



Podporujeme výskumné aktivity na Slovensku /
Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov EÚ



Agentúra
Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR
pre štrukturálne fondy EÚ

AKTIVITA 3.5

Chemické zloženie a kvalita podzemných vôd v pilotnom území

Chemické zloženie a kvalita podzemných vôd v pilotnom území

Oblasť Žitného ostrova a pravej strany Dunaja pod Bratislavou

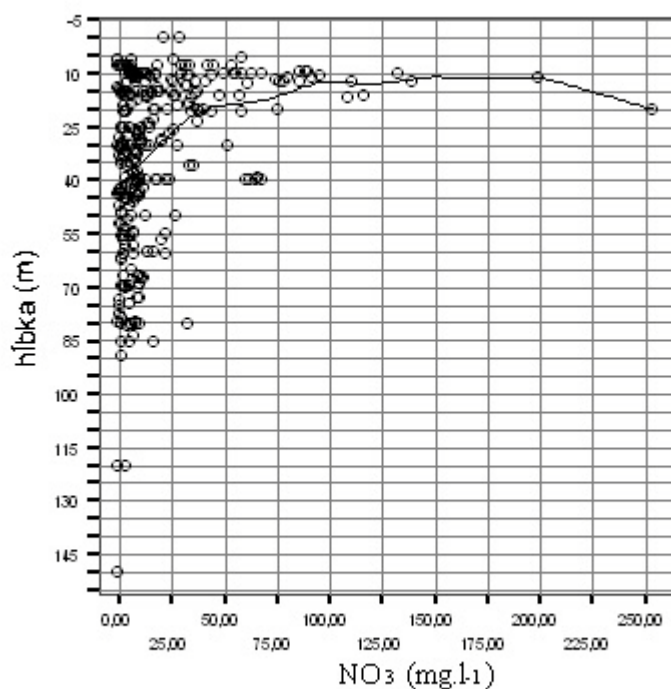
Hydrogeologický kolektor tvoria horniny fluvialných náplavov povrchového toku Dunaja. Kolektor, ktorý reprezentujú štrky, štrky piesčité a piesky, je trvalo zvodnený s voľnou hladinou podzemných vôd. Podzemné vody sú v hydraulickej spojitosti s povrchovým tokom a ich úroveň je závislá od prietoku v povrchovom toku.

Za iniciálny zdroj podzemnej vody v predmetnej oblasti je považovaná voda Dunaja. Túto skutočnosť dokazujú i údaje o jej izotopovom zložení (^{18}O) monitorované v rokoch 1983-1998 v Bratislave, poznatky o izotopovom zložení podzemnej i povrchovej vody v širšom okolí Bratislavy (Kantor et al. 1989) a údaje o izotopovom zložení ($\delta^{18}\text{O}$) podzemnej vody v oblasti Žitného ostrova získané v rámci monitoringu (1991-1996) cca 30 piezometrov počas napúšťania VDG (Michalko et al. 1997, Michalko 1998).

Chemické zloženie podzemnej vody v oblasti závisí najmä od:

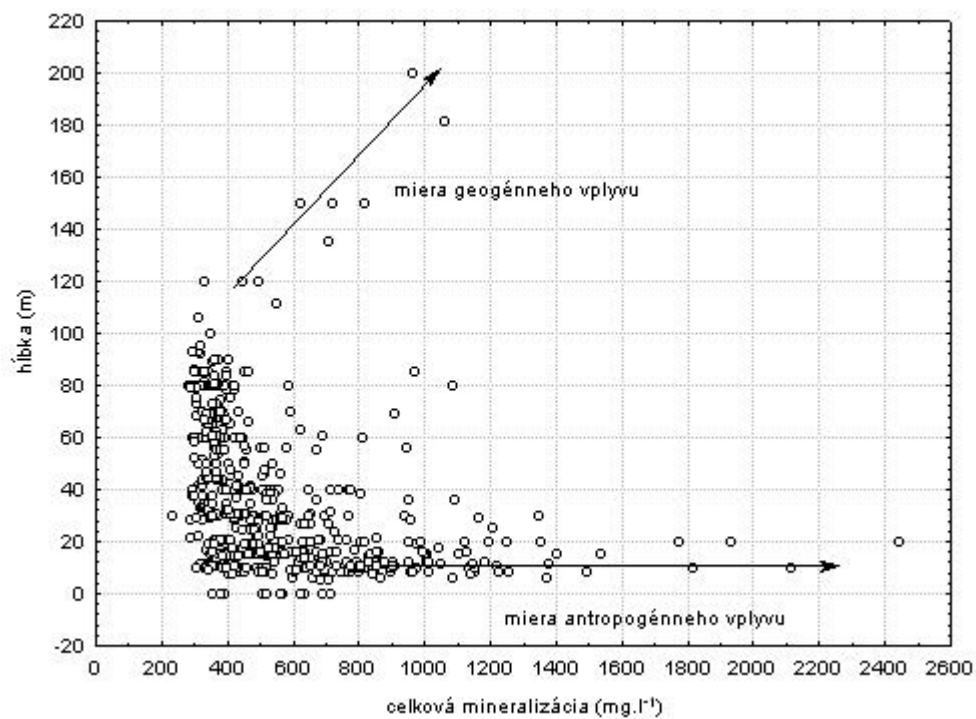
- chemického zloženia vody Dunaja (iniciálna voda) a zmien hladiny s fázovým posunom,
- dĺžky dráhy vody a priebehu geochemických procesov po vstupe z Dunaja do horninového prostredia a aj od miesta infiltrácie podzemnej vody z koryta rieky a času infiltrácie,
- charakteru a miery vplyvu Malého Dunaja,
- vplyvu bodových a difúzných zdrojov kontaminácie z priemyselnej a poľnohospodárskej činnosti
- celkového vplyvu mestskej aglomerácie Bratislavy, resp. resp. sídelných aglomerácií v regióne (skládky odpadu, komunálny odpad, neodkanalizované obce atď.),
- zdroja železa a mangánu v horninovom prostredí, ktoré sú prírodného pôvodu a v oblastiach ich akumulácie vytvárajú v podmienkach kolektora redukčné prostredie, pričom sa zároveň zvyšuje ich obsah v podzemnej vode,
- miery vápnitosti kvartérnych sedimentov.

Podzemná voda fluvialných náplavov oblasti sa vyznačuje výraznou variabilitou chemického zloženia. Všeobecne je možné povedať, že v oblasti Žitného ostrova a na pravej strane Dunaja pod Bratislavou je kvalita podzemných vôd vrchnej časti zvodneného horizontu (vzorky podzemnej vody odobraté do hĺbky cca 25 m p.t.) vplyvom špecifických prírodných podmienok (prírodný zdroj Fe a Mn) a antropogénnych tlakov (prítomnosť bodových a difúzných zdrojov znečistenia) negatívne ovplyvnená (napr. z pohľadu ich využitia na pitné účely). Naopak, v hlbších častiach zvodneného horizontu boli zistené podzemné vody s veľmi dobrými kvalitatívnymi vlastnosťami, čomu nasvedčujú napr. vlastnosti exploatovaných podzemných vôd z hĺbok cca 50 – 90 m, ktoré sú v súčasnosti v dobrom kvantitatívnom aj chemickom stave. Uvedenú skutočnosť dokumentuje na príklade meniacich sa koncentrácií dusičnanov s hĺbkou obr. 1 (podľa Bodiš in Benková et al., 2005; Michalko et al., 2011). Prítomnosť zvýšených koncentrácií dusičnanov v podzemnej vode je zvyčajne indikátorom antropogénneho vplyvu difúzných, príp. aj bodových zdrojov znečistenia. Z obrázku je zrejmé, že s hĺbkou odberu vzorky podzemnej vody sa koncentrácie dusičnanov významne znižujú a prakticky od hĺbky 25 m hodnoty okrem niekoľkých odľahlých hodnôt nepresahujú prípustnú koncentráciu pre pitné účely (50 mg.l^{-1}).

