



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

HODNOTENIE PILOTNÉHO ÚZEMIA Z VODOHOSPODÁRSKEHO HĽADISKA

Ing. Alena Trančíková – RNDr. Anton Vojtko

HODNOTENIE PILOTNÉHO ÚZEMIA Z VODOHOSPODÁRSKEHO HĽADISKA



Bratislava 2012

Prehľad vodohospodárskeho využívania podzemných vôd na zásobovanie obyvateľstva BSK pitnou vodou.

Morfológia územia

Predmetné územie je z hľadiska morfológického rozdelené pohorím Malých Karpát na dve časti. Východnú časť vyplňa časť Podunajskej roviny, západnú časť Borská nížina. Severná časť územia je tvorená Chvojnickou a Myjavskou pahorkatinou, resp. čiastočne Bielymi Karpatmi. Z vodstva je najvýznamnejším tokom územia rieka Dunaj a Morava, ktoré lemujú západnú a južnú hranicu a zároveň v značnom úseku vytvárajú štátnu hranicu s Českou republikou, Rakúskom, resp. Maďarskom. Ďalšími významnejšími tokmi sú Malý Dunaj, Čierna voda a Myjava, resp. menšie toky – Šurský kanál, Stoličný potok, Vištucký potok, Gidra, Blatina, Stupavský potok, Malina, Rudava, Chvojnica.

Z hľadiska hydrologického je predmetné územie tvorené povodím rieky Dunaj, Malý Dunaj, Čierna voda, časť Dolného Váhu, Morava, Myjava a Chvojnica.

Osídlenie územia

Územie Bratislavského samosprávneho kraja je z hľadiska osídlenia charakterizované predovšetkým situovaním hlavného mesta SR Bratislavy na jeho južnom okraji v súčasnosti so 425 533 obyvateľmi.

Zostávajúce územie predstavuje z hľadiska osídlenia 312 877 obyvateľov, z toho okres Malacky 65 448, okres Pezinok 55 043, okres Senec 53 763, okres Senica 60 711, okres Skalica 46 965, okres Myjava 28 725.

Počet obyvateľov v mestách v súčasnosti stagnuje, výhľadovo sa však predpokladá mierny nárast, u menších obcí sa prejavuje skôr klesajúca tendencia vývoja počtu obyvateľov. V obciach v blízkosti Bratislavy (Rovinka, Dunajská Lužná, Miloslavov, Zálesie, Bernolákovo, Ivanka pri Dunaji, Stupava, Borinka, Marianka...) sa realizuje a pripravuje dynamický rozvoj bývania najmä formou individuálnej bytovej výstavby, s čím súvisí aj výraznejší nárast počtu obyvateľov v týchto lokalitách.

Podrobná znalosť očakávaného vývoja počtu obyvateľov a jeho rozloženia v území je dôležitá pre plánovanie koncepcie zásobovania pitnou vodou a tým aj pre očakávané využívanie jestvujúcich vodárenských zdrojov, prípadne potrebu budovania nových.

Rámcová charakteristika zásobovania pitnou vodou BSK

Koncepcia zásobovania pitnou vodou kopíruje vzťah medzi situovaním disponibilných zdrojov vody, ktoré určujú hydrogeologické danosti územia, a rozmiestnením spotrebísk v území. V širšom ponímaní možno konštatovať, že kvalitatívne i kvantitatívne vyhovujúce zdroje podzemnej vody, vhodnej na hromadné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou (exploatované studňami a v súčasnosti využívané pre zásobovanie) sa nachádzajú na južnom okraji územia (vodonosné vrstvy dunajských náplavov) – oblasť Bratislavy vrátane Kalinkova a Šamorína. Ďalšie kapacity vodných zdrojov predstavujú pramene na úpätí Malých Karpát a studňami exploatované podzemné vody v oblasti Pernek, resp. Plavecké Podhradie (posledne dve menované zdroje s problematickou kvalitou vody). Na zvyšnom území Záhoria (od Stupavy po Skalicu) sa nenachádzajú zdroje podzemnej vody vhodné na hromadné zásobovanie pitnou vodou. Existujúce vodárenské zdroje v tejto oblasti sú využiteľné pre zásobovanie obyvateľstva len po úprave, nakoľko vykazujú zvýšený obsah železa, mangánu, metánu, sírovodíka, zákalu, či agresívneho kyslíčnika uhličitého nad limit stanovený európskou a slovenskou legislatívou pre pitné vody. Podobne v Seneckej časti oblasti Podhoria sa vyskytujú kvalitatívne nevyhovujúce podzemné vody najmä v ukazovateli dusičnany. Nakoľko lokálne zdroje podzemnej vody Záhoria i Podhoria sú z pohľadu existujúcich kapacít a ich kvality a perspektívnosti bilančne nepostačujúce, realizuje sa dotácia pitnej vody z miesta výskytu ďalších kvalitatívne i kvantitatívne vyhovujúcich

podzemných vôd (už spomínaná južná časť územia – Bratislava, Kalinkovo, Šamorín) do miesta spotreby, resp. deficitných oblastí. Excentrické umiestnenie týchto výdatných a kvalitných zdrojov vody v porovnaní so situovaním spotrebísk si vynucuje budovanie niekoľko desiatok kilometrov dlhých kapacitných prívodov vody. Z hľadiska investičného, realizačného i prevádzkového uskutočňovanie vyššie uvedenej koncepcie sťažuje i vyššie konštatovaná morfológická danosť územia – a to jeho prehradenie útvarom Malých Karpát (náročnosť koncepcie prevodu vody z veľkokapacitných zdrojov Kalinkovo a Šamorín na Záhorie). Na druhej strane treba konštatovať, že výskyt najvýdatnejších a kvalitatívne vyhovujúcich zdrojov vody korešponduje so situovaním najväčšieho spotrebiska v rámci BSK a to hlavného mesta Bratislavy.

Demografický vývoj v BSK a vízia zásobovania obyvateľstva pitnou vodou z kvantitatívneho a kvalitatívneho hľadiska.

Bilancia podzemnej vody, vhodnej pre pitné účely, pre samotné mesto Bratislava je pozitívna. Vybudované zdroje vody pre mesto sa nachádzajú v bezprostrednej blízkosti spotrebiska a sú postačujúce aj pre výhľad. Celková bilancia podzemných vôd na území Bratislavského samosprávneho kraja je tiež pozitívna, nevýhodou je však excentrické umiestnenie najvýznamnejších zdrojov vody v území.

Očakávaný rozvoj, vyplývajúci zo schválených územných plánov obcí dokumentuje tab. č.1:

Tabuľka č.1
Súhrn potreby čerpania z vodných zdrojov Bratislavy a okolia

SPOTREBISKO	rok 2006	rok 2010	rok 2015	rok 2020	rok 2025	rok 2030
	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Bratislava mesto						
Potreba vody [l/s]	1 580	1 690	1 826	1 963	2 100	2 292
I.TP BA smer Bernolákovo, Senec a okolie						
Potreba vody celkom [l/s]	134	165	208	249	291	349
Vlastné zdroje [l/s]	-47	0	0	0	0	0
Čerpanie z VZ BA [l/s]	87	165	208	249	291	349
I.TP BA oblasť Čierna voda (Slovenský, Chorvátsky Grob)						
Potreba vody celkom [l/s]	0,0	39	73	107	141	189
Vlastné zdroje [l/s]	0	0	0	0	0	0
Čerpanie z VZ BA [l/s]	0,0	39	73	107	141	189
Podhorský skupinový vodovod (Pezinok, Modra a okolie)						
Potreba vody celkom [l/s]	143	153	167	181	195	215
Vlastné zdroje [l/s]	-104	-104	-104	-104	-104	-104
Čerpanie z I. TP BA [l/s]	51	49	63	77	91	111
Miloslavov, Dunajská Lužná (čerpané priamo z VZ Šamorín)						
Potreba vody celkom [l/s]	8,8	15	22	29	36	47
Vlastné zdroje [l/s]	0	0	0	0	0	0
Čerpanie z VZ Šamorín [l/s]	8,8	14,6	21,9	29,2	36,4	46,6
II. TP BA smer vodojem Dúbrava (smer Malacky, od r. 2015 Kúty, od 2020 Holíč Skalica)						
Potreba vody celkom [l/s]	98	132	312	343	460	510

