HYDROGEOCHEMICKÁ CHARAKTERISTIKA A KVALITA VÔD KVARTÉRU TRENČIANSKEJ KOTLINY A PRIĽAHLÉHO MEZOZOIKA

Anna Roháčiková

ABSTRACT

Water of Quaternary sediments of the Trenčianska kotlina valley is typical fluviogenic water recharged by precipitation, by infiltrated surface water and by water transfered from aadjacent geological units. Ground water chemical composition is formed by basic processes – dissolving of carbonatic components of sandy gravel deposits and dissolution of silicate minerals. Important influence has also the anthropogenic contamination, which is the source of chlorides, sulfates, nitrates, oil products and another organic pollutants. Ground water is often not suitable for drinking purposses (Standard STN 75 7111 – Drinking water) due to low content of oxygen and high content of iron, manganesse, amonium, nitrates and organic pollutants. High quality water occurs in right side terasse of river Váh in Chocholná village and in marginal part of the area, where water of high quality transfers from the Mesozoic carbonate complexes.

KEY WORDS

ground water, quaternary sediments, mesozoic carbonates, chemical composition of ground water and surface water, oxygen regimen, water quality, anthropogenic influence

KĽÚČOVÉ SLOVÁ

podzemná voda, kvartérne sedimenty, karbonáty mezozoika, chemické zloženie podzemných a povrchových vôd, kyslíkový režim, kvalita vody, antropogénny vplyv

ÚVOD

V rámci úlohy "Kvartér Trenčianskej kotliny a priľahlé mezozoikum", (obr. 1) ktorej zadávateľom bolo MŽP SR, bola hodnotená aj kvalita podzemných vôd. Keďže úloha bola zameraná na zistenie zásob v kategórii C_2, chemické zloženie podzemných vôd bolo vyhodnotené na základe archívnych analýz a analýz z ročného režimového pozorovania vybratých archívnych vrtov, z ktorých boli vzorky odoberané v mesačných intervaloch. Vzhľadom na charakter doplňania podzemných vôd bola patričná pozornosť venovaná aj zdrojovým vodám a to jednak zrážkovým vodám, ale predovšetkým vodám povrchových tokov.

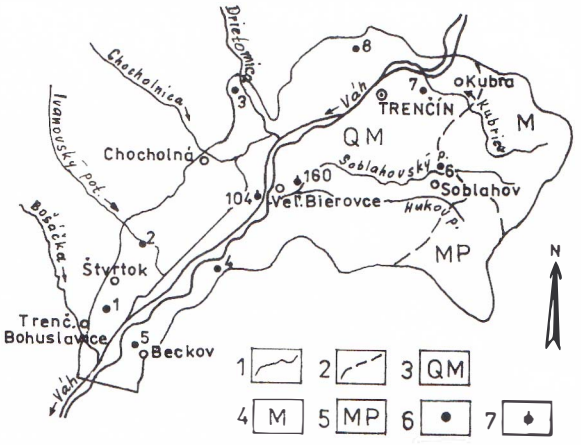


Fig. 1: Outline of Quaternary of the Trenčianska kotlina valley
Explanations: 1-border of the area, 2-border of the hydrogeologic unit, 3-Quaternary sediments of the Trenčianska kotlina valey, 4- N-V part of the Strážovské vrchy mts. Mesozoic, 5-Mesozoic and Paleogene of the S part of the Strážovské vrchy mts., 6-regimenly observed wells, 7-wells observed by Slovak Hydrometeorological Institute

Obr. 1: Situácia územia Kvartér Trenčianskej kotliny
Vysvetlivky: 1-hranica územia, 2-hranica hydrogeologického rajónu, 3-Kvartér Trenčianskej kotliny, 4-Mezozoikum SZ časti Strážovských vrchov, 5-Mezozoikum a Paleogén J časti Strážovských vrchov, 6-režimovo pozorované vrty, 7-vrty pozorované SHMÚ

Ing. Anna Roháčiková
Katedra hydrogeológie, Prírodovedecká fakulta UK, Mlynská dolina, 842 15

HYDROGEOCHEMICKÉ POMERY ÚZEMIA

Hlavným zdrojom dopĺňania podzemných vôd kvartérnych sedimentov Váhu sú zrážkové vody. Pri ich infiltrácii cez štrkopiesčité náplavy, ktoré sú tvorené prevažne karbonátmi sa obohacujú ich rozkladom hlavne o Ca, Mg a HCO_3. Okrem toho dochádza k hydrolytickému rozkladu silikátov, pri ktorom sa v daných podmienkach do vody prednostne uvoľňujú rovnaké zložky, s určitým podielom SiO_2. Taktiež dochádza k rozpúšťaniu síranov a k oxidácii ako rozptýlenej síry tak ostatných oxidovateľných zložiek, predovšetkým organických látok. Na priebeh reakcií, ako aj na výslednú kvalitu vôd má významný vplyv zloženie zrážkových vod, predovšetkým zimných zrážok. V častiach územia, kde sú podzemné vody dopĺňané infiltrujúcimi vodami povrchových tokov, je ich kvalita do značnej miery závislá od kvality povrchového toku. Výsledkom všetkých uvedených reakcií je CaMg HCO_3 typ chemizmu podzemných vôd.

Vzhľadom na vysokú priepustnosť horninového prostredia sa do vôd dostávajú znečisťujúce látky antropogénneho pôvodu, čo sa prejavuje zvýšením obsahu základných anorganických zložiek a organických látok. Vo vodách sa v dôsledku toho objavujú zvýšené obsahy dusičnanov a organických látok, odbúranie ktorých má za následok pokles obsahu kyslíka s následným uvoľňovaním železa a mangánu do vody. Zvýšené obsahy Fe, Mn, a NO_3 sú najčastejším dôvodom, pre ktorý sú vody bez úpravy nevhodné na pitné účely. Vo vysoko reaktívnom horninovom prostredí sa voľný CO_2 spotrebuje na priebeh reakcií, preto vo vodách nie je prítomný agresívny CO_2.

HYDROGEOCHEMICKÉ ZHODNOTENIE

ZDROJOVÉ VODY

Na dopĺňaní podzemných vôd v území sa podielajú zrážkové a infiltrujúce vody z povrchových tokov, prípadne vody prestupujúce z iných geologických celkov. Rozhodujúcu úlohu však majú vzhľadom na pomery územia zrážkové vody (Pospíšil Z, 1969), preto sme sa podrobnejšie zaoberali chemickým zložením zrážok, ktoré okrem toho, že sa na chemickom zložení podzemných vôd podielajú nielen priamo - prínosom vlastných zložiek, ale v závislosti od svojho zloženia ovplyvňujú tiež procesy prebiehajúce na rozhraní voda - hornina.