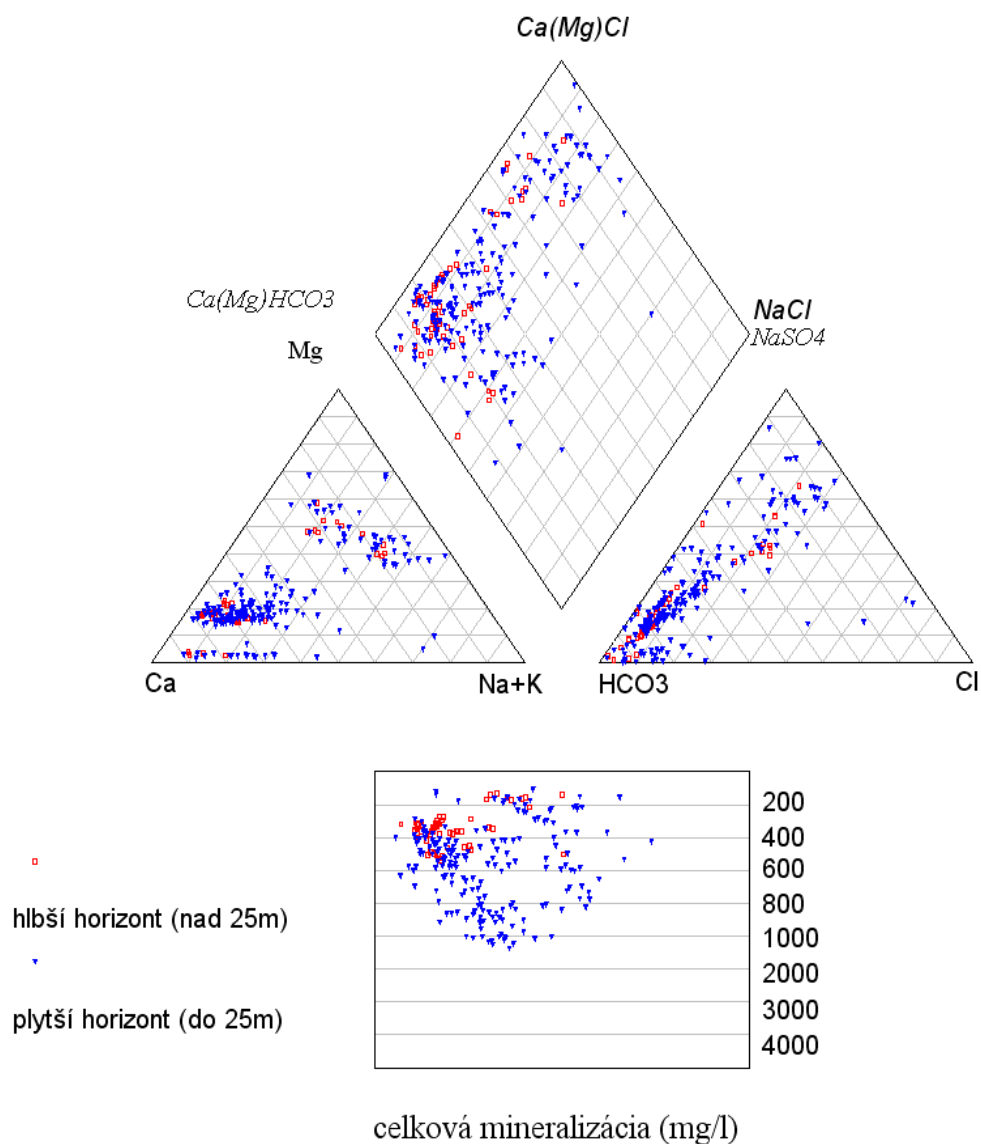


Obr. 1 Závislosť obsahu dusičnanov od hĺbky (podľa Bodiš in Benková et al., 2005; Michalko et al., 2011)

Mieru pomerne výrazného antropogénneho vplyvu na kvalitu podzemných vôd vrchnej časti zvodneného prostredia dokumentuje aj výskyt vysokých hodnôt celkovej mineralizácie (nad 1 000 mg.l⁻¹) takmer výlučne zaznamenaný do hĺbky cca 20 až 30 m p.t. (obr. 2). Druhým zaujímavým trendom pozorovateľným na obrázku je nárast hodnôt celkovej mineralizácie podzemných vôd s hĺbkou. Tento trend je charakteristický pre neogénne kolektory a predstavuje mieru geogénneho vplyvu na tvorbu chemického zloženia podzemných vôd. Zvyšovanie obsahu rozpustených látok s rastúcou hĺbkou je podmienené predovšetkým ionovými procesmi. Vo vode sa zvyšuje hlavne obsah sodíka a hydrogénuhličitanov prejavujúci sa aj typovo – vody sú Na-HCO₃ chemického typu (obr.3).



Obr. 2 Závislosť celkovej mineralizácie podzemných vôd od hĺbky (podľa Bodiš in Benková et al., 2005; Michalko et al., 2011)



Obr.3 Upravený Piperov systematizačný diagram – Žitný ostrov a priľahlá oblasť

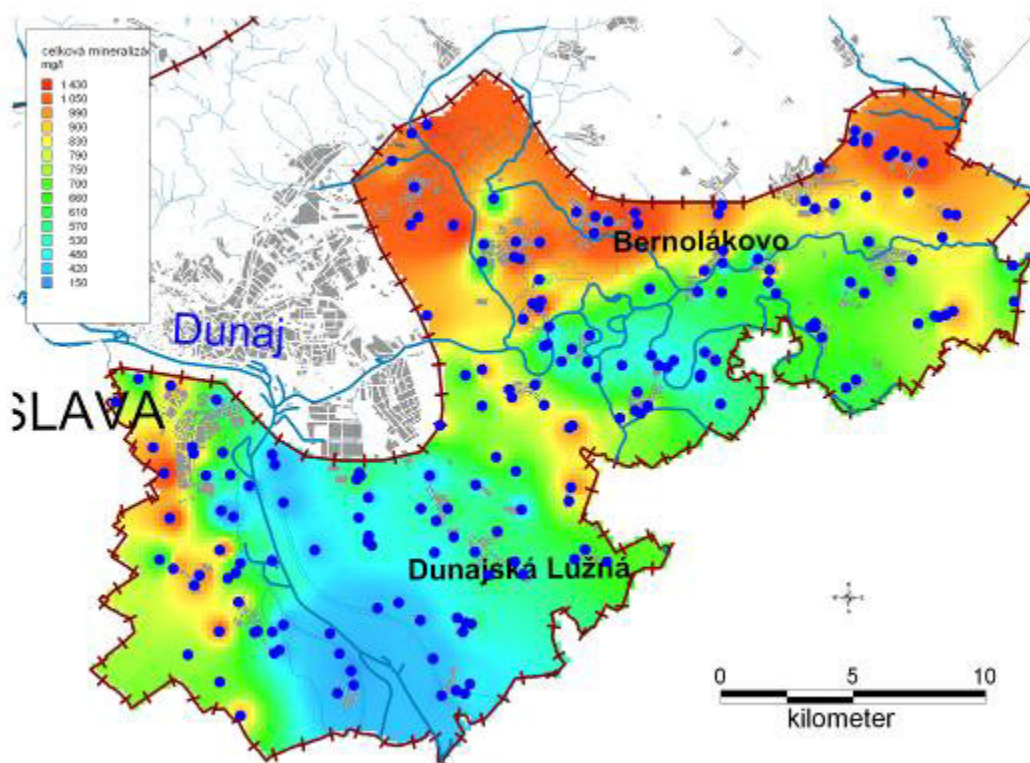
Štatistické spracovanie hodnotených vzoriek v oblasti Žitného ostrova a pravej strany Dunaja je uvedené v tab. 1 Výsledky sú rozdelené podľa hĺbky odberu vzoriek pre podzemné vody odoberané z vrchnej časti zvodneného prostredia (do 25 m p.t.) a pre podzemné vody odoberané z vrchnej časti zvodneného prostredia (nad 25 m p.t.). Podstatne viac informácií bolo k dispozícii pre vrchný horizont (celkovo 194 vzoriek) ako pre hlbšiu časť hydrogeologickej štruktúry (15 vzoriek).