Vlastné zdroje [l/s]	-47	-47	-191	-191	-191	-191
Čerpanie z VZ BA [l/s]	51	85	121	152	269	319
SPOLU - potreba čerpania z VZ Bratislava (určená z Qm)	1 777	2 042	2 314	2 578	2 929	3 306

** predpokladá sa 100 % napojenosť*

Ako už bolo vyššie uvedené a ako tiež vyplýva z tabuľky, očakávaný nárast počtu obyvateľov v bratislavskom samosprávnom kraji a z neho vyplývajúci nárast potreby pitnej vody, nekorešponduje s kapacitnými rezervami v zásobách kvalitnej podzemnej vody v danom území. Vodárenské zdroje v západnej časti BSK, konkrétne v okresoch Malacky a Holič sa potýkajú s problémami v kvalite podzemnej vody, čo jednak vyplýva z prírodných podmienok v geologickom podloží (vysoký obsah mangánu, železa, sírnych baktérií a pod.) a jednak sú následkom antropogénnej činnosti v území, keď sa následkom intenzívnej poľnohospodárskej činnosti (vysoké dávky dusíkatých hnojív) zvýšil obsah dusičnanov v podzemnej vode nad limit povolený vyhláškou pre pitné vody a viacero vodárenských zdrojov muselo byť vyradených zo zásobovacej siete. Podobný osud stihol aj niektoré vodárenské zdroje v podhorskej oblasti BSK v okrese Senec.

Prehľad vodárenských zdrojov v BSK, ktoré museli byť vyradené z prevádzky z dôvodu nadlimítne zhoršenej kvality podzemných vôd:

1. Vodárenský zdroj Šenkvice
2. Vodárenský zdroj Čataj
3. Vodárenský zdroj Dunajská Lužná
4. Vodárenský zdroj Koválov
5. Vodárenský zdroj Gbely
6. Vodárenský zdroj Letničie
7. Vodárenský zdroj Prietrž
8. Vodárenský zdroj Šajdíkove Humence
9. Vodárenský zdroj Bukovec - Pramene
10. Vodárenský zdroj Jablonka - Vančák
11. Vodárenský zdroj Suchohrad
12. Vodárenský zdroj Plavecký Štvrtok
13. Vodárenský zdroj Kostolište
14. Vodárenský zdroj Zohor
15. Vodárenský zdroj Malacky - Vampil

V záhorskej oblasti BSK sa v súčasnosti prevádzkujú vodárenské zdroje, ktoré vyžadujú dvojstupňovú úpravu podzemnej vody v úpravniach vody. Jedná sa o úpravňu vody v Kútoch a úpravňu vody v Holiči, v ktorých sa odstraňuje vysoký obsah mangánu a železa z podzemných vôd vodárenských zdrojov Kúty, Holičsky les a vodárenských zdrojov v Skalici. Dlhodobá koncepcia Bratislavskej vodárenskej spoločnosti a.s., týkajúca sa rozvoja zásobovania pitnou vodou obyvateľov Záhoria, je orientovaná na využitie kvalitnej podzemnej vody z pridunajských vodárenských zdrojov Bratislavy a postupné vyradenie úpravni vody (úpravňa vody v Holiči bola postavená v 60-tych rokoch) z prevádzky. Táto

konceptia je však natoľko náročná na investičné zdroje, že jej realizácia v najbližších rokoch nie je reálna.

Prítomnosť karpatského masívu poskytuje okrem podzemnej vody, získavanej zo studní v pridunajských a moravských vodárenských zdrojoch ešte ďalšiu možnosť pre zásobovanie pitnou vodou a to pramene. V podhorskej i záhorskej časti Karpát je zachytených a využíva sa na pitné účely 50 prameňov. Podzemná voda z veľkej väčšiny využívaných prameňov je po kvalitatívnej stránke vyhovujúca Nariadeniu vlády SR č. 496/2010, ktorým sa mení a dopĺňa Nariadenie vlády č. 354/2006 Z.z., ktorým sa stanovujú požiadavky na vodu pre ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu. a nevyžaduje žiadnu úpravu. V niektorých prípadoch však je potrebné znížiť obsah mangánu, železa, prípadne upraviť obsah agresívneho oxidu uhličitého a koncentráciu Ph v kyslej oblasti.

Mnohé pramene, obzvlášť v záhorskej oblasti sú nespoľahlivé po kvantitatívnej stránke, nakoľko sú kriticky závislé od množstva zrážok v zimnom období a v prípade ich nedostatočného množstva, výdatnosť v letnom období významne klesá, často až pod kritickú hodnotu, kedy už nepostačuje na zásobovanie obyvateľstva príslušnej oblasti. Tento negatívny trend sa s ohľadom na prebiehajúce klimatické zmeny, prinášajúce častejšie a dlhodobejšie suchá bude zhoršovať a je nevyhnutné mať pripravené krízové riešenia.

Ochranné pásma vodárenských zdrojov – súčasnosť a budúcnosť

Ochrana vodárenských zdrojov a legislatíva s tým spojená prešla dlhodobým vývinom, ktorý reflektoval spoločenské a politické podmienky jednotlivých etáp vývoja našej spoločnosti.

Pred rokom 1989 platila pri vyhlasovaní a spravovaní pásiem hygienickej ochrany vodných zdrojov legislatíva v zložení : Zákon o vodách, Rozhodnutie miesta príslušného orgánu štátnej vodnej správy o určení PHO a Vyhláška MZ SR o PHO, uverejnená vo vestníku č. 17 z roku 1979, ktorá podrobne vymedzovala záväzné opatrenia na úpravu základných hygienických zásad pre zriaďovanie , vymedzenie a využívanie ochranných pásiem vodných zdrojov určených na hromadné zásobovanie pitnou a úžitkovou vodou a pre zriaďovanie vodárenských nádrží.

K zmene legislatívy prišlo v roku 2004 s novelizáciou Zákona o vodách č. 364 /2004 Z.z. a následne s novou vyhláškou MŽPSR č. 29 z roku 2005 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o určovaní ochranných pásiem vodárenských zdrojov a o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v ochranných pásmach vodárenských zdrojov. Nová vyhláška zmenila filozofiu určovania ochranných pásiem vodárenských zdrojov v tom zmysle, že pokiaľ v zmysle predošlej legislatívy bolo vodoprávne rozhodnutie o PHO vodárenského zdroja v časti podmieňujúcich opatrení veľmi všeobecné, pričom jednotlivé obmedzenia a zákazy činností škodiacich vodám podrobne rozpracovala a taxatívne uvádzala vyššie spomenutá Vyhláška MZSR č. 17/1979, nový legislatívny systém určuje povinnosť podrobne rozpracovať opatrenia priamo vo vodoprávnom rozhodnutí o ochranných pásmach jednotlivých vodárenských zdrojov, pričom vyhláška o ochranných pásmach je poňatá veľmi všeobecne.

Vzhľadom na skutočnosť, že do dnešného dňa bolo prehodnotených v zmysle novej legislatívy len určité množstvo ochranných pásiem, hlavne z dôvodu zdĺhavosti a administratívnej náročnosti takéhoto procesu, pričom je často prekážkou aj nová majetková právna situácia na pozemkoch ochranných pásiem ,väčšina rozhodnutí o pásmach ochrany vodných zdrojov sa stále datuje do 80-tych rokov 20-teho storočia. Súbežne sú tak v platnosti doklady, vydané podľa odlišných legislatívnych koncepcií, čo spôsobuje chaos na úradoch štátnej vodnej správy, kde často vodoprávnu agendu majú na starosti neskúsení úradníci bez odbornej spôsobilosti, postavení do nerovného boja s agresívnymi právnymi zástupcami developerských spoločností.

Výsledkom je neutešený stav ochranných pásiem mnohých významných vodných zdrojov,

kde sa s požehnaním úradov štátnej vodnej správy usídlili činnosti škodiace podzemným vodám, ktoré budú mať v budúcnosti jednoznačne a neodvratne negatívny vplyv na kvantitu a kvalitu podzemných vôd, využívaných na zásobovanie obyvateľov BSK pitnou vodou.

