sa síce hodnoty prietokov zvýšili, ale nedosiahli pôvodné hodnoty z rokov 1964 – 1971.



Obr. 4 Porovnanie priebehu zrážok a prietokov v ročnom časovom kroku
Fig. 4 Comparison of precipitation and discharges time course in a yearly step



Obr. 5 Porovnanie sezónnej zložky prietokov pre vyčlenené čiastkové obdobia
Fig. 5 Comparison of discharges seasonal component for respective sub-periods

Existencia vzťahu medzi hodnotami minimálnych prietokov a odberov v povodí bola posudzovaná na základe výsledkov regresnej analýzy odberov a prietokov. Aby bolo možné vylúčiť rušiaci vplyv sezónnosti v časových radoch, boli na analýzu použité ročné hodnoty. Štatistická významnosť vzťahu bola opäť testovaná Fischerovým testom (Sachs, 1984). Najvyššie hodnoty korelačných koeficientov boli získané pre logaritmický regresný vzťah a pre polynomickú regresiu 4. rádu. Zostavené rovnice majú tvar:

- $y = -0{,}0675\ln(x) - 0{,}1009$ $[R_{xy} = 0{,}695]$

- $y = -16789.x^4 + 8783{,}9.x^3 - 1669.x^2 + 135{,}49.x - 3{,}8995$ $[R_{xy} = 0{,}808]$

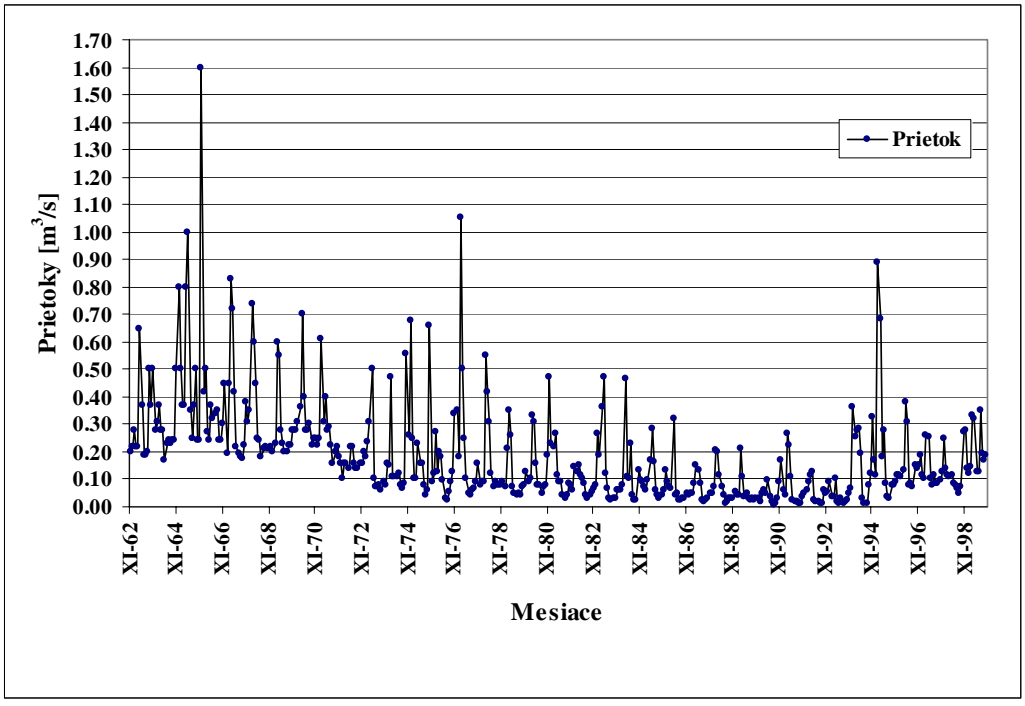
Korelačné koeficienty oboch vzťahov boli štatisticky významné na hladine $\alpha = 0{,}01$.

V hodnotenom území sa nenachádza žiadny monitorovací objekt základnej pozorovacej siete podzemných vôd SHMÚ, ktorý by dokumentoval dlhodobé zmeny hladiny podzemnej vody. Pre posúdenie týchto zmien boli použité údaje poskytnuté Stredoslovenskými vodárňami a kanalizáciami a.s. Banská Bystrica (SsVaK), ako aj údaje zo správ archivovaných v Geofonde. Tieto umožnili formulovať nasledujúce závery:

- V 80-tych a začiatkom 90-tych rokov minulého storočia poklesla hladina podzemnej vody v hodnotenom území do hĺbky 24 m pod terénom, v niektorých vrtoch aj viac.
- Bolo prerušené hydraulické spojenie povrchových a podzemných vôd.
- Vyschlo pôvodné prirodzené pramenisko.