Podzemné vody vrchnej časti štruktúry charakterizuje výrazná variabilita prakticky všetkých základných zložiek chemickej analýzy. Uvedený fakt dokumentuje rozptyl hodnôt celkovej mineralizácie od 108 mg.l⁻¹ do 1372 mg.l⁻¹. Menej výrazná variabilita hodnôt základných zložiek chemickej analýzy bola zistená v podzemnej vode hlbšieho obehu prejavujúca sa rozptylom hodnôt celkovej mineralizácie od 138 mg.l⁻¹ do 538 mg.l⁻¹. Porovnaním oboch skupín podzemných vôd boli potvrdené už spomínané skutočnosti stratifikácie chemického zloženia podzemných vôd v oblasti. Chemické zloženie podzemných vôd vrchnej časti zvodnenej štruktúry je vplyvom špecifických prírodných podmienok a antropogénneho ovplyvnenia výrazne vyššie mineralizovaná v porovnaní s vodami hlbšieho obehu. Antropogénny vplyv zohrávajúci výrazný vplyv na tvorbu chemického zloženia vôd plytkého obehu indikujú zvýšené až vysoké obsahy chloridov, síranov, dusičnanov (tab.1).

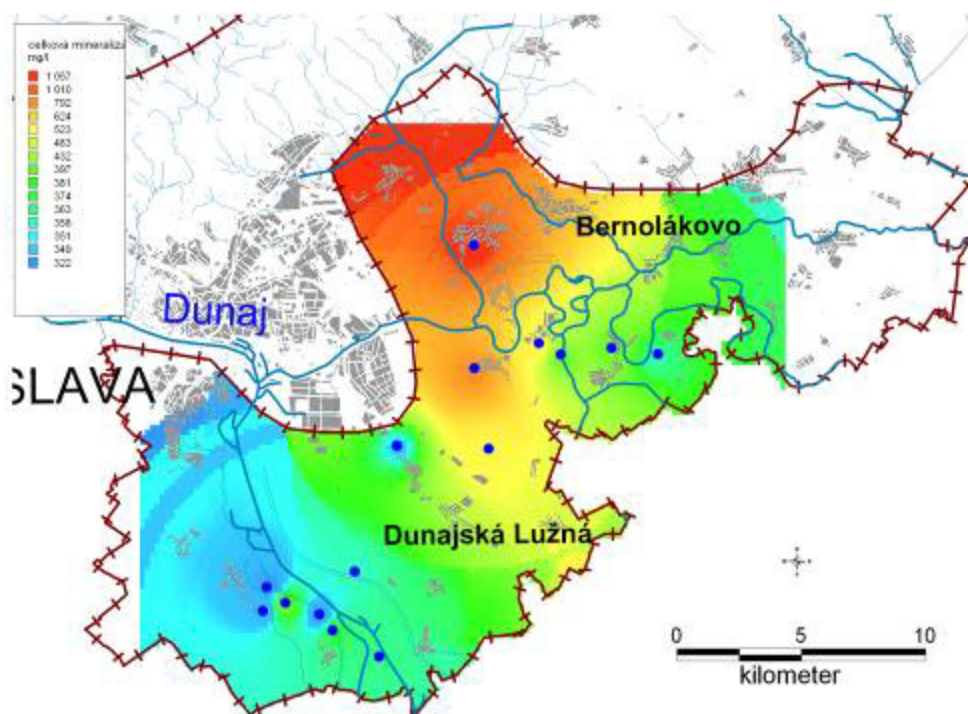
Tab. 1 Štatistické spracovanie hodnotených vzoriek v oblasti Žitného ostrova a pravej strany Dunaja

<25 m	n	priemer	medián	smerodajná odchýlka	minimum	maximum
M	194	590	556	263	108	1372
Na ⁺	193	22,3	17,5	16,7	1	76,3
K ⁺	194	7,84	4,24	9,9	1,2	65,5
Ca ²⁺	194	86,7	85,0	53,1	1,2	266
Mg ²⁺	194	31,3	25,8	20,7	1,7	132
Fe	193	0,473	0,48	0,513	0,1	4,49
Mn	192	0,350	0,25	0,229	0,1	1,78
NH ₄ ⁺	191	0,359	0,25	0,270	0,1	1,9
Cl ⁻	194	43,9	34,0	31,8	1,99	173
SO ₄ ²⁻	194	99,7	75,2	80,2	0,5	348
NO ₂ ⁻	44	0,454	0,5	0,473	0,05	3,2
NO ₃ ⁻	194	38,4	15,8	52,0	0,13	348
PO ₄ ³⁻	187	0,531	0,5	0,905	0,05	11,75
HCO ₃ ⁻	194	246	281	140	2,14	530
>25 m	n	priemer	medián	smerodajná odchýlka	minimum	maximum
M	15	363	363	89,2	138	538
Na ⁺	15	10,5	8,74	6,44	1,4	25,6
K ⁺	15	2,33	2,26	1,06	0,96	5,1
Ca ²⁺	15	59,7	63,2	34,0	6,2	139
Mg ²⁺	15	16,0	14,7	7,94	2,67	35,2
Fe	15	0,555	0,5	0,411	0,1	1,87
Mn	15	0,403	0,4	0,189	0,18	0,83
NH ₄ ⁺	11	0,439	0,5	0,207	0,1	0,9
Cl ⁻	15	16,3	14,5	12,2	1	54,6
SO ₄ ²⁻	15	44,8	29,5	39,7	7,3	166
NO ₂ ⁻	11	0,364	0,3	0,273	0,1	1
NO ₃ ⁻	15	6,574	6,5	7,94	0,25	31,8
PO ₄ ³⁻	9	0,467	0,5	0,1	0,2	0,5
HCO ₃ ⁻	15	203	226	78,0	22	293

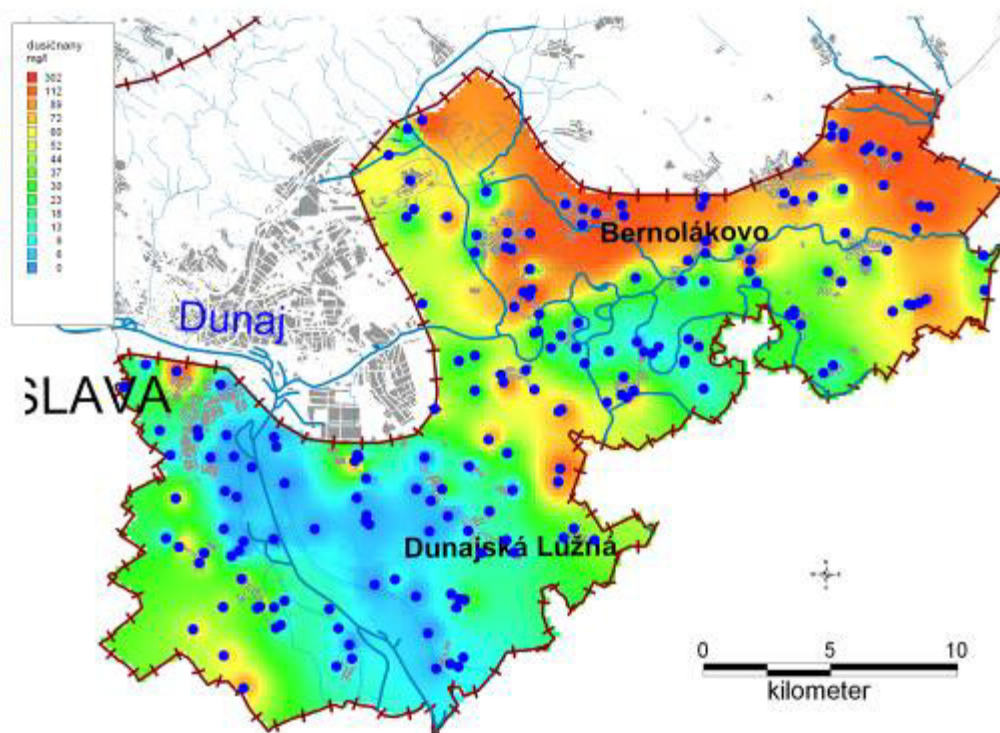
Mapy distribúcie hodnôt celkovej mineralizácie podzemných vôd perspektívnej oblasti pre vyhľadávanie strategických zdrojov vody sú prezentované na obr. 4 a 5 a mapy distribúcie obsahov dusičnanov v podzemných vodách na obr. 6 a 7. Z map distribúcie hodnôt celkovej mineralizácie aj obsahov dusičnanov v podzemných vodách je zrejmé, že oblasť Žitného ostrova sa vyznačuje výrazne nižšími hodnotami celkovej mineralizácie aj obsahov dusičnanov v porovnaní predovšetkým so severnou časťou perspektívneho územia (v prípade celkovej mineralizácie boli vysoké hodnoty zistené aj južne od Bratislavy – Petržalky. Príčinou je pravdepodobne najmä charakter zdrojových vôd, kde chemické zloženie podzemných vôd oblasti Žitného ostrova je výrazne podmienené zložením vody Dunaja s pomerne nízkymi hodnotami celkovej mineralizácie (okolo 200 až 300 mg.l⁻¹), zatiaľ čo na chemické zloženie podzemných vôd severnej časti územia majú vplyv okrem povrchových vôd Dunaja, resp. Malého Dunaja, aj zrážkové vody infiltrujúce priamo v oblasti, príp. vody prestupujúce do oblasti z územia Malých Karpát, ale tiež antropogénna činnosť.