Scenáre ohrozenia množstva a kvality podzemnej vody z existujúcich zdrojov v BSK.

Na základe doterajších skúseností s prevádzkovaním vodárenských zdrojov považujeme z hľadiska ich zabezpečenia v povodí podzemných vôd odberných systémov za najproblematickejšie:

- nedodržiavanie obmedzujúcich a zakázaných činností majiteľmi nehnuteľností, podnikateľskými subjektmi...
- nekompetentné rozhodnutia orgánov miestnej samosprávy a verejnej správy nerešpektujúce platné vodoprávne rozhodnutia, prírodné zákonitosti, ekologické riziká..., umožňujúce presadzovanie osobných, prípadne skupinových záujmov na úkor verejného záujmu
- agresivita nových majiteľov, presadzujúcich zmeny pôvodného využívania pozemkov prostredníctvom účelových zmien územných plánov
- nedostatočnosť platnej legislatívy pri zabezpečovaní celospoločenského záujmu, vyplývajúca z nejednoznačného až protichodného paragrafového znenia predpisov.
- vplyv očakávaných klimatických zmien, sprevádzaných dlhodobými suchými obdobiami, na výdatnosť ako aj kvalitu pramenných vodárenských zdrojov

Z vodárenských zdrojov, prevádzkovaných BVS a.s. na území BSK, reprezentovaných 260 odbernými objektmi (187 studní, 73 prameňov) sú najviac ohrozovanými:

1. **Vodárenský zdroj Šamorín** (zdokumentovaná kapacita 3 400 l/s) – výstavbou a osídlením cca 350 obytných domov priamo v smere prúdenia podzemnej vody infiltrovanej z Dunaja k veľkozdroju, s perspektívnymi negatívnymi dopadmi na akosť vody a tým aj na celkovú kapacitu zdroja.
2. **Vodárenský zdroj Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad'** (zdokumentovaná kapacita 2 650 l/s) – pripravovanou výstavbou golfového ihriska v území medzi Dunajom, ktoré má investor prenajaté od Vodohospodárskej výstavby š.p. na 99 rokov a odberným systémom podzemných vôd (ST-1 až ST-23).
3. **Vodárenský zdroj Kalinkovo** (zdokumentovaná kapacita 850 l/s) – s negatívnym vývojom akosti podzemnej vody z dôvodu dlhodobého neriešenia odstraňovania sedimentov z koryta Dunaja a z Hrušovskej zdrže po sprevádzkovaní VDG. V súčasnosti je možné využívať bez úpravy na pitné účely už len jednu studňu z desiatich, ktorá kvalitou vyhovuje nariadeniu vlády pre pitné vody.
4. **Vodárenský zdroj Hamuliakovo** (zdokumentovaná kapacita 32 l/s)- výstavbou a osídlením obytných domov v okolí zdroja a aktivovaním novších i starších ekologických záťaží (z divokej, účelovej ťažby štrkov, ktorej dôsledky boli sanované i odpadmi, obsahujúcimi škodlivé látky).
5. **Vodárenský zdroj Čunovo** (zdokumentovaná kapacita 43 l/s) – narastajúcou agresivitou developerských skupín, ktoré prostredníctvom územného plánu obce presadili výstavbu obytných domov i do územia ochranného pásma II. Stupňa
6. **Vodárenský zdroj Rusovce** (zdokumentovaná kapacita 50 l/s) – rozširovaním výstavby obytných domov v okolitom území, najmä zo strany prítoku podzemnej vody k odbernému objektu.
7. **Vodárenský zdroj Pečniansky les** (zdokumentovaná kapacita 600 l/s) - s účelovými výmenami lesných pozemkov, spravovaných Lesmi SR v časti pásma hygienickej

ochrany II. stupňa vodárenského zdroja, s cieľom dosiahnutia zmeny charakteru ich doterajšieho využitia pre komerčné ciele.

8. **Vodárenský zdroj Sihot'** (zdokumentovaná kapacita 900 l/s) – pripravovanou a čiastočne aj realizovanou výstavbou a osídlením obytných domov v inundačnom území medzi Devínskou cestou a Karloveským ramenom, ktoré sa nachádza v ochrannom pásme II.stupňa – vnútornom, so všetkými negatívnymi dôsledkami na akosť podzemnej vody (odpady, splaškové vody..)
9. **Vodárenský zdroj „Maruša“ v k.ú. Píla** (zdokumentovaná kapacita 95 l/s)– porušovaním zákazu výstavby obytných domov v pásme hygienickej ochrany II. stupňa, v súlade s falzifikovaným územným plánom obce, čo má za následok nielen ohrozenie kvality vody v prameni, ale aj významné zníženie využiteľnej výdatnosti vodárenského zdroja, nakoľko časť zachytenej vody musela byť z preventívnych dôvodov zablokovaná od prítoku do pramennej záchytky.
10. **Vodárenský zdroj „Rybníček“ v k.ú. Pezinok** (zdokumentovaná kapacita 41 l/s) – kriminálny spôsob nadobudnutia pozemkov vodárenského územia i susedného územia súkromnou osobou, ktorá prioritne využíva vodu z prameňa, pri flagrantnom porušení kritérií vodoprávneho rozhodnutia a platného územného plánu a za výdatnej asistencie orgánov miestnej samosprávy a štátnej vodnej správy.
11. **Vodárenský zdroj „Vajar“ v k.ú. Rohožník** (zdokumentovaná kapacita 78 l/s) – intenzívnou ťažbou suroviny (karbonátov) z lokality Vajarská pre cementáreň firmy HOLCIM a.s., s tendenciou vyťaženia ložiska až 30 m nad úroveň zachyteného prameňa, s pravdepodobnými dôsledkami na množstvo a akosť vodárensky využívanej podzemnej vody
12. **Vodárenský zdroj Boldog v k.ú. Senec** (zdokumentovaná kapacita 60 l/s) – dlhodobý negatívny vplyv poľnohospodárskej výroby na vývoj kvality podzemnej vody so stále narastajúcim obsahom dusičnanov nad medznú hodnotu limitu pre pitné vody. Z tohto dôvodu je v súčasnosti využitie vody z tohto vodárenského zdroja podmienené miešaním exploatovanej vody s vodou z iného vodárenského zdroja (VZ Šamorín). Vodárenský zdroj Boldog je perspektívne určený na odstavenie zo zásobovacieho systému.

Záver a odporúčania

Z predošlých častí tejto správy jednoznačne vyplýva skutočnosť, že situácia s využívaním vodárenských zdrojov v Bratislavskom samosprávnom kraji nie je výhľadovo pozitívna a je nevyhnutné bezodkladne začať pracovať na riešeníach, ktoré jednak zamedzia pokračujúcej devastácii ochranných pásiem vodárenských zdrojov, hlavne v oblasti legislatívy a kontroly činnosti orgánov štátnej vodnej správy, ako aj realizovať výskumno-vedecké a technické riešenia pri hľadaní nových prírodných zdrojov v oblasti a z vodárskeho hľadiska tam, kde je to možné, realizovať investičné zámery, ktoré umožnia distribúciu kvalitnej pitnej vody z oblastí, kde je jej prebytok, do oblastí, kde v budúcnosti očakávame jej kritický nedostatok

Charakteristika a hodnotenie využívania vodárenských zdrojov BVS a.s. orientovaných na kvartérne fluvialne sedimenty Dunaja

Využiteľné množstvo podzemnej vody predstavuje v zmysle Vyhlášky Ministerstva životného prostredia SR č. 51/2008 Z.z. maximálne množstvo podzemnej vody, ktoré možno odoberať z daného zvodneného systému na vodárenské využívanie po celý uvažovaný čas exploatácie za prijateľných ekologických, technických a ekonomických podmienok bez

takého ovplyvnenia prírodného odtoku, ktoré by sa pokladalo za nepripustné a bez nepripustného zhoršenia kvality odoberanej vody.

