HYDROGEOCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA VODNÉHO ZDROJA PODZÁMČOK

HYDROGEOCHEMICAL CONTITIONS OF WATER SOURCE PODZÁMČOK

Zuzana Makišová, Zlatica Ženišová

ABSTRACT

Water source Podzámčok is a part of aqueduct of Pohronie group. It comprises 5 pumping wells HGN 2-6 and observation well HGN-1. Groundwater reserves are primarily recharged by infiltration of atmospheric precipitation and by flow from Štiavnica Mountains. The type of groundwater is determined as atmospherogenic, petrogenic and silicatogenic. The sources of pollution in studied area are intensive agricultural activity, roads and wild dumps of municipal waste. There is no communication between the surface water and groundwater, the pollution comes into the ground water trough percolation from surface. Quality of groundwater is very high. In the water there are very low concentrations of undesirable components. The only long lasting problem is the microbiological pollution of water.

KEY WORDS

groundwater, surface water, water source, chemical composition, source of pollution, groundwater protection

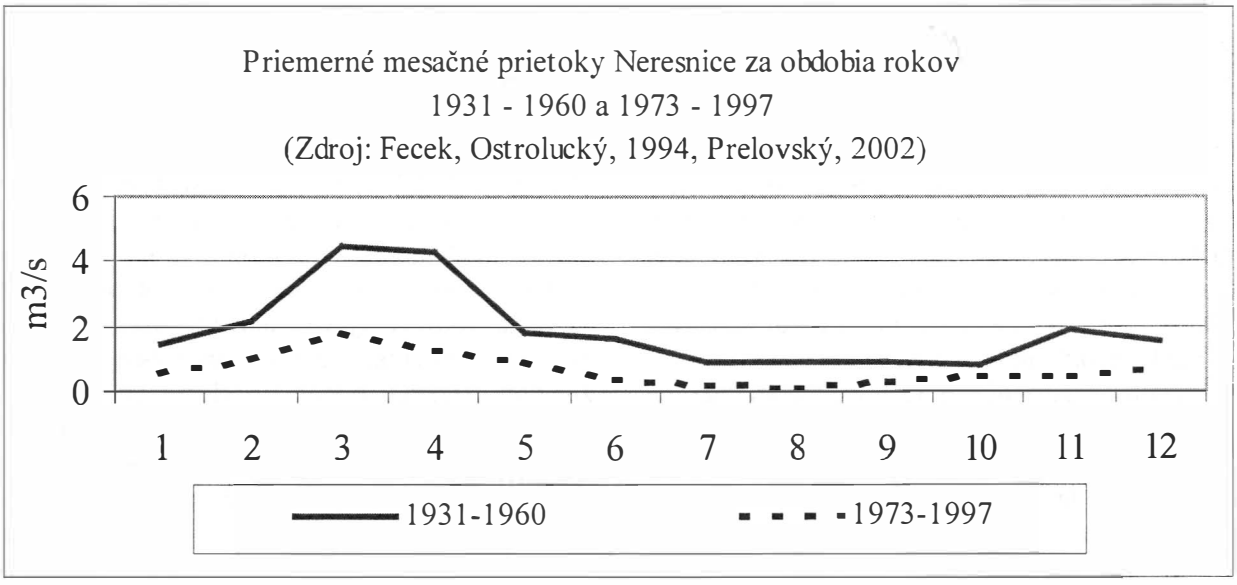
KĽÚČOVÉ SLOVÁ

podzemná voda, povrchová voda, vodný zdroj, chemické zloženie, zdroj znečistenia, ochrana podzemnej vody

ÚVOD

Vodný zdroj Podzámčok je súčasťou Pohronského skupinového vodovodu. V prevádzke je od 1973. Vodný zdroj (VZ) Podzámčok je využívaný na zásobovanie pitnou vodou pre okolité obce a mestá Zvolen, Banská Štiavnica a Žiar nad Hronom. Pozostáva z 5 čerpacích vrtov HGN 2-6 a pozorovacieho vrtu HGN-1. Plytká sieť pozorovacích vrtov sa začala v okolí vodného zdroja budovať od roku 1977 a postupne bola vo viacerých etapách rozširovaná. Do roku 1991 boli odberné množstvá z VZ Podzámčok cca. 180-200 $l.s^{-1}$ a od roku 1992 sa spotreba vody postupne znižovala až na dnešný odber cca. 60 $l.s^{-1}$ (Prelovský 2001). Lokalita Podzámčok patrí do kraja Banská Bystrica. Nachádza sa 6 km na juh od mesta Zvolen. Vodný zdroj Podzámčok sa nachádza v 250 m širokej údolnej nive potoka Neresnica na rozhraní morfologických celkov Javorie a Pliešovská kotlina. Cez lokalitu Podzámčok preteká J-S smerom potok Neresnica, ktorý odvodňuje dané územie. Patrí k povodiu Hrona. Celá plocha povodia Neresnice je 139,33 km^2. Podľa Feceka et al. (1994) a Demoviča (1991) prevádzka VZ drasticky ovplyvnila režim povrchových vôd. Evidentne bol ovplyvnený prietok potoka Neresnica (Obr. 1).

Mgr. Zuzana Makišová, Doc. RNDr. Zatica Ženišová, PhD.
Univerzita Komenského, Prírodovedecká fakulta, Katedra hydrogeológie, Mlynská dolina, 842 15 Bratislava
zuzanamakisova@yahoo.com, zenisova@fns.uniba.sk



Obr. 1: Priemerné mesačné prietoky Neresnice za obdobie neovplyvnené prevádzkou vodného zdroja (1931-1960) a obdobie ovplyvnené prevádzkou vodného zdroja (1973-1997).

Fig. 1: Mean monthly discharge of Neresnica stream in the period 1931- 1960 (period none affected by operation of pumping wells) and in the period 1973-1997 (period affected by operation of pumping wells).

GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

Územie vodného zdroja Podzámčok sa nachádza v oblasti stredoslovenských neovulkanitov. Fundament geologickej stavby lokality Podzámčok tvoria produkty vulkanizmu stratovulkánu Štiavnických vrchov a stratovulkánu Javoria. Staršie formácie pohoria Štiavnických vrchov sú prekryté mladšími produktmi vulkanickej činnosti Javoria. Je dosť pravdepodobné, že oblasť styku vulkanitov oboch pohorí je práve v okolí Podzámčoku, resp. v údolí Neresnice. Geologickú stavbu územia dopĺňa pliocénna výplň Pliešovskej kotliny a kvartérne sedimenty.

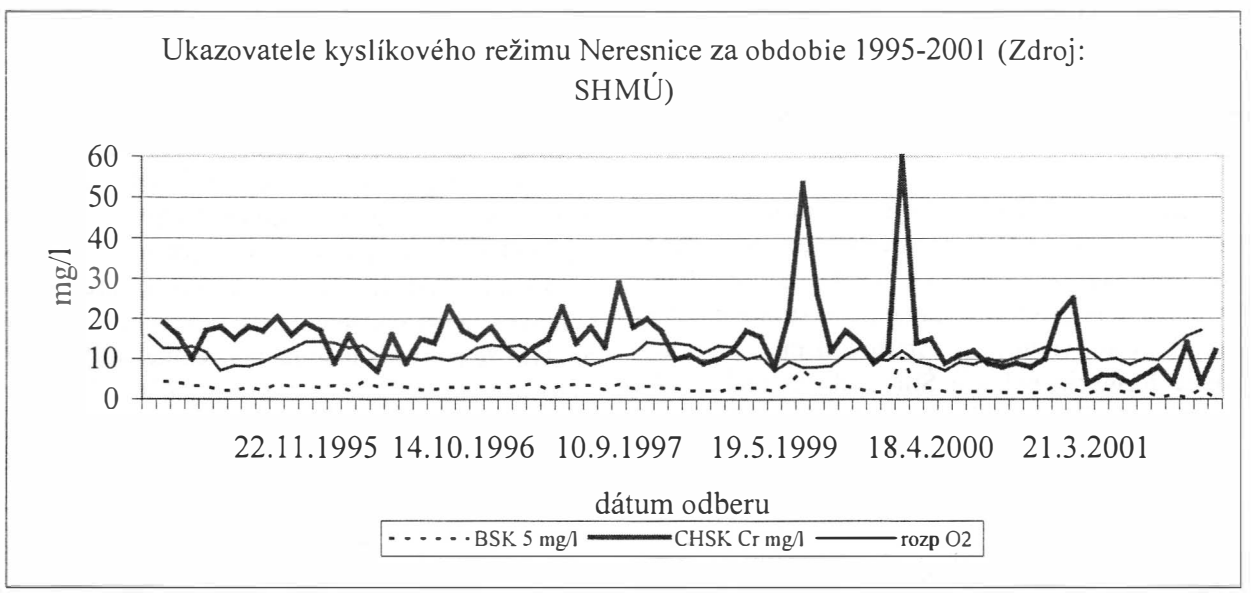
Fecek (1987) ako kolektory označil striedajúce sa vrstvy pieskovcov až aglomerátových brekcií s pyroklastikami. Pyroxenické andezitické teleso SZZ-JVV smeru tvorí nepriepustné ohraničenie zvodnenej vrstvy zo S a v prirodzenom režime pred rokom 1973 na ňom dochádzalo k výverom podzemnej vody. Smerom na západ je zvodeň otvorená a prostredníctvom studeneckej formácie umožňuje dotáciu podzemných vôd z vyššie položených častí Štiavnických vrchov a z povodia potoka Jasenica (Fecek et al. 1994). Kolektor dopĺňajú dva hlavné zdroje a to infiltrácia zrážok a prítok z oblasti Štiavnických vrchov a taktiež pripadá do úvahy posun hydrogeologickej rozvodnice voči potoku Jasenica. Potok Neresnica mal v pôvodnom režime drenážnu úlohu, na dotácii prostredia sa zúčastňoval len nepatrne. Vplyvom využívania vodného zdroja došlo k prerušeniu kontaktu medzi podzemnými a povrchovými vodami, tým že poklesla hladina podzemnej vody a boli zachytené vody pôvodne prestupujúce do povrchového toku. Vplyv stavu toku na podzemné vody je zanedbateľný. Taktiež priamy súvis s podzemnými vodami nemajú ľavostranné prítoky Neresnice, Bystrý a Kalný potok. Na danom území boli určené puklinová i medzizrnová priepustnosť. Medzizrnová priepustnosť sa uplatňuje v redeponovaných vulkanoklastikách. Puklinová priepustnosť je viazaná na rozpukané intruzívno-extruzívne horniny a na veľmi dobre vytriedené nekonsolidované epiklastiká. Prevahu má puklinová priepustnosť. Obeh puklinovej vody je tu dostatočne hlboký, čo sa prejavuje stálou teplotou vody v priebehu roka.