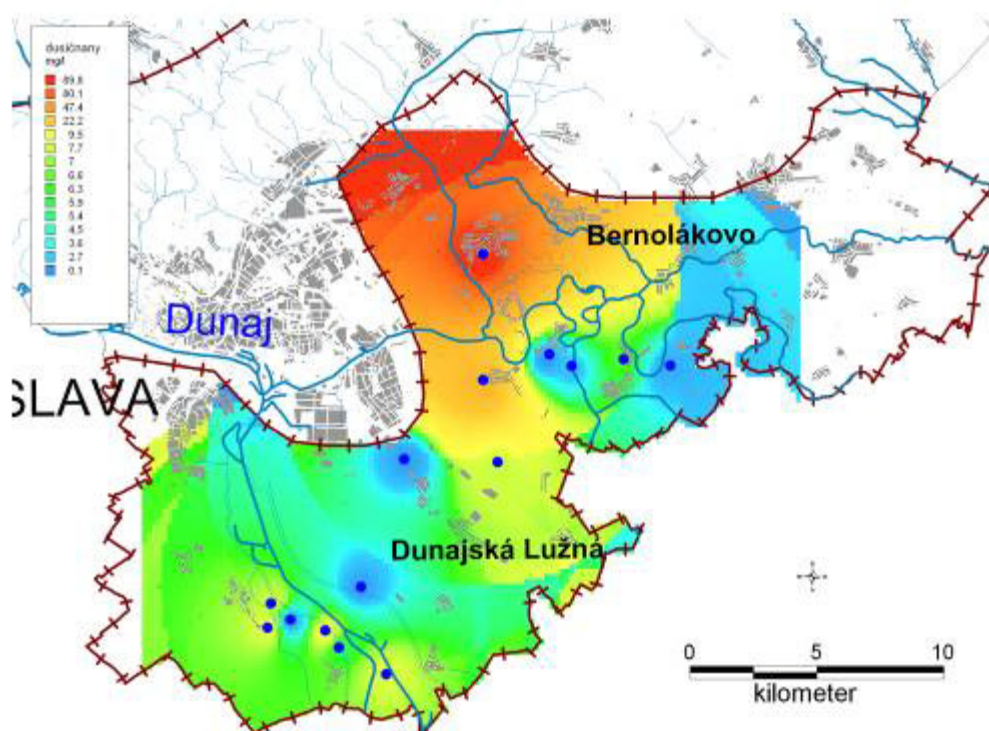
Obr.5 Mapa distribúcie hodnôt celkovej mineralizácie podzemných vôd perspektívnej oblasti pre vyhľadávanie strategických zdrojov vody v rámci záujmového územia BSK (Žitný ostrov a príľahlá oblasť) – plytký horizont <25



Obr. 6 Mapa distribúcie hodnôt celkovej mineralizácie podzemných vôd perspektívnej oblasti pre vyhľadávanie strategických zdrojov vody v rámci záujmového územia BSK (Žitný ostrov a príľahlá oblasť) – hlbší horizont >25m



Obr.7 Mapa distribúcie obsahov dusičnanov v podzemných vôd perspektívnej oblasti pre vyhľadavanie strategických zdrojov vody v rámci záujmového územia BSK (Žitný ostrov a príľahlá oblasť) – plytký horizont <25



Obr.8 Mapa distribúcie obsahov dusičnanov v podzemných vôd perspektívnej oblasti pre vyhľadavanie strategických zdrojov vody v rámci záujmového územia BSK (Žitný ostrov a príľahlá oblasť) – hlbší horizont <25

Formovanie chemického zloženia podzemných vôd oblasti je zložitý proces, podmienený primárnymi a lokálne aj sekundárnymi faktormi.

Primárne genetické faktory majú rozhodujúci význam pri formovaní kvantity, kvality a zákonitosti obehu podzemných vôd. Medzi najdôležitejšie možno zaradiť charakter priepustnosti horninového prostredia, tektonické pomery, množstvo a fyzikálno-chemické vlastnosti zrážkových resp. povrchových vôd vstupujúcich do podzemného obehu, mineralogicko-petrografický charakter hornín, hydrodynamické, termodynamické, resp. oxidačno-redukčné podmienky obehu podzemných vôd a dĺžka ich interakcie s horninami. Medzi špecifiká vplyvajúce na tvorbu chemického zloženia podzemných vôd oblasti patrí významný zjavný, resp. skrytý prestup povrchových a podzemných vôd Malých Karpát do priľahlých častí Záhorskej nížiny.

Hlavnými mineralizačnými procesmi, podieľajúcimi sa na tvorbe chemického zloženia podzemných vôd, sú hydrolytický rozklad silikátových minerálov a rozpúšťanie karbonátov. V menšej miere prebiehajú rozpúšťanie síranov, oxidácia pyritu, príp. ionovymenné procesy.

Podzemné vody s karbonátogénnou mineralizáciou (hlavný mineralizačný proces rozpúšťanie karbonátov) sú viazané na horninové prostredie karbonátov mezozoika Malých Karpát, resp. neogénne sedimenty (stredný bádén) na styku Malých Karpát so Záhorskou nížinou. Všeobecne ide o vody A₂ základného výrazného, menej nevýrazného Ca-Mg-HCO₃ typu s hodnotami celkovej mineralizácie v rozpätí 197 - 829 mg.l⁻¹, priemerná hodnota aj medián 443 mg.l⁻¹ (pre horninové prostredie mezozoika). Štatistické spracovanie vybraných ukazovateľov podzemných vôd mezozoika v perspektívnej oblasti z pohľadu strategických zdrojov je uvedené v tab. 2.

Tab. 2 Štatistické spracovanie vybraných ukazovateľov hodnotených vzoriek v oblasti Malých Karpát a priľahlej časti Záhorskej nížiny (granitoidy kryštalinika, karbonatické horniny mezozoika)

karbonáty	n	priemer	medián	smerodajná odchýlka	minimum	maximum
M	29	443	443	118	197	829
pH	29	7,72	7,65	0,37	6,89	8,8
Na ⁺	29	3,80	2,1	7,53	0,8	41,4
K ⁺	29	1,18	0,8	1,56	0,3	7,6
Ca ²⁺	29	66,6	85,0	41,4	6,12	157
Mg ²⁺	29	15,6	14,6	9,23	1,46	39,9
Sr ²⁺	27	0,57	0,42	0,46	0,14	1,79
Fe	29	0,48	0,5	0,14	0,1	0,78
Mn	29	0,27	0,25	0,10	0,1	0,7
Cl ⁻	29	6,74	2,84	16,8	1,65	92,2
SO ₄ ²⁻	29	52,9	48,6	24,2	18	137
NO ₃ ⁻	29	19,8	18	13,2	0,5	43,7
HCO ₃ ⁻	29	263	284,34	94,2	21,4	458
SiO ₂	28	7,26	7,14	3,84	1,54	17,7

Podzemné vody so silikátogénnou mineralizáciou (hlavný mineralizačný proces hydrolytický rozklad silikátov) sú charakteristické pre horninové prostredie kryštalinika Malých Karpát. Všeobecne sú tieto vody A₂ základného výrazného alebo nevýrazného, resp. prechodného A₂-S₂(SO₄), Ca-HCO₃, resp. Ca-HCO₃-SO₄ typu s hodnotami celkovej mineralizácie zvyčajne do 200 mg.l⁻¹ (Kordík in Marcin et al. 1996). Z pohľadu strategických zdrojov pitných vôd však nie sú zaujímavé, a preto im v rámci projektu nebola venovaná bližšia pozornosť.