Pri hodnotení kvality zrážkových vôd sme vychádzali jednak z kvality zimných zrážok, ktoré majú rozhodujúci podiel čo do množstva a teda aj ich kvalita výrazne ovplyvňuje akosť podzemných vôd. Podkladom boli výsledky desiatich analýz snehov v rokoch 1976-1985 na mieste odberu Trenčianske Jastrabie (Vrana et al., 1989) uvedené v tabuľke 1a a 1b.

	pH	M	SiO_2	Na	K	NH_4	Mg	Ca	Cl	NO_3	SO_4
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
n	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
x	4,95	28,98	0,75	0,67	1,16	1,45	0,62	3,15	4,44	3,94	7,62
S	0,97	23,14	0,30	1,06	2,93	1,07	0,56	3,66	5,27	2,05	5,54
Min.	4,00	10,37	0,40	0,14	0,10	0,42	0,16	0,92	0,60	1,25	2,67
Max.	7,07	72,09	1,25	3,65	9,50	3,72	2,30	13,00	18,31	8,00	20,94

Tab. 1a: Chemické zloženie snehov na lokalite Trenčianske Jastrabie
Tab. 1a: Chemical composition of snow pack on locality Trenčianske Jastrabie

	Sr	Mn	Fe	Al	Zn	Cu	Pb
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
n	10	10	10	10	10	10	10
x	24	68	223	252	57	33	18
S	18	149	165	215	57	19	11
Min.	4	5	38	82	10	0	2
Max.	55	490	470	700	210	70	40

Tab. 1b: Chemické zloženie snehov na lokalite Trenčianske Jastrabie
Tab. 1b: Chemical composition of snow pack on locality Trenčianske Jastrabie
n - počet meraní, x - aritmetický priemer, Min. - minimálna hodnota, Max. - maximálna hodnota
n - number of measurements, x - artmetic mean, Min. - minimum value, Max. - maximum value

Výsledky analýz dokumentujú vysokú variabilitu zrážkových vôd, pričom sa mení nielen obsah zložiek, ale aj vzájomný pomer jednotlivých iónov. Z priemerných hodnôt však vyplýva, že obsah katiónov klesá v smere Ca-NH_4-Mg-K, pri aniónoch v smere SO_4-Cl-NO_3. Z hľadiska potencionálneho prínosu solí (M=13,04 $g.m^{-2}$) do prostredia, zo 44 sledovaných miest v Slovenskej republike je lokalita Trenčianske Jastrabie tretia najviac zaťažená lokalita. Vypočítaný prínos síranov je 3,43 $g.m^{-2}$, chloridov 2,00 $g.m^{-2}$, dusičnany, amónne ióny vyjadrené ako celkový dusík tvoria potenciálny prínos 0,91$g.m^{-2}$.

Kvalitu vody Váhu ako jedného zo zdrojov dopĺňania podzemných vôd sme zhodnotili na základe výsledkov dlhodobého režimoveho sledovania SHMÚ Bratislava v profile Trenčín "Hať" a výsledkov z vlastného odberu.

Zaujímavé je porovnanie chemického zloženia vody koncom sedemdesiatych rokov s nasledujúcimi obdobiami a súčasným stavom. Chemické zloženie vody Váhu sa v priebehu uvedeného obdobia pomerne výrazne menilo. V rokoch 1977-1989 boli dôvodom na zaradenie do III-IV. triedy kvality vysoká BSK_5, $CHSK_{Mn}$ a vysoké koncentrácie amoniakálneho dusíka, ktoré sa v poslednom období výrazne znížili. Zlepšila sa kvalita aj čo do obsahu kyslíka, ktorý bol prítomný od r. 1989 v množstvách vyhovujúcich I. triede kvality. Od roku 1995 sa sleduje $CHSK_{Cr}$, podľa ktorého sa v súčasnosti zaraďuje voda do III.-IV. triedy akosti. Porovnanie tohoto parametra s predošlým obdobím nie je možné, avšak podľa vysokých $CHSK_{Mn}$ nožno usudzovať, že hodnoty boli podobné, pravdepodobne ešte vyššie ako v posledných rokoch. Vysoké hodnoty tohoto parametra spolu s prítomnosťou vyšších obsahov NEL v posledných rokoch sa javia ako veľmi nepriaznivé hlavne z pohľadu možnosti ovplyvnenia podzemných vôd pri infiltrácii. Priemerné ročné koncentrácie vybraných ukazovateľov sledovaných SHMÚ vo vode Váhu s hodnotami jednotlivých tried STN 75 7221 sú uvedené v tabuľke 2.

Rok / Zložka	1977	tr.	1986	tr.	1989	tr.	1994	tr.	1995	tr.	1996	tr.	1997	tr.
EC mS/m	50,41	II	51,91	II	48,67	II	35,6	I	38,48	I	37,04	I	36,8	I
pH	7,48	I	7,14	I	8,05	I	8,12	III	8,13	III	7,95	I	7,5	I
rozp.O_2 mg/l	7,5	I	6,6	II	7,8	I	10,58	I	11,48	I	11,03	I	11,52	I
BSK_5 mg/l	8,9	III	11,8	IV	6,4	III	2,8	II	2,93	II	2,87	II		
$CHSK_{Mn}$ mg/l	20,5	I	29,3	III	15,8	IV	4,5	I	3,91	I	4,21	I	4,48	I
$CHSK_{Cr}$	-	-	-	-	-	-	-	-	13,08	III			19,8	IV
Cl mg/l	27,8	I	14,2	I	26,7	I	15,07	I	15,66	I	15,36	I	11,32	I
SO_4 mg/l	19,4	I	23,13	I	73,6	I	43,22	I	49,84	I	46,53	I	57	I
Ca mg/l	39,4	I	44,7	I	-		54,3	I	-		54,28	I		
Mg mg/l	9,3	I	6,8	I	-		18,0	I	-		-			
N – NH_4 mg/l	1,817	IV	1,988	IV	1,863	IV	0,203	I	0,198	I	0,2	I	0,33	II
N – NO_3 mg/l	1,71	II	1,613	II	2,304	II	2,117	II	1,842	II	1,979	II	2,02	II
Fe mg/l	0,083	I	0,17	I	0,03	I	0,491	I	-		0,49	I	-	
Mn mg/l	0,062	II	-		-		-		-		-		-	
NEL mg/l	0	I	0	I	0	I			0,035	II	0,047	II	0,025	II

Tab. 2: Kvalita vody Váhu podľa STN 75 7221
Tab. 2: Surface water quality in river Váh according the STN 75 7221

Územím preteká pomerne veľké množstvo potokov. Na ľavej strane Váhu pramenia potoky Kubrica, Soblahovský, Turniansky a Hukov potok. Na krátkom úseku pretekajú územím Selecký a Bodovský potok, ktoré pramenia v susednom území. Na pravej strane Váhu je podstatne viac potokov, pričom všetky pramenia mimo územia.

Pre všetky potoky v čase nášeho sledovania bola charakteristiká alkalická reakcia a pomerne vysoká mineralizácia, pričom vo vodách majú najvyšší podiel na mineralizácii Ca, Mg, a HCO_3. U sekundárne ovplyvnených povrchových tokov sa vplyv znečisťujúcich látok prejavil predovšetkým zvýšením obsahu SO_4 a NO_3 .