Z uvedenej definície vyplýva, že cieľom stanovenia využiteľného množstva podzemnej vody pre ktorýkoľvek vodárenský zdroj je vyčíslenie maximálneho množstva, ktoré vôbec možno z celého daného územia trvalo odoberať pri dodržaní vyššie uvedených podmienok. Potom pri presnom rešpektovaní definície využiteľného množstva podzemnej vody v zmysle Vyhlášky 141/2000 Z.z. je cieľom zhodnotenia skutočného („prírodného“) využiteľného množstva skúmaného územia stanovenie maximálneho množstva podzemnej vody, ktoré možno pri daných prírodných podmienkach v danom území využiť so zreteľom na ekologické obmedzenia.

Vyčíslenie preukázaného využiteľného množstva podzemnej vody Q_{dok} je spravidla bezprostredným výsledkom hydrogeologického prieskumu. Všetky bratislavské vodárenské veľkozdroje boli zdokumentované v rámci (prevažne) viacerých etáp hydrogeologického prieskumu, vždy pri zohľadnení aktuálneho poznania prírodných zákonitostí, s limitovanými metrážnymi a čerpacími prácami, ktoré sa v minulosti vykonali. Tento proces nemôže byť nikdy ukončený pretože do systému vstupujú viaceré primárne i sekundárne faktory, ktoré sa môžu v čase meniť. Preto kapacitné možnosti vodárenských veľkozdrojov prevádzkovaných BVS a.s., ktoré uvádzame pre konkrétne lokality reprezentujú výsledky vyhľadávacieho a podrobného hydrogeologického prieskumu, aktualizované poznatkami permanentnej etapy doplnkového hydrogeologického prieskumu v zásade stotožneného s prevádzkovým režimovým sledovaním vodárenských zdrojov vybavených indikačnými systémami využívanými pre účely kvantitatívneho i kvalitatívneho monitoringu.

História zásobovania mesta Bratislavy pitnou vodou siaha ďaleko do minulosti, kedy boli obyvatelia zásobovaní z prameňov, vyvierajúcich v Malých Karpatoch, resp. zo studní nachádzajúcich sa v intraviláne, čo s ohľadom na znečistenie prostredia hustou zástavbou sa prejavovalo na akostných parametroch podzemnej vody a následne po opakovaných epidémiách i na zdravotnom stave ľudí. Po nástupe priemyselnej revolúcie už archaický spôsob zásobovania vodou nevyhovoval. Prudký rozvoj mesta v druhej polovici 19. storočia, vyvolaný rastom priemyslu a dopravných zariadení, spôsobil, že verejné studne sa stali prekážkou v doprave a postupne ich zrušili. Náhrada bola riešená vybudovaním prvej studne na ostrove Sihoť v r. 1882 a sprevádzkovaním verejného vodovodu v r. 1886. Ďalší rozvoj mesta s pribúdaním obyvateľov po II. svetovej vojne s narastajúcou spotrebou vody už nebolo možné riešiť bez doplnenia vodárenských zdrojov v okrajových častiach Bratislavy a po kolapse II. bratislavského vod. zdroja V Podunajských Biskupiciach boli možnosti prívodu pitnej vody do mesta aj časti Podhoria rozšírené o vodárenské zdroje Kalinkovo a Šamorín. Potom do hodnotenej oblasti zaraďujeme:

A) Vodárenské zdroje vybudované na dunajských ostrovoch:

- Sihoť (Karlova Ves)
- Sedláčkov ostrov (Devín)

B) Vodárenské zdroje na pravej strane Dunaja:

- Pečniansky les (Petržalka)
- Rusovce – Ostrovné lúčky - Mokrad'
- Rusovce – lokálny vod. zdroj pre obce Rusovce a Jarovce
- Čunovo – lokálny vod. zdroj pre obec Čunovo

C) Vodárenské zdroje nachádzajúce sa na teritóriu Žitného ostrova:

- Kalinkovo
- Šamorín
- Hamuliakovo – lokálny vod. zdroj pre obce Hamuliakovo a Kalinkovo

Ad A) Vodárenské zdroje vybudované na dunajských ostrovoch

Vodárenský zdroj Karlova Ves – ostrov Sihot'

Ostrov Sihot' sa nachádza po ľavej strane hlavného koryta Dunaja v rozmedzí riečnych km 1871 až 1876 v zúženej časti údolia, tzv. Devínskej brány. Pravá strana Brány je súčasťou Hundsheimských vrchov a ľavá tvorí okrajovú časť jadrového pohoria Malé Karpaty.

Územie vodárenského ostrova je prakticky využívané už od 19. storočia, kedy vo februári 1886 sa začalo zásobovanie obyvateľstva Bratislavy vodou z tejto lokality. S postupným rozvojom mesta dochádzalo aj k dobudovávaniu vodárenských objektov. V roku 1946 bolo zo Sihote odoberaných 289 l.s^{-1} vody.

Z práce Štulíka (1950) pochádzajú informácie, že v roku 1904 bol na ostrove robený pomerne podrobný prieskum, s hustou sieťou vrtov. Ďalšie etapy nasledovali v r. 1911 (32 sond), v r. 1926 a v r. 1935. Pôvodný návrh Štulíka (1950), v ktorom doporučuje vybudovať v území rad studní paralelne s obmedzením ostrova je v súlade i s novšími poznatkami oprávnenými kritickými k súčasnému priestorovému situovaniu studní po celom území Sihote, ktoré neboli vždy budované na optimálnych miestach a navzájom sa značne ovplyvňujú, čo v niektorých prípadoch limituje ich záchytnú schopnosť. Autor v tom čase uvažoval z územia ostrova odoberať $Q_{\text{sum.}} = 990 \text{ l.s}^{-1}$.

Po II. svetovej vojne dochádza k búrlivému rozvoju mesta, čo si vyžiadalo rast kapacity vodárenských zariadení na Sihoti. S poľutovaním musíme v súčasnosti konštatovať, že rozširovanie exploatačného systému bolo často extenzívne, keď kvantita prevyšovala kvalitu. V určitých prírodných podmienkach nemusí vždy platiť, že čím viac vrtov, tým viac vody. Na rozširovanie vodárenského zdroja neexistoval odborný koncepčný plán, ktorý by postup prác koordinoval. Vrty sa situovali do voľných priestorov, kde predtým ešte žiadne neboli. Istú úlohu pri tom zohrával stav poznania prírodných zákonitostí (prisudzovanie väčšieho podielu povrchovej vody obtokového ramena na dopĺňaní prírodných zásob podzemných vôd ostrova akumulovaných v kvartérnych fluvialných sedimentoch...), ktorých zdokumentovanie bolo častokrát blokované vtedajšími bezpečnostnými opatreniami v pohraničnom pásme, ako i malou, resp. žiadnou výpovednou hodnotou informácií z prevádzkového sledovania vod. zdroja. Merania odoberaných množstiev a hladiny podzemnej vody neboli vykonávané pravidelne (boli nepresné), resp. úplne chýbali.

V 70-tych rokoch 20. storočia sa z ostrova odoberalo približne $950 - 1400 \text{ l.s}^{-1}$, priemerne 1100 l.s^{-1} (Kučera, 1977) vody v závislosti na požiadavkách spotrebiska. Pre odber vody v krízových obdobiach slúžili všetky technicky spôsobilé exploatačné objekty. Poznamenávame, že tieto odbery neboli konštantné. Menili sa nielen s požiadavkami na množstvá pitnej vody, ktorú bolo potrebné dodávať pre obyvateľstvo mesta a výrobné podniky na teritóriu Bratislavy, ale i v závislosti od vodných stavov na Dunaji. V tomto období bola lokalita Karlova Ves - ostrov Sihot' jediným vodárenským zdrojom pre Bratislavu. Preto dlhodobé odbery nad $900 - 1000 \text{ l.s}^{-1}$, ktoré boli v tom čase z hľadiska zásobovania pitnou vodou nutné, nie je možné v súčasnosti považovať tak pre vlastnú hydrogeologickú štruktúru, ako i vodárenské zariadenia za vhodné. V zásade odbery, ktoré nie sú v rovnováhe s kapacitnými možnosťami zvodneného kolektora, s možnosťami dopĺňania prírodných zásob podzemných vôd ...nesú so sebou deštruktívne, niekedy i nevratné riziká pre ďalšiu perspektívu vodárenských zdrojov.