Podzemné vody s karbonátogénnou, príp. karbonátovo-silikátogénnou mineralizáciou (hlavné mineralizačné procesy rozpúšťanie karbonátov a hydrolytický rozklad silikátov) sú charakteristické pre neogénne sedimenty (vrchný bádén, dák, sarmat a panón) nachádzajúce sa na kryhe Malých Karpát a vystupujúce V od zahorskej depresie, resp. proluviálne a deluviálne sedimenty Malých Karpát a podhorskej oblasti Malých Karpát tvorených neopracovanými úlomkami mezozoických, resp. kryštalinických hornín rôznej veľkosti, rozdielneho stupňa zvetrania a zahlinenia. Všeobecne

sú tieto vody A_2 základného výrazného alebo nevýrazného, resp. prechodného $A_2-S_2(SO_4)$, $Ca-HCO_3$, resp. $Ca-Mg-HCO_3-SO_4$, resp. $Ca-HCO_3-SO_4$ typu s veľkým rozptylom hodnôt celkovej mineralizácie od 193 do 2249 $mg.l^{-1}$ pre neogénne sedimenty (Kordík in Marcin et al. 1996), resp. 143 - 721 $mg.l^{-1}$ pre kvartérne sedimenty (tab. 3. Až na lokálne výnimky sú podzemné vody proluválnych a deluviálnych sedimentov hydrogeologicky priaznivé a vďaka svojej geologickej pozícii sa významne podieľajú (ako sprostredkovateľ prestupu časti malokarpatských vôd) na formovaní celkových hydrogeologických a hydrogeochemických pomerov priľahlej časti Záhorskej nížiny. Z pohľadu strategických zdrojov pitných vôd majú význam predovšetkým prestupujúce podzemné vody z oblasti Malých Karpát a bližšie je im venovaná pozornosť vo výsledkovej časti správy.

Tab. 3 Štatistické spracovanie vybraných ukazovateľov hodnotených vzoriek v oblasti Malých Karpát a priľahlej časti Záhorskej nížiny (proluviálne a deluviálne sedimenty – kvartérne produkty zvetrávania, fluválne sedimenty)

kvartér - produkty zvetrávania	n	priemer	medián	smerodajná odchýlka	minimum	maximum
M	22	351	377	143	143	721
pH	22	7,55	7,5	0,25	7,15	8,2
Na^+	22	5,32	2,95	6,17	0,8	26,4
K^+	22	1,13	0,75	1,04	0,3	3,85
Ca^{2+}	22	66,5	72,5	38,3	12,2	128
Mg^{2+}	22	12,8	12,895	7,12	2,9	34,3
Sr^{2+}	20	0,509	0,42	0,41	0,1	1,62
Fe	22	0,49	0,5	0,29	0,15	1,37
Mn	22	0,30	0,25	0,29	0,1	1,469
Cl^-	22	4,54	3,46	3,79	1,73	19,9
SO_4^{2-}	22	55,2	48,8	39,3	11,4	159
NO_3^-	22	18,9	18,5	13,1	0,25	43,7
HCO_3^-	22	168	225	115	15,1	333
SiO_2	22	12,30	8,97	11,21	1,28	45,1

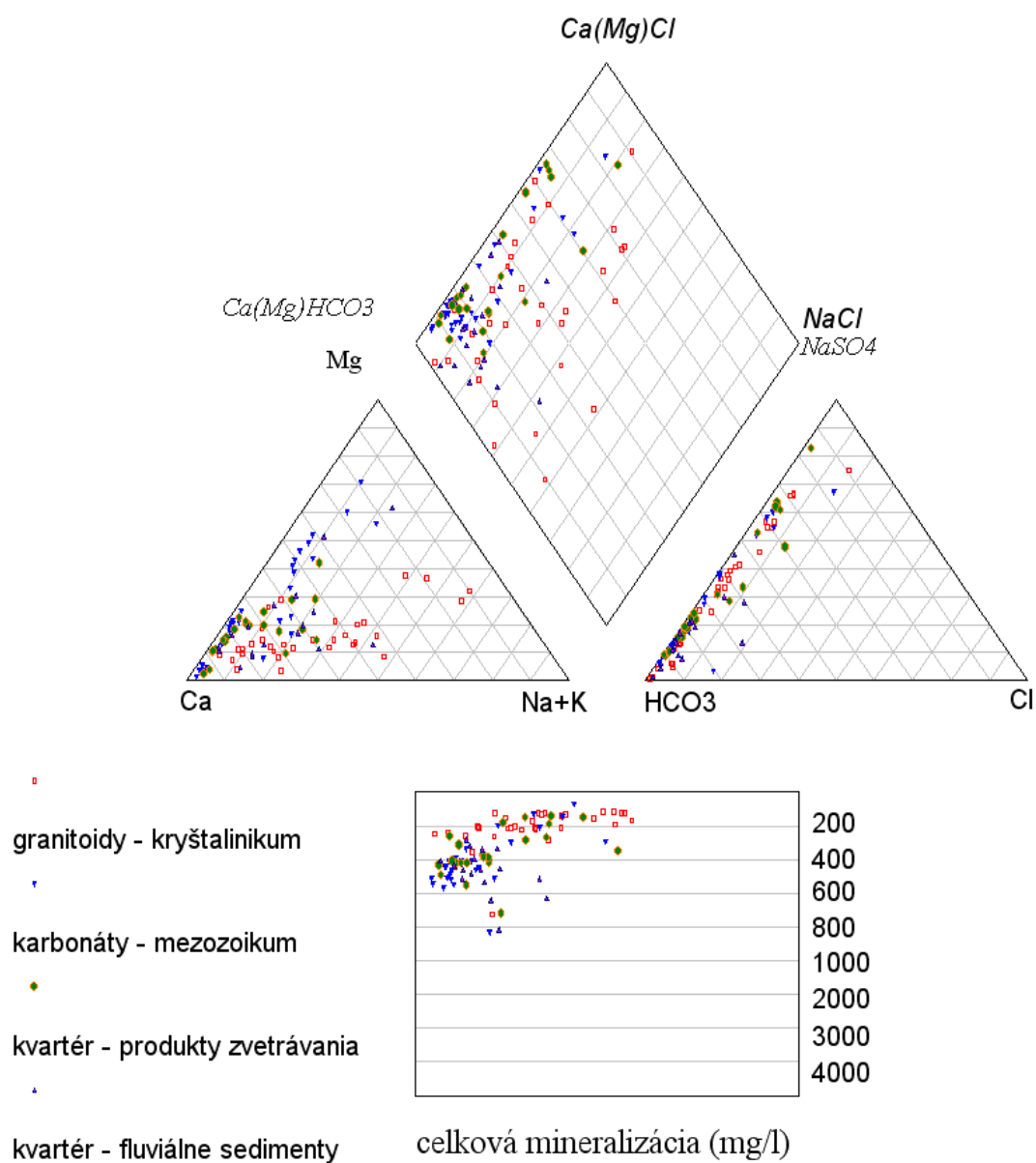
Podzemné vody so silikátovo-karbonátogénnou mineralizáciou boli vyčlenené pre proluviálno-eolické sedimenty kvartéru, ktoré polohou tvoria prstovitý kontakt medzi územím pokrytým proluviálno - deluviálnymi a eolickými sedimentami v sološnickej a perneckej nádrži podzemných vôd (medzizrnová priepustnosť). Vody sú prevažne A_2 základné nevýrazné, resp. $A_2-S_2(SO_4)$ prechodné až $S_2(SO_4)$ základné nevýrazné $Ca-HCO_3$, resp. $Ca-HCO_3-SO_4$ až $Ca-SO_4$ typov s mineralizáciou v rozpätí 189-600 $mg.l^{-1}$, priemer 426 $mg.l^{-1}$ (Kordík in Marcin et al. 1996). Z pohľadu strategických zdrojov pitných vôd by mohli mať význam predovšetkým priaznivé priepustné polohy s akumuláciou prestupujúcich podzemných vôd z oblasti Malých Karpát.