CHEMICKÉ ZLOŽENIE ZRÁŽKOVÝCH VÔD A POVRCHOVEJ VODY POTOKA NERESNICA

V zrážkových vodách (zdroj SHMÚ, stanica

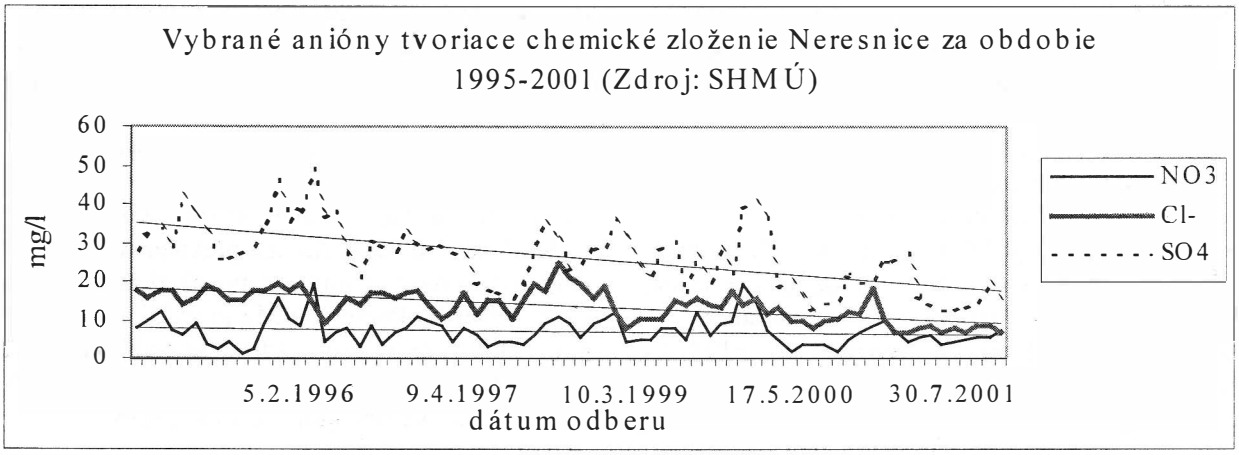
Chopok) z katiónov dominujú hlavne NH_4^+, Ca^{2+} ióny, menej K^+, Mg^{2+}, Na^+. Z aniónov dominujú hlavne sírany, dusičnany a chloridy (väčšinou vo forme neutrálnych solí). Chemické analýzy atmosferických zrážok dokumentujú mierny pokles acidity (rok 1980 pH 4,1, rok 2000 pH 4,5) (Šrenkelová, 2001). Poklesový trend síranov v zrážkach zodpovedá poklesu emisií SO_2 v strednej Európe, kde poklesol obsah SO_2 za roky 1980-2000 o 73 %. Pokles zaznamenali i dusičnany z 0,8 $mg.l^{-1}$ na 0,5 $mg.l^{-1}$ a NH_4^+.

Chemické zloženie povrchovej vody, až na vplyv sekundárneho znečistenia, súhlasí s chemickým zložením podzemnej vody a je odrazom interakcie voda – silikátová hornina. Hlavným zdrojom sekundárneho znečistenia Neresnice sú splachy z terénu a vypúšťanie odpadových vôd z domácností. V dôsledku intenzívneho využitia krajiny na poľnohospodársku činnosť a pasienkárstvo je tu veľmi výrazné fekálne znečistenie. Priemerná hodnota obsahu rozpustených látok vo vode za obdobie rokov 1995-2001 je 226,4 $mg.l^{-1}$. Priemerná hodnota mernej elektrickej vodivosti za rovnaké obdobie je 25,27 $mS.m^{-1}$, možno sledovať jej mierny nárast. Kyslíkový režim v Neresnici ovplyvňuje hlavne zvýšenie obsahu biomasy, jej rozklad a následná spotreba O_2. Nárast mikrobiologického oživenia vody je zjavný hlavne počas extrémne zvýšených prietokov potoka, spôsobených intenzívnymi zrážkami a teda i následne väčším plošným splachom biogénnych prvkov do koryta Neresnice. Priemerná hodnota O_2 za obdobie 1995-2001 je 11,14 $mg.l^{-1}$, priemerná hodnota $ChSK_{Cr}$ je 14,81 $mg.l^{-1}$. Hodnoty BSK_5 sa pohybujú od 0,20 $mg.l^{-1}$ po 10,64 $mg.l^{-1}$. Priemerná hodnota BSK_5 za obdobie 1995-2001 je 2,85 $mg.l^{-1}$ (Obr. 2).

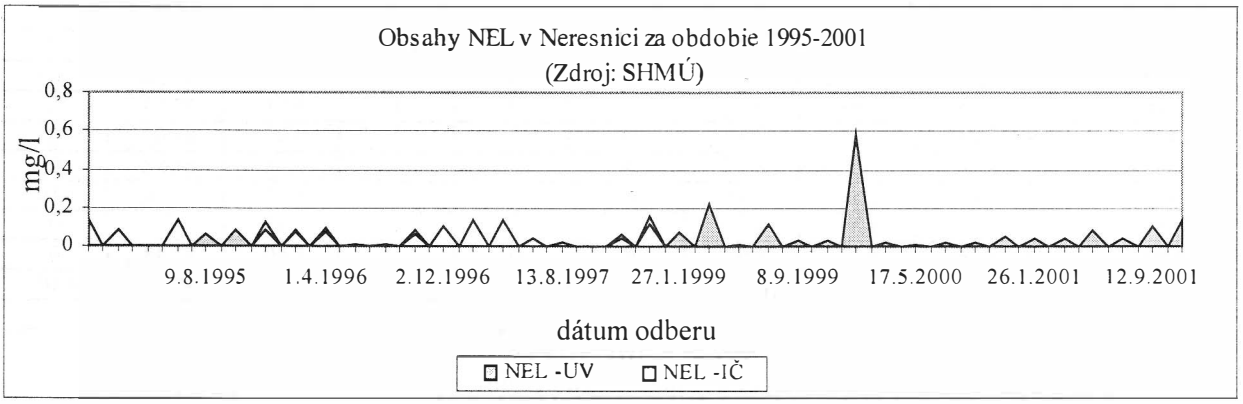


Obr. 2: Ukazovatele kyslíkového režimu Neresnice za obdobie 1995-2001.
Fig. 2: Indexes of oxygen regime of surface water of Neresnica stream in the period 1995-2001.