Vlyv antropogénnej činnosti sa prejavil viditeľne u dlhších potokov, kde viaceré vzorky

odobraté pozdĺž toku poukazujú na výrazné zmeny chemického zloženia vôd. Potok Drietomica, napr., mal nad Drietomou EC 45,6 mS/m, pred sútokom s Chocholnicou stúpla jej hodnota na 46,9 mS/m. Typickým príkladom postupného znečisťovania povrchového toku je Chocholnica, ktorá je v tejto časti územia najdlhším tokom. V mieste odberu T-12 nad Chocholnou mala mernú elektrickú vodivosť 48 mS/m, v mieste odberu T-15 dosahovala EC hodnotu 50,6 mS/m a v mieste odberu T-9 sa jej hodnota zvýšila na 53,6 mS/m (merania v r.1996), čo je dôsledkom zvýšenia obsahov zložiek antropogénneho charakteru. Na výraznom prínose minerálnych látok sa podielajú hlavne pravostranné prítoky, Adamovský a Ivanovský, ale najmä Sihôtsky a Haluzický potok, ktorých vody majú najvyššie koncentrácie dusičnanov, chloridov a síranov v rámci celého územia (tab. 3). Podobný priebeh EC ako bolo uvedené, potvrdili aj merania počas hydromertovacích prác v r.1997, kedy jej hodnoty postupne vzrastali zo 46 mS/m v profile PL-7 na 53,5 v km-9, ďalej na 54,8 v km-5 a až na 60,2 mS/m v km-2.

I keď naše sledovanie kvality povrchových tokov nespĺňa všetky požiadavky, podľa ktorých sa hodnotí akosť povrchových tokov v zmysle STN 75 7221 "Klasifikácia akosti povrchových vôd", zhodnotili sme ich aspoň orientačne v nami stanovených ukazovateľoch, ktoré sú uvedené v tabuľke 3. Podľa uvedenej STN sa do najhorších tried akosti zaraďuje väčšina vôd v dôsledku vysokých obsahov dusitanového a dusičnanového dusíka (III.-V. trieda akosti), ale nepriaznivé sú aj koncentrácie mangánu (III. trieda akosti) a zinku, ktorý bol zo štyroch vzoriek v troch až vo IV. triede akosti.

Kyslíkový režim vôd podľa STN 75 7221 je dobrý, pretože obsah kyslíka vo vodách potokov bol (s výnimkou Soblahovského v km-6, kde dosahoval 4,97 mg/l - IV. triedu kvality), nad koncentráciou 7 mg/l a podľa tohoto kritéria sa vody zaraďujú do I. triedy kvality. Podobne, aj BSK-5 bola vo všetkých vodách okrem Záblatského potoka v profile km-1 (II. trieda) nízka, vyhovujúca I. triede kvality. $CHSK_{Mn}$ prekročila hranicu I. triedy akosti len v Sihôtskom potoku a zaradila vodu do II. triedy akosti.

Tab. 3: Kvalita vôd potokov podľa STN 75 7221
Tab. 3: Water quality of streams according the STN 75 7221 ➔

Lokalita	Zdroj	pH	tr.	T	tr.	EC	tr.	Fe	tr.	Mn	tr.	N-NH4	tr.	N-NO2	tr.	N-NO3	tr.	PO4	tr.	Cl	tr.	SO4	tr.	Ca	tr.	Mg	tr.	Cd	tr.	As	tr.	Cu	tr.	Zn	tr.	
				°C		mS/m		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l		mg/l										
Kubrica	T-1	8,30	I	10,2	I	61,6	II	0,29	I			0,09	I	0,021	IV	2,0	II	0,2	III	10,3	I	47,9	I	104,6	II	26,4	I	0,0012	I	0,0019	I	0,0059	I	0,39	IV
Soblahovský	T-2	8,20	I	10	I	76,5	III	0,4	I			0,20	I	0,027	IV	7,0	IV	2,19	V	27,9	I	57,2	I	103,2	II	36,6	II	0,0018	I	0,0020	I	0,0078	I	0,39	IV
Selecký	T-3	8,30	I	8,8	I	47,1	II	0,1	I			0,20	I	0,006	III	3,4	III	0,17	III	14,8	I	28,6	I	70,9	II	16,5	I	0,0015	I	0,0022	I	0,0049	I	0,041	II
Bodovský	T-4	8,15	I	11,2	I	62,6	II	0,13	I			0,02	I	0,012	III	2,6	II	0,09	III	12,7	I	23,1	I	97,5	II	30,8	II	0,0014	I	0,0019	I	0,0047	I	0,385	IV
Bošáca	T-5	8,30	I	6,8	I	60,6	II	0,08	I	0,03	I	0,16	I	0,012	III	4,0	III	<0,05	I	12,2	I	53,5	I	994	II	18,8	I								
Haluzický	T-6	8,10	I	8,9	I	86,4	III	0,1	I	0,03	I	0,02	I	0,003	III	11,7	V	<0,05	I	36,2	I	75,6	I	139,9	II	23,7	I								
Sihotský	T-7	7,75	I	7,5	I	59,7	II	0,4	I	0,09	II	0,05	I	0,003	III	15,0	V	<0,05	I	24,2	I	60,9	I	133,2	II	25,2	II								
Ivanovský	T-8	8,10	I	7,3	I	61,6	II	0,06	I	0,03	I	0,04	I	0,006	III	1,8	II	<0,05	I	10,4	I	55,3	I	105,4	II	16,9	I								
Chocholnica	T-9	8,10	I	7,1	I	53,6	II	0,35	I	0,25	III	0,06	I	0,012	III	4,5	III	<0,05	I	7,5	I	47,9	I	81,0	II	22,5	II								
Melcický	T-10	8,10	I	8,6	I	56,6	II	0,53	II	0,3	III	0,06	I	0,006	III	3,5	III	<0,05	I	5,7	I	51,6	I	81,7	II	27,2	II								
Adamovský	T-11	7,55	I	8,5	I	66,8	II	0,31	I	0,26	III	0,07	I	0,006	III	6,3	III	<0,05	I	15,3	I	73,8	I	119,8	II	14,4	I								
Chocholnica	T-12	8,15	I	7,9	I	48,0	II	0,6	II	0,1	II	0,08	I	0,006	III	3,5	III	<0,05	I	6,6	I	42,4	I	72,3	I	20,8	I								
Drietomica	T-13	7,85	I	7,4	I	45,6	II	0,65	II	0,07	II	0,07	I	0,006	III	4,3	III	<0,05	I	8,6	I	42,4	I	78,2	I	10,2	I								
Drietomica	T-14	7,75	I	8,0	I	46,9	II	0,33	I	0,06	II	0,06	I	0,06	III	4,6	III	<0,05	I	9,4	I	42,4	I	72,2	I	16,8	I								
Chocholnica	T-15	8,10	I	18,7	I	50,6	II	0,17	I	0,02	I	0,26	I	0,012	III	3,1	II	<0,05	I	9,1	I	46,1	I	64,2	I	27,8	II								
Zlatovský	T-16	7,90	I	23,1	II	66,1	II	0,6	II	0,11	III	0,53	III	0,012	III	1,9	II	<0,05	I	9,6	I	103,3	II	100,2	II	28,0	II								
Orechovský	T-17	7,85	I	17,2	II	79,2	III	0,29	I	0,13	III	0,35	III	0,012	III	5,3	III	<0,05	I	21,3	I	94,0	II	135,2	II	24,6	I								

PODZEMNÉ VODY

GENÉZA PODZEMNÝCH VÔD

Formovanie chemického zloženia podzemných vôd fluviálnych sedimentov má svoje špecifiká. Ich kvantita a kvalita do značnej miery závisí od množstva a kvality infiltrujúcej vody z povrchového toku. Súčasne však zohráva rolu zloženie, aktivita, zrnitosť a doba zdržania v horninovom prostredí. Významnú rolu mnohokrát zohrávajú taktiež prestupy podzemných vôd z terás a okolitých geologických celkov, ktorých chemické zloženie je mnohokrát veľmi odlišné od zloženia vôd v záujmovom území (Hyánková, Ženišová, 1988).