Prírodné podmienky boli určujúce pre vybudovanie vodárenského zdroja na ostrove Sihot'. Prioritnú úlohu zohrávajú hydrogeologické pomery, ktoré sú dané charakterom hornín, hydrologickým režimom Dunaja a vzťahmi medzi hladinou v hlavnom koryte a podzemnou vodou.

Jednotlivé druhy hornín, ktoré sa na lokalite a v širšom okolí vyskytujú majú nasledujúci hydrogeologický charakter.

Paleozoikum – granitoidné horniny skalného charakteru sú pre vodu z vodárenského hľadiska prakticky nepriepustné. Puklinová voda, ktorú obsahujú, nemá z bilančného hľadiska praktický význam. Vo vzťahu ku komplexu štrkov s pieskami tvoria horniny paleozoika nepriepustné podložie hlavného komplexu kvartérnych hornín, ale v časti územia sú pokryté sarmatskými sedimentami.

Sarmat – tvorí bezprostredné podložie štrkopieskov na väčšine ostrova. Podľa súčasných poznatkov nemôže týmto súvrstvím prúdiť také množstvo podzemnej vody, ktoré by z bilančného hľadiska mohlo ovplyvniť celkové zásoby vody na Sihoti. Vzhľadom na podstatne nižšiu priepustnosť ako má kvartér, horniny sarmatu považujeme za súčasť nepriepustného podložia.

Štrkopiesčitý komplex tvorí hlavné zvodnené súvrstvie nášho územia. Je priepustný ako celok, ale vzhľadom na časté prekladanie koryta a premenlivú unášaciu rýchlosť Dunaja zisťujeme v súvrství pomerne rýchle zmeny zrnitosti a tým i priepustnosti v horizontálnom smere. Ako ukázali posledné práce, zmeny existujú aj vo vertikálnom smere. Vyplýva z toho filtračná nehomogenita celého komplexu, ktorá znamená, že studne vybudované v pomerne malej vzdialenosti od seba môžu mať rôzne výdatnosti. Zistené koeficienty filtrácie sa pohybujú u jednotlivých vrtov v rozmedzí niekoľkých rádov (od 10^{-1} po 10^{-4} m.s⁻¹) pritom v rámci jedného hĺbkového intervalu hodnoty koeficientov kolíšu od miesta k miestu. I plošne sú koeficienty filtrácie diferencované. Potom nemožno vylúčiť, že voda sa pri náhlom zvýšení hladiny v Dunaji pohybuje lokálne v napätých podmienkach, pokiaľ sa tlaky nevyrovnajú.

Na základe starších prác môžeme konštatovať, že sú evidentné rozdiely v hrúbkach komplexu štrkov s pieskami. Zatiaľ najväčšie hrúbky komplexu štrkopieskov sú známe z okolia studne S-5 Z od ČS-4. Najmenšie hrúbky boli zistené naopak V od studne S-54, kde je kóta podložia 129 mn.m. Ak to premietneme do hrúbky náplavov, ide o hrúbku od 14,5 – 15 m Z a SZ od čerpacej stanice ČS-4 po 6 – 7 m v okolí ČS-1.

V nadloží štrkopieskov je komplex jemnozrnných povodňových náplavov hrúbky 2 – 4 m, (ojedinele 0,5 m) uložený veľmi nepravidelne. Z hľadiska možnosti znečistenia predstavujú určitý ochranný prvok. Majú celoplošné pôsobenie pri záplavách, kedy do značnej miery zachytávajú nerozpustené znečistenie povodňovej vody a umožňujú jeho odbúranie oxidáciou vzdušným kyslíkom po ústupe povodňovej vlny.

Pre celkové poznanie vzťahov pri využívaní ostrova je dôležité poznať veľkosť vplyvu rieky v rôznych častiach územia. V strede ostrova je vplyv Dunaja menší. Dôležité je, že rôznosť vplyvu sa neprejavuje na gradientoch hladiny podzemnej vody, ktoré sú prakticky rovnaké pri oboch extrémnych stavoch. V nadväznosti na túto skutočnosť bude sa aj rýchlosť pohybu podzemnej vody meniť v závislosti na gradiente najmä v okrajovej časti ostrova, teda na stave hladiny v Dunaji.

Miera vplyvu obtokového ramena Dunaja na hladinu podzemnej vody je podstatne nižšia ako vplyv rieky. P. Pospíšil (1999) usudzuje, že keď prietok povrchovej vody ramenom prestáva nadobúda dôležitú úlohu podzemná voda, ktorá prúdi pod ramenom, s miestom infiltrácie mimo územia ostrova. Na základe modelovania sa predpokladá, že sedimenty pod možnou kolmatačnou vrstvou majú vyššiu priepustnosť ako ostatné sedimenty Ostrova. V čase suchého ramena sa stávajú dôležitým zdrojom vody. Bez tejto vody by celá časť ostrova pri ramene za súčasného odberu vody pravdepodobne stratila podzemnú vodu.

Z hydroizohýps konštruovaných z výsledkov režimového merania vyplýva, že počas všetkých vodných stavov sa v strede ostrova vytvára rozsiahla depresia. Jej tvar závisí hlavne od vodných stavov na Dunaji, na ich trvaní a množstve odoberanej podzemnej vody z celého územia.

Ostrov Sihoť reprezentuje relatívne malú hydrogeologickú štruktúru s intenzívnou ťažbou podzemných vôd systémom studní, situovaných v rôznych častiach ostrova. Jeho zvodnené štrkopiesčité súvrstvie možno považovať z hľadiska materiálovej a energetickej

bilancie za prietokový (otvorený) systém. Procesy prebiehajúce v tomto systéme za ustáleného stavu sú charakteristické tým, že množstvá látok do systému vstupujúcich a z neho vystupujúcich sa navzájom rovnajú a že v systéme nedochádza k akumulácii energie. Za týchto podmienok hodnota veličín vystupujúcich v materiálnej a energetickej bilancii (koncentrácie, teploty, redox potenciál, atď.) sa síce menia od miesta k miestu, no v určitom mieste majú stálu od času nezávislú hodnotu.

Mnohé procesy v prietokovom systéme po určitom trvaní neustáleného stavu sa stávajú ustálenými.

Vývoj kvality a fyzikálno-chemických veličín podzemnej vody však má kontinuálny charakter a vzťahuje sa k dobe zdržania v horninovom prostredí a stavu kvality infiltrovaných povrchových vôd.

Do každej individuálnej studne sa dostáva voda diskretnou dráhou, za určitú dobu determinovanú hydrologickým stavom toku a rozloženia odberu v celom systéme vodného zdroja.

Priestorová distribúcia rozpusteného kyslíka v podzemnej vode ostrova Sihoť má pri výslednom formovaní kvality kľúčový význam. Rozpustený kyslík ovplyvňuje celú radu procesov v podzemnej vode a jej výslednú akosť. Jedným z najdôležitejších procesov je degradácia organických látok, pri ktorých slúži ako akceptor elektrónu či sa jedná o fyzikálno-chemické, alebo mikrobiologicko – enzymatické degradačné procesy. Zdrojové vody sú jednoznačne vody Dunaja, pomerne intenzívne ovplyvňované vodami Moravy. Podzemné vody ostrova Sihoť sú kalciovo – hydrogénuhličitanového typu s prevládajúcim obsahom vápnika a horčíka v kationovej časti a hydrogénuhličitanov a síranov v aniónovej. Z porovnávania výsledkov laboratórnych stanovení vyplývajú nasledujúce vzťahy medzi hodnotenými zložkami, ktoré majú vplyv na tvorbu chemického zloženia podzemnej vody:

- pôvod najviac zastúpených zložiek mineralizácie podzemných vôd ostrova (Ca, Mg, HCO_3 , SO_4 , NO_3), ale zároveň aj najintenzívnejší mineralizačný proces je v kolektore – rozpúšťanie karbonátov (vysoké kladné saturácie Ca, Mg a záporné pH, t.j. čím nižšia hodnota pH, tým intenzívnejšie rozpúšťanie karbonátov a opačne). Nasvedčujú o tom aj vyššie obsahy Ca, Mg v podzemných vodách oproti vode Dunaja
- ióny Na a Cl majú rovnaký zdroj a pôvod – vodu Dunaja s tým, že v kolektore podzemnej vody prakticky nedochádza k ich dotácii z horninového prostredia
- vzájomný vzťah kyslíka a železa poukazuje na význam oxido-redukčných procesov, prebiehajúcich v kolektore. Tento vzťah sa však neprejavuje v prípade mangánu. Príčinou môže byť ich rozdielny obsah vo vode Dunaja (obsahy Fe sú rádovo vyššie ako Mn), čo by naznačovalo, že hlavný podiel mangánu a samozrejme časť obsahu železa pochádza z kolektora podzemnej vody.