Podzemné vody so silikátogénnou, príp. silikátovo- sulfidogénnou mineralizáciou sú viazané na eolické sedimenty (viate piesky s medzizrnovou priepustnosťou). Celkove malý obsah hydrogeochemicky aktívnych minerálov, ich značná stabilita voči hydrolytickému účinku vody (hlavne živcov) a prevažujúce plytkopodpovrchové podmienky obehu podmieňujú ich všeobecne nízke hodnoty celkovej mineralizácie – rozpätie 144 - 368 $mg.l^{-1}$, priemer 264 $mg.l^{-1}$, medián 318 $mg.l^{-1}$ (Kordík in Marcin et al. 1996). Všeobecne sú tieto vody, A_2 základného výrazného a nevýrazného, resp. $S_2(SO_4)-A_2$ prechodného $Ca-HCO_3$, resp. $Ca-SO_4-HCO_3$ typov. Zvýšený podiel $S_2(SO_4)$ zložky je pozorovaný hlavne vo vodách, kde dochádza k oxidácii pyritu. Z pohľadu strategických zdrojov pitných vôd majú eolické sedimenty veľký význam, pretože sú v nich akumulované významné zásoby podzemnej vody dobrej kvality. V rámci projektu boli v priestore eolických sedimentov odobrané vzorky dvoch významných prameňov Bezedné a Tančibok v oblasti Plaveckého Štvrtka a tieto sú bližšie diskutované vo výsledkovej časti.

Charakteristika základného chemického zloženia podzemných vôd Malých Karpát a priľahlej časti Záhorskej nížiny je na obr. 8 prezentovaná formou upraveného Piperovho systematizačného diagramu. Súbor je rozdelený na 4 základné skupiny podzemných vôd podľa prevládajúcej geológie

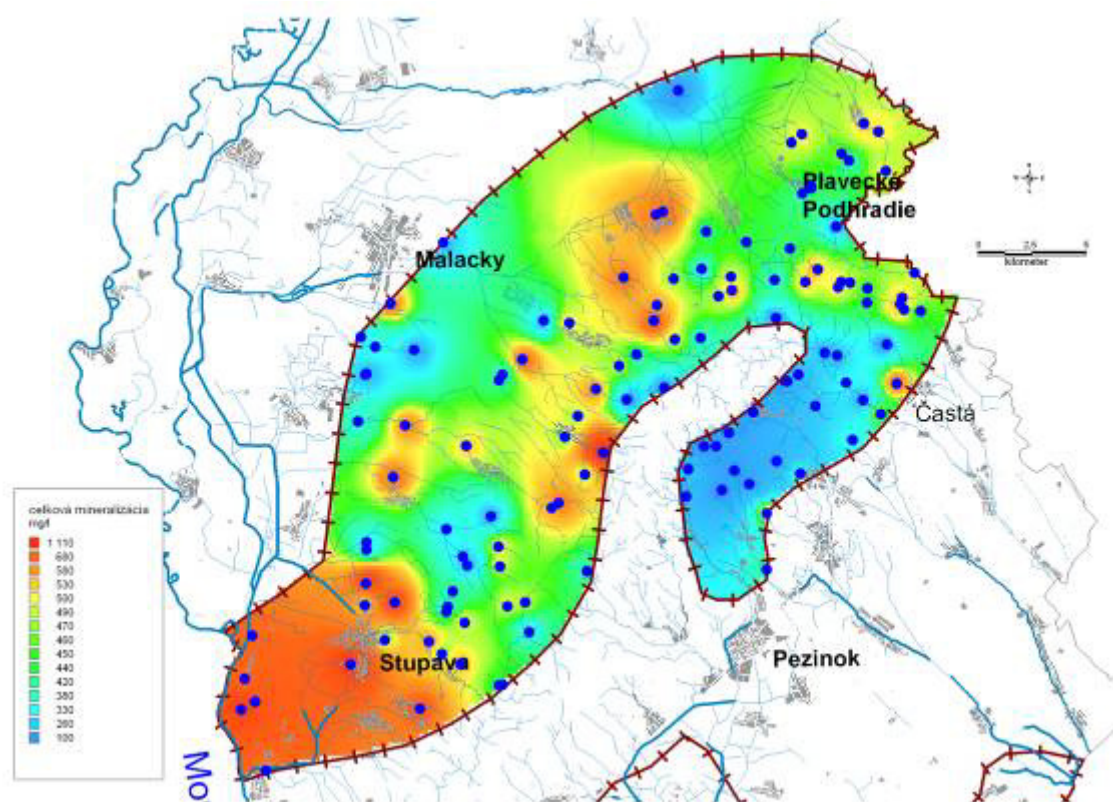
ich obehu. Pre podzemné vody kryštalinika je charakteristická výrazná variabilita typov chemického zloženia – od prevládajúceho Ca-HCO_3 zloženia k Ca-Na+K-HCO_3 zloženiu, príp. $\text{Ca-SO}_4\text{-HCO}_3$ zloženiu. Hodnoty celkovej mineralizácie sa naopak pohybujú pomerne v úzkom rozpätí zväčša od 100 do 200 mg.l^{-1} . Pre podzemné vody karbonátov mezozoika je typické výrazné zastúpenie Ca-HCO_3 a tiež Ca-Mg-HCO_3 zložiek v závislosti od obehu podzemnej vody v geologickom prostredí vápencov, dolomitov alebo vápencov a dolomitov. Čo sa týka hodnôt celkovej mineralizácie podzemných vôd mezozoika, okrem niekoľkých odľahlých hodnôt je v diagrame pozorovateľný zhluk týchto vôd na ľavej strane diagramu, pričom hodnoty celkovej mineralizácie sa pohybujú zväčša od 400 do 600 mg.l^{-1} . Produkty zvetrávania (deluviálne, proluviálne sedimenty) sa vyznačujú chemickým zložením blízkym zdrojovému horninovému prostrediu, čo je zrejmé aj z Piperovho grafu. V prípade produktov zvetrávania kryštalinika ide o podzemné vody s výrazne variabilnými typmi chemického zloženia a pomerne nízkymi hodnotami celkovej mineralizácie a v prípade produktov zvetrávania mezozoika o podzemné vody typovo menej premenlivé s vyššími hodnotami celkovej mineralizácie. Podzemné vody fluviálnych sedimentov sa vyznačujú premenlivým chemickým zložením a veľkou variabilitou hodnôt celkovej mineralizácie.

Na obr. 9 je prezentovaná mapa distribúcie hodnôt celkovej mineralizácie podzemných vôd perspektívnej oblasti pre vyhľadávanie strategických zdrojov vody v rámci záujmového územia BSK (Malé Karpaty a priľahlá oblasť Záhorskej nížiny). Hodnoty celkovej mineralizácie sa vo väčšej časti územia vyznačujú prirodzenou variabilitou hodnôt. Oblasť Stupavy a južnej časti Záhorskej nížiny charakterizujú podzemné vody s vyššími hodnotami celkovej mineralizácie a s pravdepodobne antropogénne ovplyvneným chemickým zložením.



Obr.8 Upravený Piperov systematizačný diagram – podzemné vody Malých Karpát a príľahlej časti Záhorskej nížiny

9 Mapa distribúcie hodnôt celkovej mineralizácie podzemných vôd perspektívnej oblasti pre vyhľadavanie strategických zdrojov vody v rámci záujmového územia BSK (Malé Karpaty a príľahlá oblasť Záhorskej nížiny)



Obr.9 Mapa distribúcie hodnôt celkovej mineralizácie podzemných vôd perspektívnej oblasti pre vyhľadávanie strategických zdrojov vody v rámci záujmového územia BSK (Malé Karpaty a príľahlá oblasť Záhorskej nížiny)

Chemické zloženie a kvalita odobratých vzoriek podzemných vôd

Oblasť Malých Karpát a priľahlej časti Záhorskej nížiny

Účelovo jednorazovo odobraté vzorky podzemných vôd v oblasti je možné vo vzťahu k špecifikám ich chemického zloženia rozdeliť do troch skupín:

- podzemné vody s pomerne nízkymi hodnotami celkovej mineralizácie,
- podzemné vody viazané na karbonáty mezozoika,
- podzemné vody viazané na karbonáty mezozoika (vápencovo-dolomitické komplexy) zároveň pravdepodobne kontaktujúce spodno-triasové sadrovcové polohy verfěnskeho súvrstvia.