Voda je nízko až stredne mineralizovaná. Hodnoty pH sa pohybujú v rozmedzí od 7 (1996) po 8,6 (2001). Priemerná hodnota pH za obdobie 1995-2001 je 7,8. Vo vode majú najväčšie zastúpenie ióny Ca^{2+} (25,2 $mg.l^{-1}$, 2002) a HCO^-_3 (92,99 $mg.l^{-1}$, 2002). Ďalej sa na chemickom zložení vody výraznejšie podieľajú i ióny Mg^{2+}, Na^+, K^+, Cl^-, SO_4^{2-}, menej NO_3^-, NO_2^- (Obr. 3) a minimálne NH_4^+. Ich zvýšené koncentrácie spôsobuje fekálne znečistenie vody. Vo vode sa nachádzajú zvýšené koncentrácie NEL (Obr. 4), priemerná hodnota za obdobie 1995-2001 je 0,07 $mg.l^{-1}$. Ich hodnoty sa pohybujú od 0,01 $mg.l^{-1}$ (1995, 1996, 1999, 2000) po 0,58 $mg.l^{-1}$ (2000). Najväčší problém v povrchovej vode Neresnice predstavuje mikrobiologické oživenie. Hodnoty koliformných baktérií sa pohybujú od 10 $KTJ.ml^{-1}$ po 4200 $KTJ.ml^{-1}$.



Obr. 3: Obsahy NO_3^+, Cl^-, SO_4^{2+} v povrchovej vode za obdobie 1995-2001.
Fig. 3: Contents of NO_3^+, Cl^-, SO_4^{2+} in surface water in the period 1995-2001.



Obr. 4: Obsahy NEL v povrchovej vode za obdobie 1995-2001.
Fig. 4: Centents of non polar extractable substances in surface water (1995-2001).

HYDROGEOCHEMICKÉ ZHODNOTENIE VODNÉHO ZDROJA PODZÁMČOK

Na sledovanom území, v širšom okolí vodného zdroja Podzámčok, bolo v období rokov 1991 a 1992 odobraných 59 vzoriek z prameňov, studní a vrtov na zistenie chemického zloženia podzemnej vody (Bodiš et al., 1996). Všetky odberné body boli situované v neovulkanitoch. Hodnoty celkovej mineralizácie sa pohybovali od 84,98 $mg.l^{-1}$ do 881,2 $mg.l^{-1}$, hodnoty pH od 6,22 do 7,95. Teplota podzemnej vody sa pohybovala od 6,9 °C do 16,2 °C, hodnoty $ChSK_{Mn}$ od 0,48 $mg.l^{-1}$ do 6,48 $mg.l^{-1}$, hodnoty SiO_2 od 17,1 $mg.l^{-1}$ do 88,26 $mg.l^{-1}$. Hodnoty Na^+ sa pohybovali od 2,9 $mg.l^{-1}$ do 59 $mg.l^{-1}$, hodnoty K^+ od 0,2 $mg.l^{-1}$ do 94,80 $mg.l^{-1}$, hodnoty Ca^{2+} od 5,61 do 114,19 $mg.l^{-1}$, hodnoty Mg^{2+} od 1,7 $mg.l^{-1}$ do 35,51 $mg.l^{-1}$, hodnoty HCO_3^- od 18,31 $mg.l^{-1}$ do 302,04 $mg.l^{-1}$. Vplyv antropogénnej činnosti na chemické zloženie a kvalitu podzemnej vody na sledovanom území je veľmi výrazný. Znečistenie sa prejavuje hlavne v okolí sídiel a potoka Neresnica. Najintenzívnejšie sa vplyv poľnohospodárskeho znečistenia prejavil v obci Pliešovce, Dubové, Sása, menej v obciach Dobrá Niva, Podzámčok, v Brezinách a Babinej. Znečistenie sa prejavuje zvýšenými koncentráciami NO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}, $ChSk_{Mn}$ a NH_4^+. Hodnoty SO_4^{2-} sa pohybovali od 1,65 $mg.l^{-1}$ do 113,04 $mg.l^{-1}$. Najvyššie koncentrácie boli namerané v Pliešovciach, Brezinách, pri kóte Salaš, v Dubovom a v Dobrej Nive. Hodnoty NO_3^- sa pohybovali od 0,25 $mg.l^{-1}$ do 180,35 $mg.l^{-1}$. Ich najväčšie koncentrácie boli namerané v Pliešovciach, Dubovom a v Dobrej Nive. Hodnoty Cl^- sa pohybovali od 1,062 $mg.l^{-1}$ do 101, 837 $mg.l^{-1}$. Maximálne koncentrácie chloridov boli namerané v Pliešovciach, Babinej a Dubovom. Hodnoty $ChSK_{Mn}$ sa pohybovali v roz-

medzí od 0,48 $mg.l^{-1}$ do 6,48 $mg.l^{-1}$. Najvyššie koncentrácie boli namerané v obci Babiná. Na sledovanom území prekračujú koncentrácie povolené Vyhláškou MZ SR č. 29/2002 Z. z. hodnoty pH, $ChSK_{Mn}$, NO_3^-, Cl^-, Al^{3+}, Cd, Zn, Mn^{2+}.