Z archívnych materiálov vyplýva, že sa podzemné vody kvartéru Trenčianskej kotliny dopĺňajú predovšetkým zrážkovými vodami (Pospíšil 1968). Významné sú ako z hľadiska kvantity tak aj kvality hlavne zimné zrážky. Menší význam majú infiltrované povrchové vody z Váhu a niektorých potokov, prestup vôd zo zvodnených aluviálnych náplavov potokov Bošáčka a Drietomica. V okrajových častiach územia je zaznamenaný významný prestup vôd z predkvartérnych útvarov, predovšetkým okolitého mezozoika.

Formovanie chemického zloženia podzemných vôd začína pri prestupe zrážkových vôd cez pôdny pokryv ktorého hrúbka je 0,5-2,0 m a je tvorená prevažne hlinitopiesčitými zeminami alebo piesčitými hlinami. Významnejšie obohacovanie vôd o minerálne látky prebieha v štrkopiesčitých náplavoch Váhu dosahujúcich hrúbku 4,0-20,0 m. Tieto pozostávajú zo žúl, vápencov, pieskovcov, zlepencov a kremencov, ktoré sú rôznej zrnitosti, od ílovitej, cez piesčitú frakciu až po valúny.

Za hlavný mineralizačný proces je možné považovať rozpúšťanie karbonátov, ktoré majú z uvedených hornín najvyššiu reakčnú schopnosť. Ich interakcia s vodou sa prejavuje uvoľňovaním Ca, Mg a HCO_3 iónov do vody. Z hodnôt pomeru rMg/rCa v prevažnej väčšine pohybujúcich sa do 0,5 vyplýva, že v prostredí prevládajú vápence. V okrajových častiach územia sa stretávame s vodami, v ktorých obsah Mg dominuje nad obsahom Ca, čo je spôsobené vyzrážaním $CaCO_3$ z presýtených vôd v obehových cestách, v dôsledku čoho dochádza k obohacovaniu vôd o Mg. Tento proces je v niektorých oblastiach taký významný, že má za následok zmenu typu vôd až na výrazný $MgCaHCO_3$ typ.

Druhým najdôležitejším sa javí hydrolytický rozklad silikátov, ktorým sa v danom prostredí uvoľňujú do vody rovnaké komponenty a určité množstvo kyseliny kremičitej.

Obidva uvedené procesy výrazne podporuje prítomnosť CO_2. Jeho pôvod je v atmosfére a predovšetkým v bakteriálnej činnosti vo vrchných vrstvách zemín, resp. rozklade organickej hmoty, bez hlbinného, dôkazom čoho sú vypočítané hodnoty parciálneho tlaku CO_2 uvedené v tab. 4.

Lokalita	Zdroj	IAP	IAP	IAP	albit	anortit	mikroklín	Ca-mont.	kaolinit	p CO2
		kalc.	dol.	sádr.	kaolinit	kaolinit	kaolinit	kaolinit	gibbsit	MPa
Tenč.Bohoslavice	CHR-1	-8.009	-16.523	-2.674	-3.412	-6.223	-2.083	-0.574	3.333	0.0014
Ivanovce	CHR-2	-7.891	-16.530	-2.725	-3.360	-6.094	-2.325	-0.582	3.322	0.00082
Drietoma	CHR-3	-8.029	-16.561	-2.762	-3.377	-5.97	-1.696	-0.541	3.300	0.001031
Krivosud-Bodovka	CHR-4	-8.633	-17.844	-2.706	-3.844	-7.320	-2.200	-0.664	3.468	0.004502
Beckov	CHR-5	-8.033	-16.514	-2.757	-3.252	-6.174	-1.732	-0.460	3.502	0.001012
Soblahov	CHR-6	-7.976	-16.353	-2.848	-2.513	-5.828	-0.618	0.028	4.127	0.000711
SEMILK Trenčín	CHR-7	-7.982	-16.433	-2.678	-3.231	-6.131	-1.613	-0.435	3.489	0.001891
VOP Trenčín	CHR-8	-7.810	-16.091	-2.597	-3.114	-5.97003	-1.450	-0.431	3.473	0.001475

Tab. 4: Iónové aktivitné produkty vo vodách režimovo pozorovaných vrtov
Tab. 4: Ions activity products in water of regimenly observed wells

O dobrých podmienkach na priebeh reakcií v prostredí svedčia aj výpočty indexov nasýtenia vzhľadom na kalcit, dolomit a sadrovec a dokumentujú rovnovážny stav vody vzhľadom ku všetkým trom minerálom. Výpočty silikátových rovnováh albit-kaolinit, anortit-kaolinit, mikroklín-kaolinit, Ca montmorillonit-kaolinit, kaolinit-gibbsit z výsledkov analýz režimovo pozorovaných vrtov poukázali na skutočnosť, že vo vodách je najstabilnejšou zložkou kaolinit.

Okrem hlavných mineralizačných procesov prebieha v prostredí rad ďalších reakcií. Iónovýmenné reakcie môžu prichádzať do úvahy len vo vrstvách s vyšším obsahom humusovej a

ílovej zložky, ktoré obohacujú vodu o Na vymenou za Ca. V najplytších horizontoch s vyšším obsahom kyslíka prebiehajú oxidačnoredukčné procesy. Výsledkom oxidácie organických látok je jednak už spomínané obohacovanie vody o oxid uhličitý, ktorý významne prispieva k priebehu reakcií a obohacovaniu vôd o hlavné zložky chemizmického zloženia podľa typu horninového prostredia, zároveň úbytok kyslíka znamená posun k anoxickému prostrediu (Hyánková, Ženišová, 1991). Na zmeny Eh sú veľmi citlivé železo a mangán, ktoré sa pri jeho nízkych hodnotách redukujú na nižšie oxidačné stupne, podstatne rozpustnejšie vo vode. Koncentrácie sa vo vodách výrazne zvyšujú, mnohokrát až na hodnoty vysoko prekračujúce limit pre pitnú vodu. V anoxickom prostredí nastáva tiež redukcia dusičnanov, preto ich nízke koncentrácie nemusia byť vždy známkou dobrej kvality vody.