Plošná distribúcia fyzikálno-chemických veličín a koncentrácií niektorých látok v podzemnej vode korešpondujúca hodnoty s vodou Dunaja je najmä v užších častiach ostrova, kde dochádza buď k prirodzenému rýchlemu prietoku vody horninovým prostredím, alebo nepriamo zvýšeným odčerpávaním studní, takže doba zdržania je krátka na priebeh biodegradačných procesov. Má to za následok časovo ohraničené trvanie zhoršených mikrobiologických a biologických ukazovateľov podzemnej vody, najmä príbrežných studní.

Na vývoj kvality podzemnej vody ostrova z hľadiska podmienok tvorby má najväčší vplyv zmena prúdenia podzemnej vody a lokálne vytvorené redukčné podmienky.

Fyzikálno-chemické ukazovatele akosti podzemnej vody odberných objektov prevažne zodpovedajú kritériám pre pitné účely až na menšie nasýtenie vody kyslíkom.

Charakteristické hodnoty vybraných ukazovateľov kvality vody za obdobie rokov 2007 – 2011 uvádzame v nasledujúcich tabuľkách:

Vybrané mikrobiologické a biologické ukazovatele kvality odoberanej podzemnej vody:

Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Jarný cyklus		Jesenný cyklus	
			rozpätie priemer	najčastejšia hodnota	rozpätie priemer	najčastejšia hodnota
Escherichia Coli	0 NMH	KTJ/100 ml	0 0,03	0	0-2 0,056	0
koliiformné baktérie	0 NMH	KTJ/100 ml	0-15 2,35	0	0-12 0,69	0
Enterokoky	0 NMH	KTJ/100 ml	0-1 0	0	0-2 0,083	0
KM22	200 MH	jedinice/1 ml	0-67 24,09	0-27	0-170 22,53	<10
KM36	20 MH	jedinice/1 ml	0-20 5,97	0-5 21	0-63 8,39	0-4

Poznámka: KM22- kultivovateľné mikroorganizmy pri 22° C, KM36- kultivovateľné mikroorganizmy pri 36° C

Vybrané anorganické ukazovatele kvality odoberanej podzemnej vody:

Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Jarný cyklus		Jesenný cyklus	
			rozpätie priemer	najčastejšia hodnota	rozpätie priemer	najčastejšia hodnota
Arzén	0,01 NMH	mg. l ⁻¹	<0,0012 <0,0012	<0,0012	<0,0012 <0,0012	<0,0012
dusičnany	50 MH	mg. l ⁻¹	5,07-31,9 9,84	<8,19-10,4	4,44-13,3 10,37	<5,93-11,88
dusitany	0,1 MH	mg. l ⁻¹	<0,01-0,021 <0,03	<0,011-0,03	<0,01-0,018 <0,01	<0,011
kyanidy	0,03 NMH	mg. l ⁻¹	<0,002 <0,002	<0,002	<0,002 <0,002	<0,002
kadmium	0,003 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00004- 0,00046 <0,00004	<0,00004	<0,00004- 0,00054 0,000119	<0,00004- 0,0005
Olovo	0,01 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00009- 0,00855 -	<0,00009	<0,00009- 0,00279 0,001	<0,00001- 0,00009
Ortuť	0,001 NMH	mg. l ⁻¹	<0,000014- 0,000066 -	<0,00005	<0,00005- 0,0001 <0,00005	<0,000014- 0,00005

Vybrané organické ukazovatele kvality odoberanej podzemnej vody

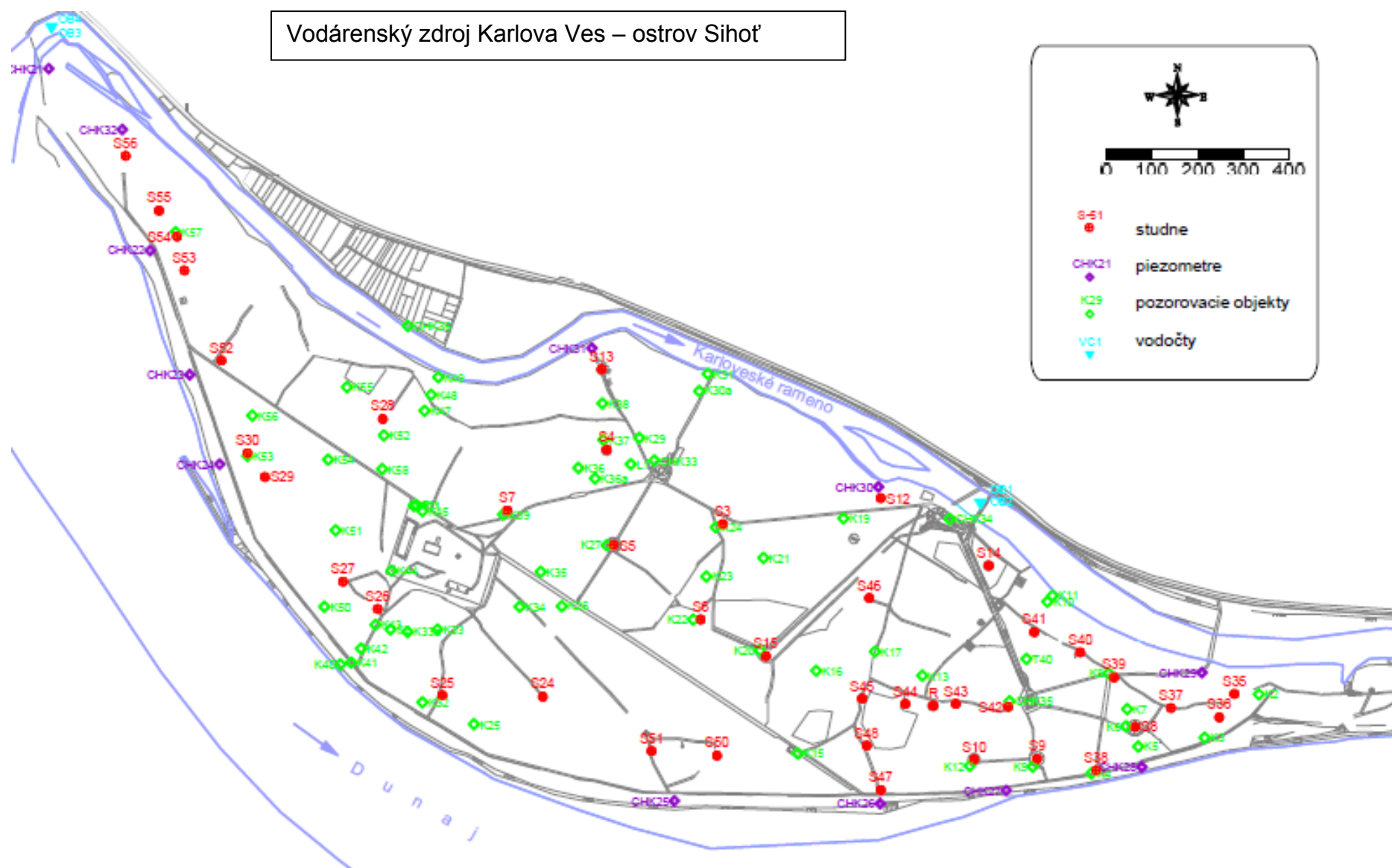
Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Jarný cyklus		Jesenný cyklus	
			rozpätie priemer	najčastejšia hodnota	rozpätie priemer	najčastejšia hodnota
TOC	5 MH	mg. l ⁻¹	1,19-4,0 1,876	1,24-1,859	1,017-2,00 1,209	1,103-1,79
1,2 dichlóretán	0,003 NMH	mg. l ⁻¹	<0,0001 <0,0001	<0,0001	<0,0001 <0,0001	<0,0001
tetrachlórmétán	0,002 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00002 <0,00002	<0,00002	<0,00002 <0,00002	<0,00002
benzén	0,001 MHRR	mg. l ⁻¹	<0,00002 <0,00002	<0,00002	<0,00002 <0,00002	<0,00002
toluén	0,05 MH	mg. l ⁻¹	<0,00002- 0,0005 <0,00002	<0,00002	<0,00002 <0,00002	<0,00002
pesticídy spolu	0,0005 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00005 <0,00005	<0,00005	<0,00005 <0,00005	<0,00005

benzo(a)pyrén	10 MHRR	ng. l ⁻¹	<1 <1	<1	<1 <1	<1
---------------	------------	---------------------	----------	----	----------	----