Zásoby podzemnej vody vodného zdroja Podzámčok sú dopĺňané prevažne infiltrujúcimi zrážkovými vodami a prítokom z oblasti Štiavnických vrchov. Na kontakte voda - vulkanická hornina, tvorená prevažne silikátovými minerálmi, sa formujú vody, ktoré z genetického hľadiska označujeme ako vody atmosferogénne, petrogénne a silikatogénne. Charakteristickou reakciou tvoriacou chemické zloženie podzemnej vody v záujmovom území je hydrolytický rozklad silikátov. Ďalej sa na tvorbe chemického zloženia podzemných vôd oblasti Podzámčoku, avšak v oveľa menšej miere, podieľa rozpúšťanie karbonátov (fluviálne sedimenty potoka Neresnica) a oxidácia sulfidov, hlavne pyritu. V podzemnej vode oblasti Podzámčoku má prevahu A_2 (kalcium-magnézium-hydrogénuhličitanová) zložka (nad 80 cz %) (Tab. 1) Pomer Ca/Mg je väčší ako 0,5. Pre podzemnú vodu vodného zdroja je podľa Gazdovej klasifikácie typický základný· výrazný Ca-Mg-HCO_3 genetický typ, ktorý je v čase stály.

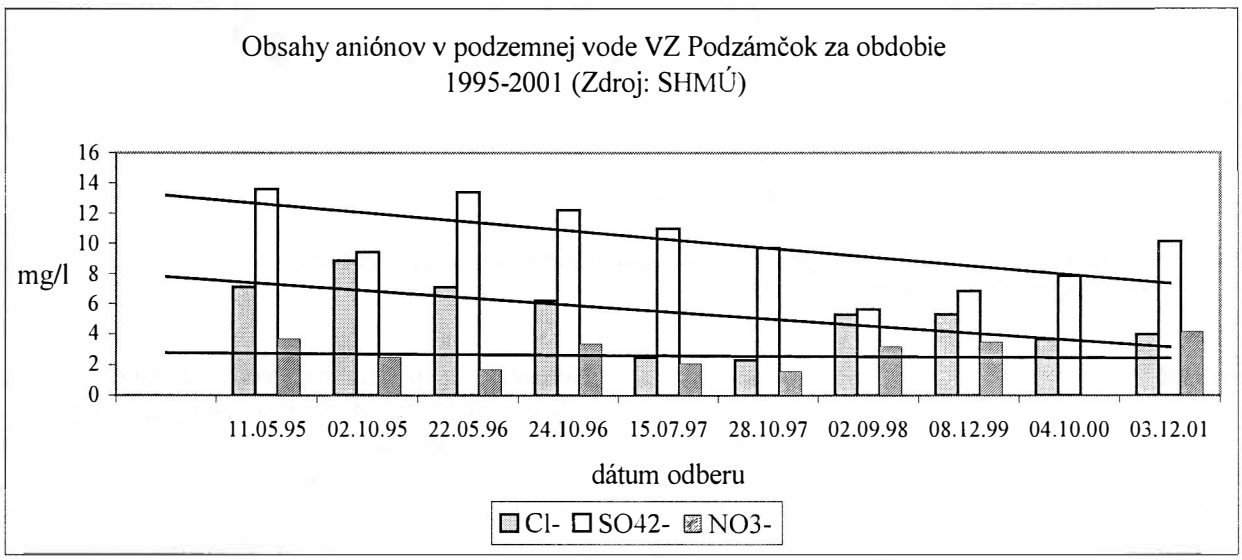
Tab. 1: Prehľad Gazdových charakteristík podzemnej vody VZ Podzámčok za obdobie 1995-2001.
Tab. 1: Gazda's charakteristic of groudwater in period 1995-2001 of water source Podzámčok

Dátum odberu	$S_1(NO_3)$	$S_1(Cl)$	$S_1(SO_4)$	$S_2(NO_3)$	$S_2(Cl)$	$S_2(SO_4)$	A_1	A_2	A_3
	cz %								
11.5.1995	2,10	7,04	8,25	0	0	1,70	0	80,92	0
2.10.1995	1,14	9,12	7,00	0	0	0,15	0	82,26	0
22.5.1996	1,05	7,68	10,71	0	0	0	3.01	77,53	0,01
24.10.1996	2,04	6,51	9,46	0	0	0	0,93	81.05	0
15.7.1997	1,30	2,69	8,77	0	0	0	5,36	81,88	0
28.10.1997	1,03	2,59	8,05	0	0	0	6,73	81,58	0,01
2.9.1998	2,08	6,05	4,75	0	0	0	5,41	81,70	0
8.12.1999	2,36	6,27	5,97	0	0	0	3,60	85,48	0
4.10.2000	0	4,04	6.34	0	0	0	8,67	80,91	0,04
3.12.2001	2,55	4,26	7,97	0	0	0	4,97	80,25	0

Pomerne vysoká teplota podzemnej vody v porovnaní s priemernými teplotami vzduchu a taktiež jej relatívne nepremenlivé hodnoty v priebehu roka, naznačujú pôvod a pohyb podzemnej vody v hlbších obehových cestách. Pôvod vody je z hĺbky 150-200 m (Škvarka, 1967), ako kolektor vody bolo označené neresnícke súvrstvie. V celku dobré oxidačné podmienky v obehových cestách podzemných vôd dokazujú pomerne vysoké koncentrácie O_2 mg/l vo vode. Kyslíkové nasýtenie dosahuje hodnoty od 54 - 86,6 %. Priemerná hodnota kyslíkového nasýtenia je 71 %. S tým súvisia i koncentrácie Fe^{2+} a Mn^{2+} v podzemnej vode, ktoré sú taktiež veľmi nízke. Ich koncentrácie sa takmer stále nachádzajú pod detekčným limitom. Oproti tomu v podzemných vodách plytkej pozorovacej siete je nižšie kyslíkové nasýtenie a taktiež výraznejší prienik znečistenia. Významne stúpajú koncentrácie oboch kovov (Fecek et al. 1994). Namerané hodnoty $ChSK_{Mn}$ v rámci celého sledovaného obdobia sú pomerne priaznivé, ani v jednom prípade nepresahujú vyhláškou stanovené limity pre hromadné zásobovanie pitnou vodou.