Obsah dusičnanov je v prevažnej časti územia zvýšený a ako vidieť z tabuľky 2, infiltrujúca voda Váhu (po prepočte $N\text{-}NO_3$ a $N\text{-}NH_4$) prináša cca 10-15 mg/l NO_3. Ďalším významným zdrojom dusičnanov je živočíšna výroba a aplikácia umelých hnojív.

Genéza síranov je zložitejšia. Pomerne vysoké obsahy SO_4 majú samotné zrážky a vysoké koncentrácie prinášajú tiež povrchové vody. Na dotácii podzemných vôd síranmi sa podiela aj rozpúšťanie obecne prítomných sadrovcov, ďalej sírany vzniknuté oxidáciou rozptýleného pyritu a v plytkých humóznych vrstvách môže mať časť SO_4 pôvod v rozklade organickej hmoty. Nezanedbateľné je aj množstvo, ktoré sa do vody dostáva z antropogénnej činnosti.

Výsledkom všetkých uvedných reakcií a vplyvov sú vody s vysokým obsahom minerálnych látok, dôkazom čoho je konduktivita vôd 46-112 mS/m. Celková mineralizácia sa pohybuje od 550 do 1190 mg/l a podľa zaužívanej klasifikácie hodnotíme vody ako stredne až vysoko mineralizované. Dominantné zastúpenie majú v podzemných vodách vápnik, horčík a hydrogénuhličitany. Podľa Palmer-Gazdovej klasifikácie (tab. 5) ich možno charakterizovať ako základný výrazný $CaHCO_3$, resp. $CaMgHCO_3$ typ, menej vôd malo nevýrazný $CaMgHCO_3$ typ chemického zloženia.

Označ. zdroja	Palmerove indexy											
	S_1			S_2			A_2			A_3		
	min.	max.	priem.	min.	max.	priem.	min.	max.	priem.	min.	max.	priem.
CHR-1	3,94	5,93	4,65	20,53	37,07	27,79	57,25	71,17	66,97	0,35	1,38	0,74
CHR-2	3,25	3,89	3,56	17,09	21,72	19,79	71,12	76,99	75,43	0,08	3,62	1,18
CHR-3	5,71	7,56	6,32	12,29	26,57	18,02	66,88	81,02	75,27	0	2,05	0,33
CHR-4	7,48	11,3	8,45	14,98	24,78	19,91	66,59	76,17	71,47	0,02	0,3	0,17
CHR-5	4,92	6,04	5,59	17,01	30,35	20,99	64,11	77,03	73,13	0	0,78	0,31
CHR-6	11,32	15,49	12,44	0,21	8,96	3,3	79,69	87,02	84,23	0,02	0,31	0,07
CHR-7	8,18	12,38	9,32	16,11	23,88	20,6	67,1	71,84	70,03	0	0,05	0,02
CHR-8	7,32	8,2	7,82	31,1	39,7	36,01	52,02	61,48	56,13	0	0,4	0,07

Tab. 5: Palmerove indexy vo vodách režimovo pozorovaných vrtov
Tab. 5: Palmers indexes in water of regimenly observed wells

Podzemné vody plytkých zvodnených kolektorov tvorených vysoko priepustnými zeminami ($k=3{,}1.10^{-2}$-$1{,}2.10^{-3}$m/s resp.10^{-4}m/s) sú veľmi zraniteľné. Vzhľadom na vysokú osídlenosť, významné plošné využívanie územia na poľnohospodárske, priemyselné a iné účely, sa do podzemných vôd dostávajú anorganické zložky, ktoré mnohokrát významne ovplyvňujú nielen chemické zloženie, ale aj kvalitu vôd. Počas sledovania sa vplyv sekundárneho znečistenia prejavil ako na priestorovej, tak aj časovej variabilite chemického zloženia podzemných vôd. V posledných desaťročiach sa čoraz častejšie stretávame v dôsledku antropogénnej činnosti aj s pestrou paletou organických látok vo vodách. Vzhľadom na ich rôzne fyzikálne, chemické a toxikologické vlastnosti sú mimoriadne závažným kontaminantom. Ich migrácia v prostredí je veľmi zložitá a zatiaľ pomerne málo preskúmaná.

Chemické zloženie podzemných vôd priľahlého mezozoika sa formuje pri prestupe infiltrujúcich zrážkových vôd rozpúšťaním karbonátov. Výsledkom týchto reakcií sú vody s mineralizáciou približne 400-500mg/l, s dominantným zastúpením Ca, Mg a HCO_3, pričom obsah Ca a Mg závisí od zastúpenia dolomitov v obehových cestách podzemných vôd. Vo vyjadrení Palmerovymi indexmi podiel A_2 zložky dosahuje niekedy až 90%.

V okrajových častiach kotliny, kde sa na doplňaní podzemných vôd podieľajú vody prestupujúce z mezozoika, vylepšujú tieto vzhľadom na nízky obsah Cl, NO_3, SO_4 a znečisťujúcich látok, ich kvalitu.

VÝSLEDKY REŽIMOVÉHO POZOROVANIA

Na režimové pozorovanie boli na základe analýz z plošného odberu vzoriek z archívnych vrtov vytipovné vrty, ktoré boli pre túto úlohu označené ako CHR-1 až CHR-8. V priebehu sledovania bolo z každého vrtu odobratých 10 vzoriek. Analýzy boli zamerané na vysledovanie zmien základného chemického zloženia podzemných vôd, v jednom z posledných dvoch odberových termínov bola odobratá aj vzorka na stanovenie stopových prvkov, organických látok a rádioaktivity, aby bolo možné zhodnotiť akosť vody podľa STN 75 7111.

Výsledky analýz vzoriek vody jednotlivých vrtov počas režimového pozorovania potvrdili variabilitu chemického zloženia vôd, ktorá je formou základných štatistických parametrov uvedená v tab. 6. V týchto plytkých podpovrchových podmienkach je to dôsledkom vplyvu infiltrujúcich zrážkových vôd a vôd povrchových tokov, ktoré majú dva rôzne efekty. Riediaci, prejavujúci výraznejšie v jarnom období. Zrážkové vody okrem vlastnej mineralizácie súčasne prinášajú splachy z povrchu terénu, väčšinou antropogénneho pôvodu.