Upravený Piperov systematizačný diagram pre vyčlenené skupiny podzemných vôd Malých Karpát a priľahlej časti Záhorskej nížiny (nové údaje) je prezentovaný na obr. 1

1. Prvú skupinu charakterizujú podzemné vody s pomerne nízkymi hodnotami celkovej mineralizácie (tab. 1). Vo vzťahu ku geologickej stavbe územia ich možno priradiť k podzemným vodám s obehom v horninovom prostredí eolických kvartérnych pieskov, resp. k prestupujúcim podzemným vodám z územia Malých Karpát. Charakteristické zdroje podzemných vôd tohto charakteru reprezentujú významné pramene v oblasti Plaveckého Štvrtka (prameň Bezedné, prameň Tančibok) a vrt pri Stupave. Ide o podzemné vody so silikátogénnou, príp. silikátovo-sulfidogénnou mineralizáciou. Viate piesky (eolické sedimenty) sú v podstate monominerálnym sedimentom, zloženým z kremeňa (90%), živcov (asi 10%) a malého podielu ťažkých minerálov, hlavne granátu, amfibolu a rudných minerálov. S uvedených minerálov sú aktívne najmä živce, príp. amfiboly. Ich hydrolytický rozklad uvoľňuje do prestupujúcich iniciálnych vôd popri kyseline kremičitej hlavne ióny Ca^{2+} , Mg^{2+} a HCO_3^- , menej Na^+ , K^+ . Hydrogeochemicky aktívny je aj pyrit prítomný v malých množstvách v ťažkej frakcii. Jeho oxidácia je zdrojom železa a SO_4^{2-} . Podľa toho, ktorý z týchto procesov sa uplatňuje intenzívnejšie (závisia od zastúpenia pyritu, rozpusteného O_2 , dĺžky príp. hĺbky obehu podzemnej vody), posúva sa celkové chemické zloženie podzemných vôd viatych pieskov mierne smerom k Ca-Mg- HCO_3 , príp. Ca- SO_4 typu. Obsahy stopových prvkov v podzemných vodách vo väčšine prípadov nedosiahli medzu stanovenia danej analytickej metódy a vyznačujú sa veľmi dobrou kvalitou.

Tab. 1 Chemické analýzy podzemných vôd viazaných na eolické sedimenty, resp. podzemné vody prestupujúce z územia Malých Karpát

označenie	BSK5	BSK6	BSK7
Lokalita	Stupava	Plavecký Štvrtok - prameň Bezedné	Plavecký Štvrtok - prameň Tančibok
Zdroj	vrt	prameň	prameň
Tvody	11,8	10,7	10,3
M	324	231	213
rozpustený O_2	5,12	7,72	6,79
nasýtenie O_2	48,9	71	62,3
pH	6,98	7,05	6,9
$\text{KNK}_{4,5}$	3,25	1,15	1,35
$\text{ZNK}_{8,3}$	0,9	0,2	0,3
CHSK_{Mn}	<0,5	1,15	<0,5
Li^+	0,06	<0,01	<0,01
Na^+	12,7	11,8	4,32
K^+	1,95	0,85	0,75
NH_4^+	<0,05	<0,05	<0,05
Ca^{2+}	44	38,1	37,8
Mg^{2+}	11,8	6,53	6,45

Ba ²⁺	0,036	0,026	0,034
Sr ²⁺	0,095	0,136	0,156
Mn ²⁺	0,195	0,054	0,214
Fe _{celkom}	0,685	0,055	<0,007
Al ³⁺	<0,02	<0,02	<0,02
Cl ⁻	2,64	12,6	2,2
F ⁻	0,22	<0,1	<0,1
SO ₄	12,8	59,2	47,9
NO ₂ ⁻	<0,01	<0,01	<0,01
NO ₃ ⁻	<1	9,92	7,79
PO ₄ ³⁻	<0,03	0,04	0,07
HCO ₃ ⁻	198	70,2	82,4
SiO ₂	29,8	16,8	17,6
voľný CO ₂	39,6	8,8	13,2
agresívny CO ₂	15,2	10,6	13,9
Hg	<0,0001	<0,0001	0,0003
As	<0,001	<0,001	<0,001
Sb	<0,001	<0,001	<0,001
Se	<0,001	<0,001	<0,001
Cu	<0,002	<0,002	<0,002
Pb	<0,005	<0,005	<0,005
Cd	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zn	0,004	0,004	0,003
Cr _{celkom}	<0,002	<0,002	<0,002

2. Druhú skupinu charakterizujú podzemné vody viazané na karbonáty mezozoika (vápencovo-dolomitické komplexy). Podzemných vôd tohto typu reprezentujú prameň Kráľova studňa pri Plaveckom Podhradí, prameň Prepadlé pri Borinke a ďalšie pramene v oblasti Borinky, Pezinka a Dolian (tab. 2). Ide o podzemné vody s karbonátogénnou mineralizáciou. Analyzované podzemné vody sa vyznačujú A₂ základným výrazným, Ca-HCO₃ typom chemického zloženia a hodnotami celkovej mineralizácie v rozpätí 261 až 571 mg.l⁻¹. Obsahy stopových prvkov takmer vo všetkých prípadoch nedosiahli medzi stanovenia danej analytickej metódy a vyznačujú sa veľmi dobrými kvalitatívnymi charakteristikami.

Tab. 2 Chemické analýzy podzemných vôd viazaných na karbonáty mezozoika Malých Karpát

označenie	BSK9	BSK3	BSK4	BSK12	BSK14
Lokalita	Plavecké Podhradie - prameň Kráľova studňa	Borinka - prameň Prepadlé	Borinka	Pezinok	Doliany
Zdroj	prameň	prameň	prameň	prameň	prameň
Tvody	8,4	11,5	11,5	12,1	8
M	430	513	571	261	541
rozpustený O ₂	11,4	5,58	10,6	8,95	8,8
nasýtenie O ₂	101	54	101	84,4	78
pH	7,44	7,38	7,32	7,41	7,45
KNK _{4,5}	4,35	3,65	5,1	2,52	5,95
ZNK _{8,3}	0,35	0,6	0,25	0,2	0,4
CHSK _{Mn}	0,78	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Li ⁺	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Na ⁺	1,97	2,58	2,64	3,9	1,35
K ⁺	0,8	0,89	1,03	0,92	0,48
NH ₄ ⁺	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Ca ²⁺	87,5	97,2	111	39,9	92,5