Hodnoty celkovej mineralizácie podzemnej vody vodného zdroja Podzámčok (zdroj SHMÚ, monitoring kvality podzemných vôd) sa pohybujú v rozmedzí 241,9 $mg.l^{-1}$ (1997) až 281,6 $mg.l^{-1}$ (2001). Voda je stredne mineralizovaná, na celkovej mineralizácii sa najviac podieľa HCO_3^-. S postupným znižovaním čerpaného množstva možno sledovať nárast celkovej mineralizácie, zvyšovanie koncentrácií iónov typických pre vody neovulkanitov a taktiež nárast H_4SiO_4. Hodnoty pH podzemnej vody za obdobie 1995-2001 sa pohybujú v rozmedzí od 6,7 do 7,99. Vody sú teda slabo kyslé až alkalické. Hodnoty pH súvisia s hodnotami parciálneho tlaku CO_2. Tieto hodnoty sa nachádzajú v rozmedzí od $1,13.10^{-3}$ pri pH 7,99 po $2,26.10^{-4}$ pri pH 6,7. CO_2 v podzemnej vode je pôdneho charakteru, je ovplyvnený i atmosferickým CO_2. Nepredpokladá sa výraznejší vplyv hlbinného CO_2 z neresníckej zlomovej línie, kvôli nízkej celkovej mineralizácii, nízkym hodnotám voľného CO_2 a neprítomnosti minerálnych vôd v blízkom okolí vodného zdroja. Agresívny CO_2 v

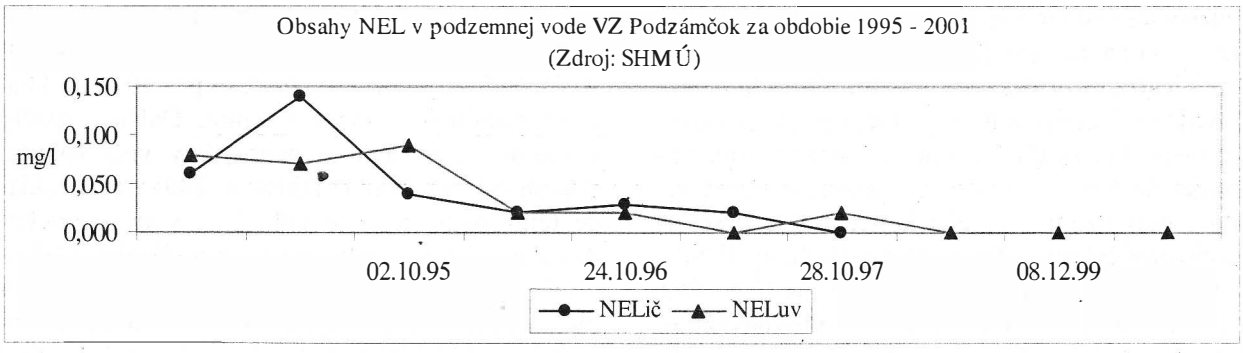
podzemnej vode je v rozsahu od 6,6 $mg.l^{-1}$ po 13,2 $mg.l^{-1}$. Voda ani pri pohybe obehovými cestami neprichádza do styku s karbonátmi. Túto hypotézu potvrdzuje i nízka celková mineralizácia podzemnej vody. To, že formovanie chemického zloženia prebiehalo len v horninovom prostredí neovulkanitov, potvrdzujú i vysoké koncentrácie kyseliny tetrahydrogénkremičitej vo vode. Hodnoty H_4SiO_4 sa nachádzajú v rozmedzí od 54,94 $mg.l^{-1}$ po 94,6 $mg.l^{-1}$. Voda je na základe indexov nerovnovážnosti pre kremeň, ktorého hodnoty sa pohybujú od -0,2012 po -0,4334 v rovnovážnom stave. Na základe indexov nerovnovážnosti silikátových systémov albit - kaolinit, mikroklín - kaolinit, anortit - kaolinit, illit - kaolinit, Ca-montmorillonit - kaolinit, kaolinit - gibbsit, získaných výpočtom z údajov o chemickom zložení podzemnej vody v Podzámčoku za roky 1995-2001, pri použitom intervale pre rovnováhu systému I = -0,5 - 0,5, je najstabilnejšou fázou systému silikáty - voda, sekundárny minerál kaolinit. Najnestabilnejšou fázou systému je anortit (I = -6). Zo systému sa vyzrážava gibbsit (I = 4). Na základe výpočtu a použitím stabilitného diagramu systému Na_2O-Al_2O_3-SiO_2-H_2O pri t = 25 °C a p = 101,325 kPa, je najstabilnejšou fázou kaolinit. Ďalšie výpočty dokázali, že systém je nedosýtený voči kalcitu, dolomitu a sadrovcu (Makišová, 2003). I na základe tejto skutočnosti je vidieť, že vody neprichádzajú do styku s karbonatickým podložím. Celkovo sa na mineralizácii podzemnej vody podielajú hlavne katióny Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, v minimálnom množstve NH_4^{+}, Fe^{2+} a Mn^{2+}, anióny Cl^{-}, HCO_3^{-}, SO_4^{2-} (Obr. 5), menej NO_3^{-}, NO_2^{-} a HPO_3^{-}, a taktiež H_4SiO_4. Chemické zloženie podzemnej vody je typické pre vody pochádzajúce z neovulkanitov a pre hlavný proces tvorby chemického zloženia, hydrolytický rozklad silikátov. Hodnoty stopových prvkov v podzemnej vode vodného zdroja Podzámčok sú minimálne. Najviac zastúpené sú meď, zinok, prípadne chróm a nikel. Ich primárnym zdrojom je horninové prostredie, sekundárnym zdrojom splaškové vody, hnojivá, pesticídy, hnojiská a divoké skládky tuhých odpadov.