Vrt		Na mg/l	K mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	SO_4 mg/l	NO_3 mg/l	HCO_3 mg/l	M mg/l
CHR-1	min	6,9	1,9	107	18,7	16,3	75,6	1,9	378,3	674
	max	11,3	3,0	146	49,5	22,1	198,2	31,2	439,3	812
	priem.	8,6	2,5	129	29,2	18,7	119,4	17,1	400,1	725
CHR-2	min.	4,6	0,9	77	11,3	10,7	55,3	7,0	317	521
	max.	5,9	1,2	121	40	15,8	70,0	16,3	378	617
	priem.	5,2	1,1	109	17,5	12,6	59,2	11,1	354	574
CHR-3	min.	7,3	3,1	94	14,8	11,9	29,5	19,3	342	564
	max.	10,1	5,5	127	30	17,5	97,7	34,8	384	685
	priem.	8,4	4,7	109	20,5	14,2	53,5	26,8	365	603
CHR-4	min.	9,4	4,4	99,5	10,4	18,1	51,6	13,3	311	529
	max	19,5	12,2	143	44,4	28,7	73,8	59,6	455	782
	priem.	12,3	6,6	117	20,4	22,9	60,4	31,6	370	643
CHR-5	min.	6,6	2,5	75,3	16,7	14,3	49,8	11,6	323	531
	max.	9,2	4,2	135	38,2	20,5	119,8	32,9	396	736
	priem.	7,9	3,7	109	24	16,4	66,6	21,2	363	613
CHR-6	min.	13,2	5,8	76	6,7	8,2	22,1	12,4	323	514
	max.	18,2	9,5	91	23	13,7	40,5	30,8	396	600
	priem.	14,8	7,0	84	19,8	10	27,9	16,6	370	552
CHR-7	min.	15	4,4	108	18,1	28,8	66,4	34,9	421	710
	max.	27,2	6,0	148	38	36,9	83	50,2	500	868
	priem.	18,4	5,2	136	28,1	32	74,8	41,5	447	784
CHR-8	min.	18,1	7,1	170	30	57	115,3	45	464	945
	max.	27,2	8,5	191	45	65	184,4	136	537	1115
	priem.	19,7	7,6	184	41	61	138,7	106	493	1052

Tab. 6: Chemické zloženie podzemných vôd počas režimového pozorovania
Tab. 6: Chemical composition of ground water during regimenly observing

Na chemické zloženie podzemných vôd má veľký vplyv obsah rozpustcného kyslíka, ktorý prinášajú infiltrované zrážkové vody a povrchové vody. Keďže v prostredí sú prítomné organické látky jednak autochtónneho, ale aj antropogénneho pôvodu, spotrebúva sa kyslík na ich oxidáciu. Odčerpanie kyslíka má za následok posun do anoxického až redukčného prostredia, čo so sebou prináša rad negatív (Hyánková-Ženišová 1997). Najviditeľnejšie sa táto skutočnosť prejavuje v prechode železa a mangánu na nižšie oxidačné stupne a uvoľnovanie týchto rozpustnejších foriem zložiek do vody, v dôsledku čoho vo viacerých prípadoch voda bola nevyhovujúca na pitné účely. Zmeny obsahu O_2, železa a mangánu vo vodách v priebehu režimového sledovania sú uvedené v tabuľke 7. Vo vrte CHR-1, kde je obsah dusičnanov pomerne nízky, ale koncentrácie Fe a Mn naopak, vysoké, podľa čoho možno predpokladať, že v daných oxidačnoredukčných podmienkach došlo k redukcii časti NO_3. Túto skutočnosť dokumentujú koncentrácie NO_3 v iných vrtoch z tejto oblasti z plošného odberu vzoriek.

Z uvedených výsledkov režimového pozorovania kvality podzemných vôd vyplynulo, že z celého súboru sledovaných parametrov najčastejšie nevyhovoval požiadavkám STN 75 7111 "Pitná voda" nízky obsah kyslíka, často sa vyskytujúce nadlimitné koncentrácie železa a mangánu a dusičnany, ktoré vo väčšine prípadov prekračujú povolenú koncentráciu pre kojeneckú výživu, zriedkavejšie až hranicu STN 75 7111 Pitná voda. Prekvapivo často boli v nevyhovujúcich koncentráciách stanovené fenoly ako fenolový index. Antropogénne znečistenie prostredia sa prejavilo v niektorých vodách aj prítomnosťou chlórovaných uhľovodíkov (neprekračovali STN) a benzo(a)pyrénu (v tabuľke 8 ako BaP). Prehľad zložiek, kvoli ktorým nie sú vody vhodné na pitné účely je uvedený v tab. 8.

Vrt	O_2 mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Vrt	O_2 mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l	Vrt	O_2 mg/l	Fe mg/l	Mn mg/l
	6,24	1,3	0,36		1,58	0,06	0,06		4,3	0,121	<0,01
	1,95	1,4	0.17		2,38	0,07	0,19		4,17	<0,01	<0,01
CHR-1	1,74	2,1	0,7	CHR-4	1,78	0,3	0,1		3,4	0,03	<0,01
	1,99	0,7	0,2		4,46	0,7	0,09	CHR-7	5,13	0,11	0,01
	1,74	2,44	0,87		4,43	0,1	0,02		4,13	0,15	0,07
	2,87	3,1	0,7		4,36	0,1	0,5		3,52	0,04	<0,01
	6,06	0,5	0,05		1,56	0,5	0,11		8,41	0,05	0,05
	5,44	0,16	<0.01		1,84	<0,01	<0.01		4,44	0,09	<0,01
CHR-2	6,09	0,5	0,04	CHR-5	2,42	0,8	<0,01		5,91	0,21	0,07
	7,32	0,53	0,08		1,98	0,2	0,11	CHR-8	8,8	0,06	0,12
	0,9	1	0,9		2,39	0,5	0,16		6,12	<0,01	0,12
	2,07	6	0,59		1,67	1	0,17		7,01	<0,01	0,05
	8,38	0,13	0,03		2,68	0,11	<0,01				
	9,98	<0,01	<0,01		6,92	0,06	0,01				
	2,03	0,05	<0,01		4,99	0,05	<0,01				
CHR-3	9,5	0,8	0,08	CHR-6	4,83	0,01	0,04				
	9,2	0,13	0,03		4,18	0,06	0,14				
	4,47	0,18	0,03		4,52	0,05	0,01				

Tab. 7: Zmeny obsahu O_2, NO_3, Fe a Mn počas režimového pozorovania
Tab. 7: Changes of contents of O_2, NO_3, Fe a Mn during regimenly observing

Zložka/vrt	CHR-1	CHR-2	CHR-3	CHR-4	CHR-5	CHR-6	CHR-7	CHR-8
Kyslík	N	N	V	N	N	V	V	V
Fe	N	N	V	N	N	V	V	V
Mn	N	N	V	N	N	N	V	V
NO_2	V	V	V	N	N	V	V	V
NO_3	N(k)	N(k)	N(k)	N	N(k)	V	N	N
Fen.ind.	N	N	N	N	N	V	V	V
NEL	V	N(UV)	V	V	V	V	V	V
BaP	V	V	V	V	V	N	N	V
α aktivita	V	V	V	V	V	V	V	N
B	N	N	N	N	N	N	N	V

Tab. 8: Zložky nevyhovujúce STN 75 7111 (Pitná voda)
Tab. 8: Not suitable components according to STN 75 7111 (Drinking water)

KVALITA VÔD OSTATNÝCH SLEDOVANÝCH ZDROJOV

V rámci úlohy bol realizovaný plošný odber vzoriek vody z vybraných starých diel. Výsledky analýzy potvrdili zhodnosť chemického zloženia čo do obsahu základných žložiek s obsahom vo vodách režimovo pozorovaných vrtov. Kvalita vôd je výrazne sekundárne ovplyvnená, čo sa prejavilo vysokými obsahmi NO_3, SO_4, vo viacerých prípadoch aj Cl a vysokou mineralizáciou. Okrem toho, vo viacerých vrtoch boli stanovené neprípustné množstvá NEL, bola zistená aj prítomnosť organických látok (tenzidy, fenolový index, 1,1,2-trichlóretén, pentachlórfenol, heptachlór, fluorantén, tetrachlóretén, cis 1,2-dichlóretén), ktoré síce neprekročili prípustné koncentrácie, ale ich prítomnosť vo vode signalizuje nepriaznivý vývoj kvality podzemných vôd. O znečistení vôd podávajú informáciu aj hygienické rozbory, podľa ktorých bola väčšina vôd výrazne bakteriologicky oživená.