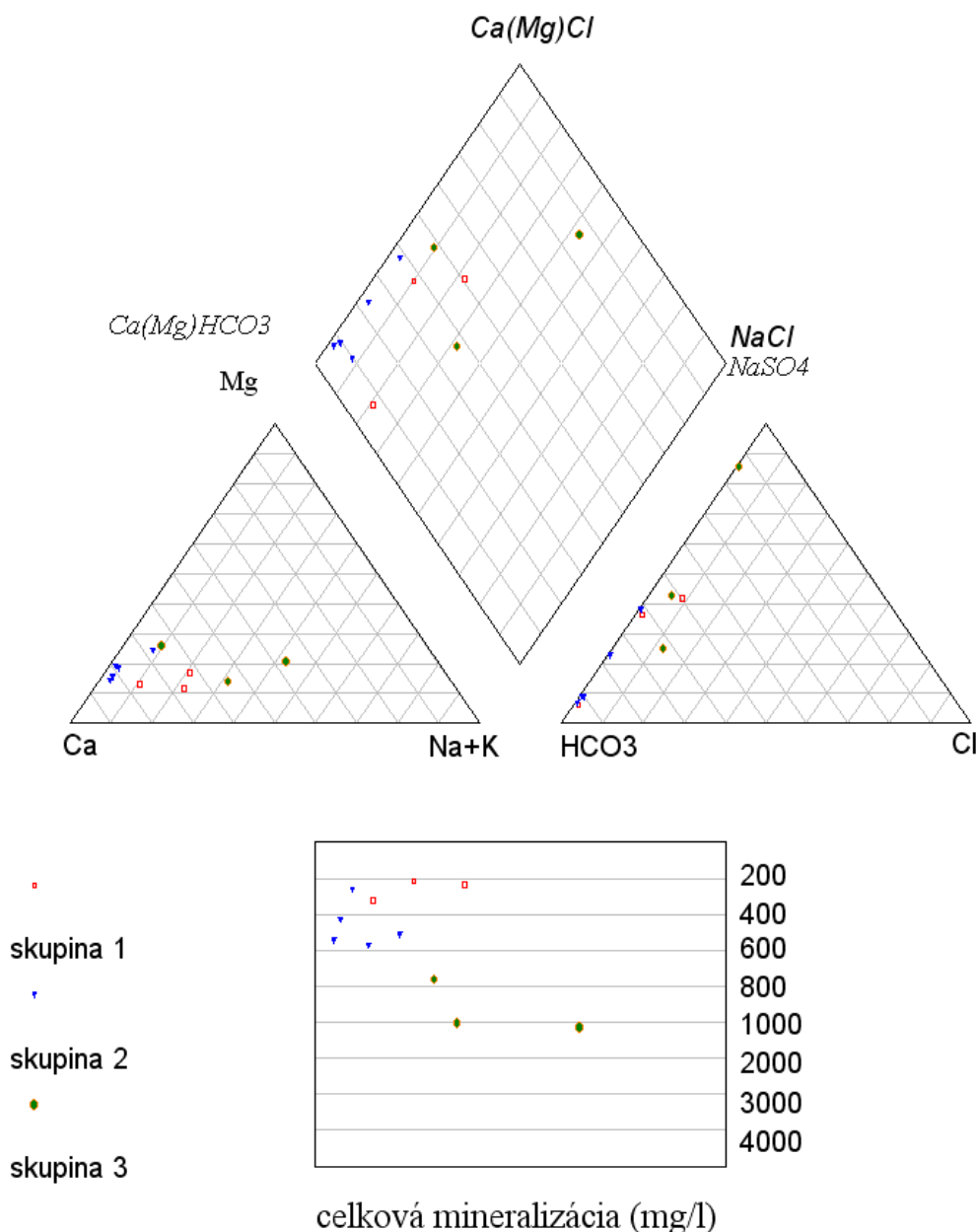
Mg ²⁺	14,8	22,3	20,9	14,2	22,3
Ba ²⁺	0,028	0,053	0,069	0,184	0,047
Sr ²⁺	0,102	1,79	0,88	0,088	0,173
Mn ²⁺	0,003	<0,002	<0,002	0,004	0,002
Fe _{celkom}	<0,007	0,01	<0,007	0,095	0,06
Al ³⁺	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Cl ⁻	1,73	1,65	2,89	1,94	2,17
F ⁻	<0,1	0,21	0,1	0,32	<0,1
SO ₄ ²⁻	26,2	137	91,5	14,7	26,4
NO ₂ ⁻	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
NO ₃ ⁻	23,2	13,8	18,5	12,9	28,6
PO ₄ ³⁻	0,04	0,08	0,04	<0,03	<0,03
HCO ₃ ⁻	265	223	311	154	363
SiO ₂	6,39	9,21	8,39	13,6	2,83
voľný CO ₂	15,4	26,4	11	8,8	17,6
agresívny CO ₂	2,9	2	<1,1	2,2	<1,1
Hg	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
As	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001
Sb	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Se	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Cu	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
Pb	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cd	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zn	0,003	0,005	<0,002	0,077	0,011
Cr _{celkom}	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

3. Tretiu skupinu charakterizujú podzemné vody viazané na karbonáty mezozoika (vápencovo-dolomitické komplexy) zároveň pravdepodobne kontaktujúce spodno-triasové sadrovcové polohy verfenského súvrstvia. To znamená, že základná časť chemického zloženia podzemných vôd je podobná ako v prípade druhej skupiny karbonátogénnych vôd s tým rozdielom, že v nich boli zistené vysoké koncentrácie síranov (od 180 do 728 mg.l⁻¹) a preto aj podstatne vyššie hodnoty celkovej mineralizácie (765 až 1164 mg.l⁻¹). Podzemných vôd tohto typu reprezentujú prameň Jalšovec v Devínskej Novej Vsi, prameň Vajar v Rohožníku a vrt MKM-6 pri ceste na Pezinsku Babu (tab. 3). Ide o podzemné vody s karbonátovo-sulfátogénnou až sulfátogénnou mineralizáciou. Analyzované podzemné vody sa vyznačujú A₂ základným nevýrazným, príp. S₂(SO₄)-A₂ prechodným, Ca-SO₄-HCO₃, Ca-SO₄-HCO₃ typom chemického zloženia. Obsahy stopových prvkov neboli zistené a vody sa vyznačujú sa dobrými kvalitatívnymi charakteristikami s výnimkou antropogénne zvýšenej koncentrácií dusičnanov v prameni Jalšovec a prírodne zvýšených obsahov síranov (v prípade vrtu v Pezinku prekračujúcich limitnú hodnotu pre vodu určenú pre ľudskú spotrebu).

Tab. 3 Chemické analýzy podzemných vôd viazaných na karbonáty mezozoika so zvýšenými obsahmi síranov

označenie	BSK2	BSK8	BSK13
Lokalita	Devínska Nová Ves, prameň Jalšovec	Rohožník - prameň Vajar	Pezinok
Zdroj	prameň	prameň	vrt
Tvody	12	12,8	14,3
M	765	1037	1164
rozpustený O ₂	3,01	4,88	1,71
nasýtenie O ₂	28,6	47,7	17
pH	7,23	7,72	7,95

KNK _{4,5}	4,4	7,5	1,95
ZNK _{8,3}	1,1	0,6	0,1
CHSK _{Mn}	0,65	11,4	<0,5
Li ⁺	0,02	0,03	0,1
Na ⁺	15,2	41,4	120
K ⁺	2,65	50,5	3,26
NH ₄ ⁺	<0,05	0,1	0,17
Ca ²⁺	120	157	106
Mg ²⁺	47,7	39,9	58,5
Ba ²⁺	0,041	0,073	0,017
Sr ²⁺	1,21	0,489	6,35
Mn ²⁺	0,01	0,264	0,03
Fe _{celkom}	0,032	0,065	0,113
Al ³⁺	<0,02	<0,02	0,03
Cl ⁻	30,7	92,2	6,09
F ⁻	0,54	0,19	1,94
SO ₄ ²⁻	221	180	728
NO ₂ ⁻	<0,01	0,04	<0,01
NO ₃ ⁻	41,5	<1	<1
PO ₄ ³⁻	0,03	0,03	<0,03
HCO ₃ ⁻	268	458	119
SiO ₂	12,4	12,5	11
voľný CO ₂	48,4	26,4	4,4
agresívny CO ₂	<1,1	4,2	<1,1
Hg	<0,0001	<0,0001	<0,0001
As	<0,001	0,002	<0,001
Sb	<0,001	<0,001	<0,001
Se	<0,001	<0,001	<0,001
Cu	<0,002	<0,002	<0,002
Pb	<0,005	<0,005	<0,005
Cd	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Zn	0,003	0,003	0,008
Cr _{celkom}	<0,002	<0,002	<0,002



Obr.1 Upravený Piperov systematizačný diagram – vyčlenené skupiny podzemných vôd Malých Karpát a príľahlej časti Záhorskej nížiny – nové údaje

Literatúra

- Benková, K., Bodiš, D., Nagy, A., Maglay, J., Švasta, J., Černák, R., Marcin, D. and Kováčová, E., 2005: Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Podunajskej roviny - Žitný ostrov a pravobrežie Dunaja v mierke 1 : 50 000. Manuscript, ŠGÚDŠ Bratislava, 245 s.
- Marcin, D., Kullman, E., Bodiš, D., Kordík, J., Zakovič, M. 1996: Hydrogeologická a hydrogeochemická mapa južnej časti Záhorskej nížiny v mierke 1:50 000. Manuscript, Archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava. 101 s. arch.č. 83323
- Michalko, J. 1998: Izotopová charakteristika podzemných vôd Slovenska, kandidátska dizertačná práca. Manuscript, archív SAV, Bratislava, 94 s.
- Michalko, J., Bodiš, D., Malík, P., Kordík, J., Fajčíková, K., F., Grolmusová, Z., Veis, P. 2011: Potenciálne zdroje strategických množstiev podzemnej vody v Bratislavskom samosprávnom kraji. Mineralia Slovaca , 43 (2011), 449-462, WEB ISSN 1338-3523, ISSN 0369-2086