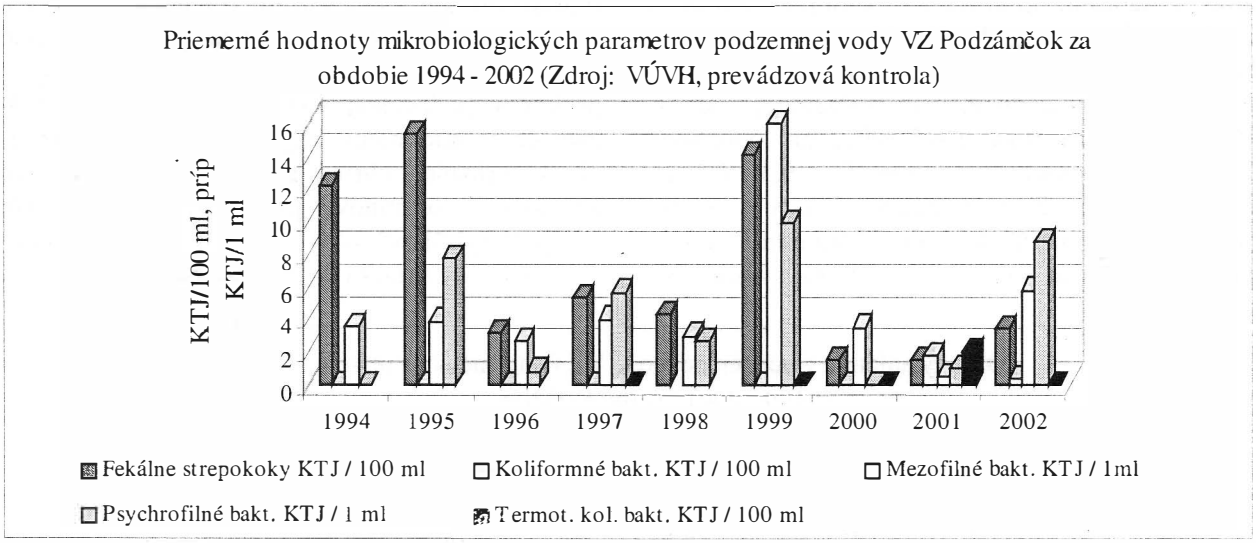
Obr. 5: Hodnoty vybraných aniónov podzemnej vody VZ Podzámčok (1995-2001). Zjavný je poklesový trend síranov a chloridov v podzemnej vode, rovnako ako u zrážkových a povrchových vôd.

Fig. 5: Selected compounds of chemical composition of groundwater of water source Podzámčok in the period 1995-2001. Evident is the decreasing trend of SO_4^{2-} and Cl^{-} in groundwater and also in surface and rain water.

Jedným zo skupinových ukazovateľov organického znečistenia sú aj NEL (Obr. 6). Ich koncentrácie sa pohybovali od 0,14 $mg.l^{-1}$ (1995) po hodnoty nižšie ako detekčný limit (1997, 1999, 2000, 2001). V rokoch 1995, 1996 boli ich koncentrácie väčšie ako povoľuje Vyhláška MZ SR 29/2002 Z. z.. Mikrobiologické oživenie (Obr. 7) spôsobuje najväčšie problémy pri prevádzke vodného zdroja od počiatku jeho prevádzky. Neustále sú prekračované limity stanovené Vyhláškou MZ SR č. 29/2002 Z. z. pre fekálne streptokoky (1994-2002), termotolerantné koliformné baktérie (2001, 2002) a pre mezofilné baktérie (1999) (zdroj VÚVH, prevádzková kontrola vodného zdroja).



Obr. 6: Obsahy NEL v podzemnej vode VZ Podzámčok (1995-2001).
Fig. 6: Contents of non polar extractable substances in groundwater (1995-2001).



Obr. 7: Priemerné hodnoty mikrobiologických parametrov podzemnej vody VZ Podzámčok (1994-2002).
Fig. 7: Microbiological pollution in groundwater (1994-2002).

ZÁVER

Zdroj Podzámčok má od začiatku svojho využívania (od roku 1973) dobrú kvalitu podzemnej vody a doteraz neboli zistené rozdiely v chemickom zložení čerpanej podzemnej vody. Zistené boli len menšie rozdielnosti, či už v rámci času, či v rámci jednotlivých vrtov. Kvalita podzemných vôd VZ Podzámčok môže byť zhoršená vplyvom znečistenia ovzdušia a zrážkových vôd len nepriamo, cez potok Neresnica. Na kvalitu má do istej miery množstvo spadnutých zrážok, a s tým súvisiace povodňové stavy Neresnice a zvýšený splach z intenzívne poľnohospodársky využívaného územia. Pri porovnaní vývoja chemického zloženia zrážkových vôd, povrchovej vody Neresnice a podzemnej vody, možno sledovať celoslovenský trend poklesu chloridov, síranov a nárast pH smerom k alkalickej oblasti u všetkých typoch vôd. Jediným permanentným negatívnym javom je mikrobiologické oživenie podzemnej vody pravdepodobne spôsobené priesakom znečistenia z povrchu do horninového prostredia a vplyvom priesakov povrchového toku do podzemných vôd cez netesnosti výstroja exploatačných vrtov. Bakteriálne znečistenie nemá pôvod v bodovom zdroji znečistenia, je skôr dôsledkom kontaminácie okolia poľnohospodárskou činnosťou. Čiastočne dochádza i k vyplavovaniu železitého kalu z puklín v okolí záchytných objektov, čo spôsobuje zákal a nárast obsahov železa a mangánu vo vode.

Publikácia vznikla s podporou grantovej úlohy VEGA č. 1/1038/04, financovanej MŠ SR.