V blízkosti Váhu sú v kvartérnych náplavoch využívané zdroje, ktoré sú dlhodobo monitorované ako body základnej pozorovacej siete SHMÚ. Výsledky analýz potvrdzujú prítomnosť vysokých obsahov minerálnych látok vo vodách, čo sa prejavilo hodnotami EC 80-110 mS/m. V objekte č.16090 v Opatovciach je zaznamenaný od r. 1983 vzostupný trend obsahu dusičnanov. V objekte č.11304 v Veľkých Bierovciach, aj napriek výraznej variabilite, obsah NO_3 mal klesajúci trend. Z ostatných látok bol zaznamenaný v obidvoch vrtoch v rokoch 1994-1996 občasný výskyt NEL.

Kvalitnejšie vody sú v okrajových častiach územia. Na lokalite Chocholná sú využívané vody pravostrannej terasy Váhu. Tieto vody sú slabo alkalické, stredne mineralizované a po chemickej stránke majú výbornú kvalitu. Vzľadom na bakteriologické oživenie nie je možné ich využívať bez hygienického zabezpečenia.

Veľmi dobrú kvalitu majú vody aj na styku kotliny s mezozoikom, kde existuje množstvo prameňov. Vody vyššie mineralizované (EC=52-77mS/m), výrazného $CaMgHCO_3$ typu s obsahom A_2 zložky až do 90% , po všetkých stánkach vyhovujú STN 75 7111. Viaceré z nich sú zachytené a využívané.

POTENCIÁLNE ZDROJE ZNEČISTENIA

Predmetná lokalita patrí medzi pomerne významne antropogénne využívané oblasti. Za významný zdroj znečisťujúcich látok možno považovať samotnú mestskú aglomeráciu mesta Trenčín, v ktorom okrem sústredenej bytovej zástavby je rozvinutá priemyselná výroba rôzneho zamerania včítane väčších opravárenských závodov, resp. čerpadiel pohonných hmôt. Ich vplyv sa prejavuje zhoršením kvality vody a to zvýšením obsahov anorganických komponent, ale aj prítomnosťou rôznorodých organických zlúčenín. Okrem toho sú nezanedbateľným zdrojom znečistenia s rôznymi zložkami netesnosti mestskej kanalizácie. Znečistenie pôvodom z mestskej aglomerácie reprezentujú výsledky analýz z vrtov CHR-7 a jeho okolia, v ktorých boli v porovnaní s ostatnými vodami výrazne vyššie koncentrácie chloridov, síranov a dusičnanov. Zdrojom znečistenia so širokým spektrom znečisťujúcich látok môžu byť tiež skládky odpadu. K tomu treba priradiť aj rozptýlený domový odpad, ktorý nebol v predošlých obdobiach skládkovaný. Plošné znečistenie možno očakávať z poľnohospodárskej výroby, ktoré bude mať ako anorganický, tak aj organický charakter.

V Geofonde Bratislava sú archivované záverečné správy z prieskumných a sanačných prác na viacerých lokalitách, ktoré potenciálne môžu ohrozovať kvalitu podzemných vôd:

V areáli Technických služieb v objekte kompostárne bol vykonaný prieskum na zistenie stavu kvality podzemných vôd. Výsledky základného rozboru sú charkteristické pre podzemné vody tejto časti územia. Obsah stopových prvkov bol v rámci normových hodnôt. Z organických látok špeciálneho rozboru bol prítomný len 1,1,2,2, tetrachlóretén, ktorý mierne prekročil MHPR STN 75 7111 (Kubička, 1993). V objekte Komunálnych služieb bola zisťovaná prítomnosť chlórovaných uhľovodíkov TCE a TTCE, ktoré boli prítomné pod limitom normy (Polák, 1992). V objekte TOS Trenčín boli realizované prieskumné práce s cieľom overiť vplyv prevádzky na podzemné vody a zeminy. Z výsledkov analýz vôd v areáli závodu vyplynulo, že v jednom vrte bol v stanoviteľnej koncentrácii prítomný tetrachlóretén (Bulko, 1994). Kvalita vody v objekte VOP Trenčín bola sledovaná v rámci režimového pozorovania vrtu CHR-8, ktoré potvrdilo zvýšený obsah Cl, NO_3 a SO_4. Z organických látok bol prítomný 1,1,2 trichlóretylén, ktorý však neprekročil povolenú MHPR uvedenej normy (Polák, 1992).Rozsiahle bolo znečistenie v okolí skladu pohonných hmôt v Zlatovciach, kde bola zistená voľná fáza NEL. Na lokalite prebiehali sanačné práce na 36

studniach, čím sa docielilo výrazné zlepšenie kvality podzemných vôd (Klčo, 1991). Podobne, aj na lokalite Trenčín-Záblatie ČS PHM bola realizovaná sanácia z dôvodu výrazneho znečistenia podzemných vôd NEL, ktoré tvorili plávajúcu voľnú fázu (Lauko, 1993). Negatívny vplyv skládky TKO v Trenčíne-Zámostí sa prejavil na podzemných vodách vo vrtch v okolí skládky posunom pH do silno alkalickej oblasti, vysokými $ChSK_{Mn}$, ako aj vysokými koncentráciami Na, K, NH_4, Cl a NO_2, čo sa premietlo v hodnotách EC nad 1000 mg/l (Kubička-Potyš,1989; Kubička, 1990).

Zdrojom znečistenia môže byť aj skládka TKO v Trenčianskej Turnej, avšak v materiáloch Geofondu sú uvedené len analýzy z prieskumných prác pred výstavbou, rovnako, ako ČS PHM v Trenčianskej Turnej, z ktorej nie sú archivované práce v archíve Geofondu.

ZÁVER

Z výsledkov všetkých dostupných hodnotených materiálov vyplýva, že kvalita vôd na sledovanom území je rozdielna. Závisí predovšetkým od kvality zrážkových vôd, povrchových tokov, ale významne ju ovplyvňujú sekundárne činitele vyplývajúce z antropogénnej činnosti.

V samotnej kotline majú vody kvatérnych sedimentov kvalitu výrazne sekundárne zmenenú v dôsledku znečistenia. Táto skutočnosť sa prejavila hlavne zvýšením obsahu síranov a dusičnanov. Veľmi nepriaznivý je stav v obsahu organických látok, ktoré sa na úkor kyslíka rozkladajú a jeho deficit vo vodách má za následok uvoľňovanie železa a mangánu do vody a prítomnosť amónnych iónov. Analýzy realizované v rámci úlohy potvrdili prítomnosť cudzorodých organických látok vo vodách viacerých vrtov, pričom niektoré boli v koncentráciách prekračujúcich STN 75 7111. Súčasné výsledky analýz po porovnaní s archívnymi dokumentujú, že v období po r. 1968 nastal pomerne výrazný nárast obsahu dusičnanov vo vodách.