Vybrané ukazovatele, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť senzorickú kvalitu odoberanej podzemnej vody:

Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Jarný cyklus		Jesenný cyklus	
			rozpätie priemer	najčastejšia hodnota	rozpätie priemer	najčastejšia hodnota
CHSK _{Mn}	3 MH	mg. l ⁻¹	0,47-1,5 0,74	0,65-1,0	0,35-2,31 0,575	0,5-0,9
sírany	250 NMH	mg. l ⁻¹	35,2-51,9 42,88	37,8-45,6	28,3-55,7 37,05	34,1-50,0
chloridy	100 MH	mg. l ⁻¹	15,6-28,9 21,02	15,6-21,7	13,4-25,6 17,18	14,6-22,3
Sodík	200 MH	mg. l ⁻¹	9,42-19,18 14,81	9,45-14,4	10,5-16,8 15,35	10,5-15,8
Amónne ióny	0,5 MH	mg. l ⁻¹	<0,014-0,066 <0,014	<0,014	<0,014-0,063 <0,014	<0,014
Železo	0,2 MH	mg. l ⁻¹	0,004-0,139 0,017	0,01-0,017	<0,004-0,513 0,021	0,01-0,16
Mangán	0,05 MH	mg. l ⁻¹	<0,007-0,009 <0,007	<0,007-0,034	<0,007-0,099 -	<0,007

Vodárenský zdroj Karlova Ves – ostrov Sihot'



Vodárenský ostrov Sihoť v Karlovej Vsi predstavuje unikátnu štruktúru z hydrogeologického, ale aj z vodárenského hľadiska.

Podzemná voda podlieha v závislosti od okamžitého, ale aj predchádzajúcich stavov na Dunaji dynamickým zmenám, ktoré určujú disponibilné množstvo podzemnej vody pre odber. Pomerne malá hrúbka sedimentov nedovoľuje sezónne (dlhodobo) vykrývať potreby vody (zo statických zásob) najmä za nízkych stavov na Dunaji. Táto skutočnosť je hlavným dôvodom, ktorý určuje spôsob prístupu k charakterizovaniu zásob podzemnej vody a k možnosti odberu kvalitnej vody z náplavov ostrova.

Odber podzemnej vody z vodárenského zdroja Sihoť bol pôvodne realizovaný 46 studňami, z toho:

- a) spúšťanými studňami - 13 ks
- b) studňou s horizontálnymi zberačmi typu Raney - 1 ks
- c) širokopriemerovými vŕtanými studňami - 7 ks \varnothing zabudovania 1020 mm
- 25 ks \varnothing zabudovania 820 mm

Čerpanie studní je technicky zabezpečené prostredníctvom násoskových systémov (19 studní), resp. ponornými čerpadlami.

V súčasnosti na vodárenskom ostrove Sihoť BVS a.s. prevádzkuje 42 studní.

Čerpanie studní je technicky zabezpečené prostredníctvom násoskových systémov (14 studní) a ponornými čerpadlami na ostatných odberných objektoch.

Dopĺňanie prírodných zásob podzemnej vody sa deje hlavne od Dunaja. Dôležitá je i časť zásob podzemnej vody, ktorá infiltruje do náplavov pod výsypkou SVP – Povodie Dunaja nad ostrovom. Bez tejto podzemnej vody by bol odber z ostrova v čase vyschnutia obtokového ramena značne obmedzený. Voda infiltrovaná v úsekoch oproti studniam sa nasúva na skôr infiltrovanú podzemnú vodu pochádzajúcu z územia proti toku Dunaja. V zúženej – západnej časti ostrova dochádza potom pri odbere vody zo studní k premiešavaniu vody z celej zvodnenej vrstvy sedimentov, takže výsledná voda vyhovuje Nar. vlády SR č. 354/2006 Z.z. pre pitné účely. Takýto model zmiešavania vody má veľký význam najmä pre odber vody zo studní S-56 až 54, ktoré by pravdepodobne pri dotácii len z úseku Dunaja oproti ich umiestneniu mali vodu horšej kvality.

Podzemná voda prúdi veľmi pomaly, je rozdielna v závislosti od miesta a tiež vodného stavu na Dunaji. Podľa teplotných meraní priemerná skutočná rýchlosť prúdenia podzemnej vody do vzdialenosti cca 230 m od Dunaja je približne 7,7 m za deň.

Z rozmiestnenia studní vyplýva, že studne vybudované v okrajových častiach ostrova, najmä zo strany od Dunaja, sú veľmi ovplyvňované stavom hladiny v rieke. Aj z monitorovania kvality vody vyplýva, že za vysokých vodných stavov hladiny v Dunaji sa môže v okrajových studniach situovaných najbližšie k Dunaju objaviť najmä biologické, resp. bakteriologické znečistenie. Z tohto dôvodu treba zachovávať určitý režim využívania jednotlivých studní.

P. Pospíšil (1999) v čase riešenia kvalitatívnej ochrany vodárenského ostrova Sihoť na základe dlhodobějších poznatkov konštatuje, že z existujúceho systému studní je možné pri priemerných a vyšších vodných stavov na Dunaji (135,5 mn.m – vodočet Devín) odoberať 868 l.s^{-1} podzemnej vody (orientačne odskúšaný odber pri priemernom vodnom stave na Dunaji) pri kvalite vody vyhovujúcej platnému Nar. vlády SR č. 354/2006 Z.z.

Vyčíslieť konštantné využiteľné množstvo podzemnej vody Q_{dok} v podmienkach vodárenského ostrova Sihoť je vzhľadom:

- na absenciu komplexného vyhodnotenia lokality z minulosti
- na dynamicky sa meniace limitujúce prírodné faktory, podielajúce sa na formovaní prírodných zásob
- na vodárenské využívanie územia so svojimi prevádzkovými špecifikami,

nie je reálne pokiaľ sa chceme vyhnúť uniformite, resp. trvalému zredukovaní odberových možností lokality len na minimálne stavy.

BVS a.s. po rekonštrukcii snímacieho a prenosového systému pripravuje i na základe výsledkov doterajšieho monitoringu prehodnotenie možností odberu podzemnej vody z vod. zdroja Sihot', v závislosti od meniacich sa prírodných podmienok, výdatností studní a možností inštalovanej čerpacej techniky.