LITERATÚRA

Bodiš, D. - Rapant, S. - Vrana, K., 1996: Geochemický atlas Slovenska. Podzemné vody. ŠGÚDŠ. Bratislava. 124 s.
Demovič, M.,1991: Režim povrchového toku Neresnica vo vzťahu k využívaným zdrojom podzemnej vody v Podzámčoku a Dobrej Nive. Diplomová práca. Bratislava.PrifUK. 36 s.
Fecek, P.,1987: Podzámčok - hydrogeologický prieskum. Bratislava. IGHP. 17 s.
Fecek, P. - Ostrolucký, P. - Roháčiková, A., 1994: Podzámčok – Hydrogeologický prieskum II. Etapa. Bratislava: GEOS a.s. 59 s.
Makišová. Z., 2003: Hydrogeochemická charakteristika vodného zdroja Podzámčok. Diplomová práca. Katedra Hydrogeológie PRIF UK. Bratislava. 85 s.
Prelovský, B., 2001: Model prúdenia podzemnej vody na lokalite Podzámčok. Diplomová práca. Bratislava. Prif UK. 71 s.
STN 75 7111, 1998 Pitná voda. Bratislava. Slovenský ústav technickej normalizácie. 28 s.
Škvarka, L.,1967: Nálezová správa o nových zdrojoch podzemných vôd v oblasti Podzámčok a návrh na ich zachytenie. Bratislava. ŠGÚDŠ. 12 s.
Šrenkelová, S. 2001: Kvalita atmosferických zrážok na regionálnych staniciach SR. Zborník z konferencie Hydrogeochémia 01. Bratislava. Prif UK. 5 s.
Vyhláška MZ SR 29/2002 Z. z. o požiadavkách na pitnú vodu a kontrolu kvality pitnej vody.

HYDROGEOCHEMICAL CONTITIONS OF WATER SOURCE PODZÁMČOK

RESUMÉ

Water source Podzámčok is a part of aqueduct of Pohronie group and, it is a source of drinking water for the cities Zvolen, Banská Štiavnica and Žiar nad Hronom. It has been operating since 1973. It comprises 5 pumping wells HGN 2–6 and observation well HGN–1. Studied area is located in the Slovak republic, Banská Bystrica county, Zvolen district. Water source is situated 6 km southward from Zvolen. Studying area belongs to the catchment of Neresnica stream. The operation of pumping wells affects very intensively the natural regime of surface water. Abundantly the discharge of Neresnica stream was decreased (Fig. 1). Discharge withdrawn by pumping was 180-200 $l.s^{-1}$ in 1991, from 1992 the consumption of water had been decreasing and in 2001 the discharge withdrawn by pumping was only 60 $l.s^{-1}$ (Prelovský, 2001). Fundaments of geological conformation are forming products of volcanic activity of statovulcano Štiavnica and stratovulcano Javorie. They occur in the form of lava flows, and have explosive - effusive character. Younger products of volcanic activity of Javorie cover older formations of Štiavnica Mountains. On the geological conformation there are also participated pliocene sediments of Pliešovce Basin and quaternary sediments. The most frequent rocks in this area are andesites, volcaniclastics, pyroclastics and epiclastics. Most significant quaternary sediments are deluvial deposits. Water source Podzámčok leis on Neresnica fault line. The hydrogeological structure of water resource Podzámčok is opened. The layers of tuffitic sandstones, agglomerate breccias and other pyroclastics of Neresnica formation were determined as aquifer (Fecek, Ostrolucký, 1994). Intergranular permeability and fracture permeability were designated in the studying area. The circulation of groundwater is sufficiently deep here (Škvarka, 1967), the temperature of groundwater is relatively high and constant during the year.
Groundwater reserves are primarily recharged by infiltration of atmospheric precipitation and by flow from Štiavnica Mountains. The type of groundwater is determined as atmospherogenic, petrogenic and silicatogenic. Silicate weathering is the most common reaction, which is creating the chemical composition of groundwater in studied area. Dissolution of carbonates and oxidation of pyrite is less important. According to Gazda classification the type of ground water from source Podzámčok is basic distinnct Ca-Mg-HCO_3 (Tab. 1). Dominant A_2 component is over 80 %. Total dissolved solids content of ground water was during the years 1995-2001 in the range 241.9 $mg.l^{-1}$ (1997) – 281.6 $mg.l^{-1}$ (2001). During the years 1995 – 2001 pH range was 6.7 – 7.99. The ground water is poor acid

to alkaline. The most stabile phase in the system silica – groundwater is kaolinite (Makišová, 2003).

Typical components of chemical composition in the groundwater are Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+}, HCO_3^{-}, SO_4^{2-}, Cl^{-}. In groundwater there are minimal contents of NH_4^{+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, NO_3^{-}, NO_2^{-} and HPO_3^{-} (Fig. 5). In the water there is also typical high concentration of H_4SiO_4. Concentrations of metals in groundwater are minimal. The concentration of non polar extractable substances in the period 1995 – 2001 was in the range 0.14 $mg.l^{-1}$ (1995) and / under detection limit (1997, 1999, 2000, 2001) (Fig. 6). The chemical composition of surface water (Fig. 2 and 3) is influenced by the chemical composition of source water (groundwater, precipitations), geological conformation of discharge area and along the river, waterishness, flow, climatic circumstances and anthropogenic pollution (Fig. 4). The surface water is very polluted by agricultural activities in this area. The sources of pollution in studied area are intensive agricultural activity, roads and wild dumps of municipal waste. There is no communication between the surface water and groundwater, the pollutions comes into the groundwater trough percolalation from surface. Quality of groundwater in the source Podzámčok is very high. In the water there are very low concentrations of undesirable components. The only long lasting problem is the microbiological pollution of water (Fig. 7). To preserve high quality of pumped groundwater, it is important to accept the groundwater protection zones and to find optimal water take off.

Recenzovala: RNDr. Zdenka Bačová