Po výraznom znížení odberov po roku 1993 začali hladiny podzemnej vody opäť stúpať. Vzostup hladín si vyžiadal použitie jednej z pôvodných odberných studní ako odvodňovacieho vrtu, ktorý umelým znižovaním hladiny podzemnej vody zabezpečuje funkčnosť ostatných odberných studní, ktoré by sa inak ocitli pod hladinou podzemnej vody. K ďalším znakom zlepšovania kvantitatívneho stavu telies povrchovej a podzemnej vody patria:

- vzostup a stabilizácia hladiny podzemnej vody
- vzostup minimálnych prietokov v povrchovom toku (obr. 6),
- obnovenie drenážnej funkcie povrchového toku.



Obr. 6 Priebeh prietokov v profile č. 7228

Fig. 6 Time series of discharges in gauging profile No. 7228

ZÁVERY

Vysoké dlhodobé odbery podzemnej vody z neresnickej vulkano-tektonickej zóny spôsobili výrazné zhoršenie kvantitatívneho stavu telies povrchovej aj podzemnej vody. Toto zhoršenie sa prejavilo na zreteľnom poklese prietokov povrchového toku hlavne v období minimálnych stavov, na zaklesnutí hladiny podzemnej vody v bližšom okolí vodárenského zdroja a na prerušení hydraulického vzťahu povrchovej a podzemnej vody.

Geologické prostredie neovulkanických hornín predstavuje z pohľadu odberov podzemnej vody vysoko zraniteľné prostredie, citlivé na intenzitu zásahov do prirodzeného režimu povrchovej aj podzemnej vody. Hydrogeologické pomery územia v kombinácii s konkrétnymi klimatickými pomermi neumožňujú adekvátne dopĺňanie zásob podzemnej vody pri odberoch prevyšujúcich 100 l/s.

Preto je potrebné v uvedenej lokalite navrhnúť optimálne odberné množstvá tak, aby sa zachovala hydraulická spojitosť povrchovej a podzemnej vody, zachovala drenážna funkcia povrchového toku a stabilizovali minimálne prietoky v povrchovom toku. Je tiež nanajvýš potrebné začať s pravidelným monitoringom hladiny podzemnej vody a pokračovať v monitoringu prietokov povrchového toku Neresnica. Len tak bude možné posúdiť a dosiahnuť dobrý stav útvarov povrchovej a podzemnej vody tak, ako to vyžaduje rámcová smernica o vode.

POĎAKOVANIE

Vedecký výskum vplyvu odberov podzemnej vody na kvantitatívny stav telies povrchovej a podzemnej vody v povodí Neresnice bolo možné uskutočniť vďaka finančnej podpore projektu VEGA č. 1/1025/04 – hlavný riešiteľ Miriam Fendeková a 5 RP projektu ASTHyDA (č. kontraktu EVK1-CT-2002-80023) – zodpovedný riešiteľ za UK Bratislava Miriam Fendeková. Autori tiež ďakujú SHMÚ Bratislava a SsVaK Banská Bystrica za poskytnutie podkladových hydrologických údajov.

Literatúra

Atlas krajiny SR. 1. vydanie. MŽP SR Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia Banská Bystrica.

Biely, A., Bezák,V., Elečko, M., Gross, P., Kaličiak, M., Konečný, V., Lexa, J., Mello, J., Nemčok, J., Potfaj, M., Rakús, M., Vass, D., Vozár, J. a Vozárova, A. (1996): Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenska. 1:500 000. Vydavateľstvo ŠGÚDŠ, Bratislava.

Demovič, M. (1991): Režim povrchového toku Neresnica vo vzťahu k využívaným zdrojom podzemnej vody v Podzámčoku a Dobrej Nive. Diplomová práca. Archív Katedry hydrogeológie PRIF UK.

Fecek, P. (1987): Podzámčok – Hydrogeologický prieskum. Manuskript. Archív Geofondu Bratislava.

Fecek, P. (1996): Podzámčok – režim podzemných vôd z pohľadu ich dlhodobého využívania. Podzemná voda II./1996, Č. 2: 47-51.

Fecek, P. a Hlavatý, Z. (1980): Podzámčok – Hydrogeologický prieskum. Manuskript. Archív Geofondu Bratislava.