V okrajových častiach územia, kde sa na dotácii podielajú okolité geologické celky, majú vody podstatne lepšie vlastnosti. Koncentrácie zložiek základného chemického zloženia sú výrazne nižšie, čo je vítané hlavne čo do obsahu NO_3. Lepšie sú pomery aj v kyslíkovom režime, čo sa prejavilo nielen v obsahu samotného kyslíka, ale aj znížením $ChSK_{Mn}$, železa a mangánu.Veľmi dobrú kvalitu majú vody pravostrannej terasy Váhu v Chocholnej, ktoré po chemickej stránke plne vyhovovali STN. Nevyhovujúce bolo ich bakteriologické oživenie. Ako kvalitatívne lepšie sa javia vody mezozoika, ktoré majú všeobecne nižšiu mineralizáciu, ale hlavne, podstatne lepšie sú kyslíkové pomery a s tým súvisiaca absencia železa a mangánu vo vodách, ako aj nižší obsah dusičnanov. Túto skutočnosť potvrdzujú analýzy vôd všetkých prameňov v Mníchovej Lehote, Soblahove a Beckove, na základe ktorých možno konštatovať, že vody s výnimkou hygienického hľadiska vyhovovali požiadavkám STN 75 7111.

LITERATÚRA

Bulko, J. 1994: Trenčín TOS a.s., Manuskript, Geofond, Bratislava
Klčo, M. 1991: Monitorovanie znečistenia v AOZ Trenčín, Manuskript, Geofond, Bratislava
Kubička, P., Potyš, Z. 1989: Trenčín-Zámostie-sledovanie chemizmu vody, Manuskript, Geofond Bratislava
Kubička, P.1990: Trenčín-Zámostie-skládka odpadu, Manuskript, Geofond, Bratislava
Kubička, P. 1993: Trenčín-Technické služby, Manuskript, Geofond, Bratislava
Lauko, V. 1991: Trenčín-Záblatie ČS PHM, Manuskript, Geofond, Bratislava
Pospíšil, Z. 1971: Správa o výpočte zásob stredného toku Váhu, Manuskript, Geofond, Bratislava
Polák, R. 1992: Trenčín Komunálne služby, Manuskript, Geofond, Bratislava
Polák, R. 1992: Trenčín-Letecké opravovne, Manuskript, Geofond, Bratislava
Štrauch, O. 1990: Trenčianska Turná-skládka tuhých domových odpadov, Manuskript, Geofond, Bratislava
Mlynarčík, M., Roháčiková, A. 1998: Kvartér Trenčianskej kotliny a priľahlé mezozoikum, Q-M 038- vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript, archív Geokonzult a.s., Košice
Pospišil, Z., 1971: Správa o výpočte zásob stredného toku Váhu. Geofond Bratislava
Vrana, K., Bodiš, D., Lopašovský, K., Rapant, S. 1989: Regionálno hydrogeochemické zhodnotenie kvality snehovej pokrývky na území Slovenska. Západné Karpaty, Sér. Hydrogeológia a inžinierska geológia 7, GÚDŠ Bratislava 1989, 87-128
Hyánková, K., Ženišová, Z. 1988: Akosť vôd aluviálnych náplavov pri riadenom využívaní. CPZV Procesy vzniku, ochrana a využiteľnosť zdrojov podzemnej vody. Zborník zo seminára ÚHHGGV SAV Bratislava, 89-96

Hyánková, K., Ženišová, Z. 1991: Kyslík v podzemných vodách aluviálnych náplavov. Rukopis archív KH PRIF UK Bratislava
Hyánková, K., Ženišová, Z. 1997: Špecifiká a riziká vôd riečnych náplavov. Zborník zo seminára "Hydrogeochémia" 97, 58-70

HYDROGEOCHEMICAL CHARACTERISTIC AND WATER QUALITY OF QUARTERNARY SEDIMENTS OF THE TRENČIANSKA KOTLINA VALEY AND CONTIGUOUS MESOZOIC

RESUMÉ

Water of Quaternary sediments of the Trenčianska kotlina valley (Fig. 1), is typical fluviogenic water. The main source of its replenishing are the winter precipitation, infiltrated surface water and water transfered from adjacent geological units. Quality of these primary sources significantly influences forming of ground water chemical composition and its quality.

Analyses od precipitation water confirm its low pH and precipitation brings into the environment abundance of mineral matters (TDS = 10,4 – 72,1 mg/l). Due to content of main ions it can be characterized as Ca-NH_4-Mg-K-SO_4-Cl-NO_3 chemical type of water. The content of trace elements with the highest concentration of aluminium and iron is also important (Tab. 1a, 1b).

Long-term monitoring of surface water quality in the river Váh confirmed its gradual improvement. At the present the most problematic are organic pollutants and COD_{Cr}, water is placed in the IV-th class of water quality according to STN 75 7221 – Classification of surface water quality (Tab. 2). In other streams of the area the pollution is expressed by presence of N-NO_2 a N-NO_3 (III-rd class of water quality). In the III-rd class of water quality some streams with high electrical conductivity, high contents of manganesse and phosphates are ranked. Contents of zink in the some streams placed the water in the IV-th class of water quality (Tab. 3).

Chemical composition of ground water is formed by acting of basic processes – dissolving of carbonatic components of sandy gravel deposits and dissolution of silicate minerals (Tab. 4). When organic matter and clay minerals are present the ion exchange can occur. Waters with dominant contents of Ca, Mg and HCO_3 are the result of appearance these processes. According to Palmer classification (Tab. 5) the highest value has A_2 index (52-81 mmol.z%). Content of magnesium and the ratio Mg/Ca (in mmol/l) is dependent on quantity of dolomites in the environment. Dissolution of silicate minerals is the reason of presence of SiO_2 content in water.

Chemical composition of ground water in this type of environment is significantly affected by anthropogenic pollution. Agricultural activity manifestates istelf squarely, ubanised areas, industrial areas, stores of oil products, landfills etc. express also locally. As a consequence increasing contents of nitrates, chlorides, sulfates, but also oil products, humic acids and other organic pollutants occur.

Based on data of ground water quality regimen monitoring, the concentration of all main ions changed (Tab. 6). In Quaternary water it is the consequence of snow melting water, and storm water, too. Variability of oxygen content in water is caused by its consumption during decomposition of organic matter. Presence of ammonium ions and delivering iron and manganese are the consequance of oxygen content lowering (Tab. 7). Ground water is not suitable for drinking purposses (Standard STN 75 7111 – Drinking water) due to low content of oxygen and high contents of iron, mangenesse, phenols and benzo(a)pyrene, as well as from hygienic point of view (Tab. 8).

Ground water of better quality occurs in Quaternary terasse in Chocholnica village, in the border part of the area, where high quality water inflows from the Mesozoic carbonate complexes.