Fecek, P., Ostrolucký, P. a Roháčiková, A. (1994): Podzámčok – podrobný hydrogeologický prieskum. II. etapa. Podzámčok – Hydrogeologický prieskum. Manuskript. Archív Geofondu Bratislava.

Konečný, V., Bezák, V., Halouzka, R., Konečný, P., Miháliková, A., Marcin, D., Iglárová, L., Panáček, A., Stohl, J., Žáková, E., Galko, I., Rojkovičová, L. a Onačila, D. (1998): Vysvetlivky ku geologickej mape Javoria 1:50 000. Vydavateľstvo ŠGÚDŠ, Bratislava.

Kolektív autorov (1991): Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu v Bratislave. Zväzok 33/I. Alfa, Bratislava.

Kullman ml., E., Malík, P., Patschová, A. a Bodiš, D. (2005): Vymedzenie útvarov podzemných vôd na Slovensku v zmysle Rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES. Podzemná voda XI./2005, Č. 1: 5-18.

Kupčová, S. (2002): Vplyv odberov na prirodzený režim podzemnej vody na Neresnickej zlomovej línii. Záverečná správa za Grant UK 78/2002. Archív RUK Bratislava.

Litva, J. (1963): Zhodnotenie predbežného hydrogeologického prieskumu v katastri Podzámčok. Manuskript. Archív Geofondu Bratislava.

Makišová, Z. a Ženišová, Z. (2004): Hydrogeochemická charakteristika vodného zdroja Podzámčok. Podzemná voda X./2004, Č. 1: 106-114.

Mazúr, E. a Lukniš, M. (1980): Geomorfologické členenie územia Slovenska. Geografický ústav SAV, Bratislava.

Nemethy, P. and Michalikova–Vlckova, D. (2000): Rational utilization of groundwater for water supply engineering. In: Groundwater: Past Achievements and Future Challenges. Editors: Oliver Sililo et al., A. A. Balkema, Rotterdam Brookfield, pp 241-246.

Némethy, P., Škvarka, L., Böhm, V., Fendeková, M. a Hyánková, K. (1992): Pohronský skupinový vodovod – racionálne využitie podzemných vôd a zhodnotenie ich kvalitatívnych vlastností. Správa za II. etapu prác. Manuskript. Archív Katedry hydrogeológie PRIF UK Bratislava.

Prelovský, B. (2001): Model prúdenia podzemnej vody na lokalite Podzámčok. Diplomová práca. Archív Katedry hydrogeológie PRIF UK.

Sachs, L. (1984): Applied Statistics. A Handbook of Techniques, Second Edition, Springer-Verlag, New York Berlin Heidelberg Tokyo.

Silar, J. and Skvarka, L. (1991): Origin of groundwater in the tertiary volcanic complex in Central Slovakia. International Symposium on the Use of Isotope Techniques in Water Resources Development, extended synopsis, Vienna Austria 11 – 15 March 1991, pp 130-134.

Škvarka, L. (1967): Nálezová správa o nových zdrojoch podzemných vôd v oblasti Podzámčok a návrh na ich zachytenie. Manuskript. Archív Geofondu Bratislava.

Škvarka, L. a Valušiak, I. (1968): Podzámčok – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Archív Geofondu Bratislava.

Škvarka, L., Némethy, P., Hyánková, K. a Fendeková, M. (1991): Pohronský skupinový vodovod – racionálne využitie podzemných vôd, ich kvalitatívne vlastnosti. Správa za I. etapu prác. Manuskript. Archív Katedry hydrogeológie PRIF UK Bratislava.

Tallaksen, L.M. and van Lanen, H.A.J. Eds.(2004): Hydrological drought. Processes and estimation methods for streamflow and groundwater. Elsevier, Amsterdam, 579 p.

Valušiak, I. (1970): Vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov RH-7, RH-8, RH-9, RH-10 v Podzámčoku. Manuskript. Archív Geofondu Bratislava.

Vlčková-Michalíková, D. (1999): Racionálne využitie podzemnej vody pre vodárenské účely. Diplomová práca. Archív Katedry hydrogeológie PRIF UK.

II. národná správy Slovenskej republiky o stave implementácie Rámcovej smernice o vode spracovanej pre Európsku komisiu, 2005, MŽP SR, Bratislava.

Autori

Miriam Fendeková, Katedra hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, Pavilón G, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, fendekova@fns.uniba.sk

Peter Némethy, Katedra hydrogeológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, Pavilón G, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava, nemethy@fns.uniba.sk