Pre ilustráciu uvádzame sumárne odbery podzemnej vody z vod. zdroja Sihot' v m³ za roky 2007 – 2011:

Rok	2007	2008	2009	2010	2011
I.	1529260	1364830	953950	942 886	1 375 120
II.	1567500	1310160	897720	932 450	1 321 160
III.	1675700	115960	980000	1 057 560	1 436 170
IV.	1559560	1131170	1086900	1 105 000	1 227 600
V.	1059030	1202920	1238670	1 015 780	1 299 160
VI.	925187	1396180	1129800	1 234 000	1 219 670
VII.	1117100	1142480	1168690	1 240 030	1 157 090
VIII.	1045170	1208160	1042240	1 159 580	1 277 760
IX.	1296470	941220	1001820	1 097 960	1 300 973
X.	1100340	1010090	974770	1 132 960	1 319 697
XI.	1109240	926380	931130	1 091 250	999 930
XII.	1178300	922170	1063370	1 261 500	1 130 430
Spolu:	15162857	12671720	12469060	13 270 956	15 064 760

Vodárenský zdroj Devín – Sedláčkov ostrov

Vodárenský zdroj Sedláčkov ostrov je dunajský ostrov, ktorý sa nachádza v ľavostrannej pobrežnej zóne Dunaja, južne od mestskej časti Bratislava – Devín, z ktorého je exploatovaná podzemná voda prostredníctvom štyroch odberných objektov – širokopriemerových studní HŠD-1 až HŠD-4 so sumárnym doporučeným odberom $Q = 90,5 \text{ l.s}^{-1}$.

Podľa hydrogeologickej rajonizácie územie Sedláčkovho ostrova zaraďujeme do rajónu: Q 051 „Kvartér západného okraja Podunajskej roviny“ (subrajón povodia Dunaja)

Najväčšia dĺžka ostrova je cca 1450 m a najväčšia šírka cca 270 m. Zo severu je záujmové územie ohraničené nepermanentne oživovaným ramenom Dunaja. Terén je rozbrázdnený množstvom úzkych mŕtvych ramien a jeho nadmorská výška sa pohybuje okolo 139 mn.m. Relatívne najväčšie výšky dosahuje terén v agračnom vale pozdĺž Dunaja a v niektorých centrálnych častiach ostrova (139 – 140 mn.m.). Najnižšie je zaklesnutý pozdĺž obtokového ramena (okolo 138 mn.m.). Dno obtokového ramena je nepravidelné a v zaklesnutých častiach sa jeho výška pohybuje medzi 133 – 134 mn.m. Druhým najvýznamnejším ramenom (137 mn.m.) je rameno prebiehajúce popri studniach S-1 (HŠD-1) a S-2 (HŠD-2) a ďalej až do okolia pozorovacej sondy CHD-10, kde sa toto rameno napája na hlavné obtokové rameno s plochou zníženinou.

Na geologickej stavbe vodárenského ostrova a jeho širšieho okolia sa podieľajú horniny paleozoika, neogénu a kvartéru. Predkvartérne horniny vystupujú na povrch iba na svahoch tvoriacich severné ohraničenie ostrova.

Z nich sa v podloží fluvialných náplavov nachádzajú iba paleozoické granitoidy. Povrch týchto horninových masívov nepravidelne poklesáva v smere toku Dunaja z úrovne 132 mn.m. na menej ako 128 mn.m. Sedláčkov ostrov je ohraničený dvoma paralelnými zlomovými pásmami SZ-JV, až SSZ-JJV smeru. Zlom prebiehajúci pozdĺž brehovej čiary

Dunaja vymedzuje v predkvartérnom podloží plytkú a nerovnomernú depresiu vyplnenú zbytkami neogénnych sedimentov (sarmat).

Kvartérny pokryv záujmového územia tvoria prevažne fluviálne náplavy Dunaja a čiastočne aj deluviálne sedimenty pokrývajúce priľahlé svahy ohraničujúce ostrov zo severu. Hrúbka fluviálneho pokryvu dosahuje na ostrove 7,2 – 14,5 m. Najmenšie hrúbky sa vyskytujú pri a v obtokovom ramene (okolo 5 m) a najväčšie v sarmatskej depresii vytvorenej pozdĺž koryta Dunaja. Najvrchnejšia časť fluviálnych akumulácií (najčastejšie do hĺbky 3 m) je tvorená prevažne jemnozrnným pieskom s premenlivým obsahom hlinitej prímesi. V príbrežnej zóne je táto fácia nahradená fáciou strednozrnných pieskov a pozdĺž obtokového ramena pieskom hlinito-ílovitým až hlinami ílovitými. Pod touto piesčito-hlinito-ílovitou vrstvou sa nachádza súvislá štrkopiesčitá poloha dosahujúca hrúbky od 4,5 do 11,5 m. Zrnitostne je štrkopiesčitá vrstva nehomogénna. Pozostáva zo štrkov piesčito-hlinitých, štrkov piesčitých, štrkov s prímiesou piesku, štrkov a piesčitých štrkov. Na prevažnej časti ostrova sa vo vertikálnom smere striedajú štrky piesčité, štrky s prímiesou piesku a štrky. Piesčitá výplň štrkopiesčitej vrstvy je tvorená prevažne stredno-hrubozrnným pieskom. Veľkosť štrkových valúnov sa najčastejšie pohybuje do 6 cm. Významnejšie zastúpenie majú aj valúny od 6 do 12 cm, valúny s veľkosťou do 20 cm sa vyskytujú iba ojedinele.

Podzemná voda v záujmovom území prúdi v kvartérnych štrkopiesčitých náplavoch, vytvárajúcich úzky pruh na ľavej strane Dunaja ohraničených zo severu predkvartérnymi horninovými komplexami. Smerom na západ táto zvodnená vrstva vykliňuje (zhruba pri vodočte Devín) a smerom na východ sa jej hrúbka mierne zväčšuje a vrstva pravdepodobne pokračuje pod obtokovým ramenom za hranicu záujmového územia (prekrytie antropogénnymi zeminami). Priepustnosť štrkopiesčitej vrstvy je najvyššia v zóne pozdĺž Dunaja a najmenšia pod obtokovým ramenom. Počas účelových režimových pozorovaní (1996 – 1997) dosahovala hrúbka zvodnenej vrstvy 3,3 – 7,2 m. Prúdenie podzemnej vody sa na celej ploche ostrova uskutočňovalo v podmienkach režimu s voľnou hladinou. Rozkvy hladiny dosahoval okolo 4 m.

Zvodnená vrstva predstavuje nehomogénne a neizotrópne filtračné prostredie, ktoré v aspekte prúdenia podzemnej vody je charakterizované ako viacvrstvé. Prevládajúcim smerom prúdenia je smer SZ – JV (rovnobežne a približne rovnobežné s tokom Dunaja). Tento prúd vody vytvorený v hornej časti záujmového územia prestupuje celým ostrovom, pričom je vo variabilnej miere deformovaný okamžitými vodnými stavmi, prevádzkovanými studňami a čiastočne aj obtokovým ramenom. V čase využívania studní podstatná časť tohto infiltračného prúdu prestupuje v dolnej časti ostrova do Dunaja a menšia časť prúdu sa podieľa na podzemnom odtoku do priľahlého územia. Častým javom v prúdení podzemných vôd je aj postupná diferenciacia hlavného infiltračného prúdu na niekoľko dielčích prúdov orientovaných k rieke, využívaným studniam a k obtokovému ramenu. V priebehu zvýšených stavov v koryte Dunaja stráca hlavný prúd podzemnej vody svoju funkciu a dominantným sa stáva infiltračný prúd z priľahlej časti brehovej čiary prestupujúci celým ostrovom do oblasti obtokového ramena. Vypočítané hodnoty koeficientu filtrácie sa pohybovali od 1,9 do 3,8 · 10⁻³ m.s⁻¹.

Podzemné vody Sedláckovho ostrova predstavujú polygénne fluviogénne vody, ktorých tvorba chemického zloženia závisí hlavne na: stave hladiny a dynamike chemického zloženia povrchového toku Dunaja a miery vplyvu povrchového toku Moravy na Dunaj, vplyvu sekundárnych zdrojov kontaminácie z obce Devín a podielu prestupujúcich podzemných vôd studenského súvrstvia. Najväčšiu variabilitu vykazujú nasledovné zložky: vodivosť, HCO₃, Ca, SO₄, NO₃ a Cl. Priestorová distribúcia chemického zloženia vykazuje určitú symetriu, kde v zóne pri obtokovom ramene sa vyskytujú antropogénne ovplyvnené vody s vyznievaním vplyvu v smere toku obtokového ramena. Možno povedať, že v oblasti zóny pri Dunaji sa nachádzajú kvalitnejšie podzemné vody. Z hľadiska prírodných podmienok a hrúbky

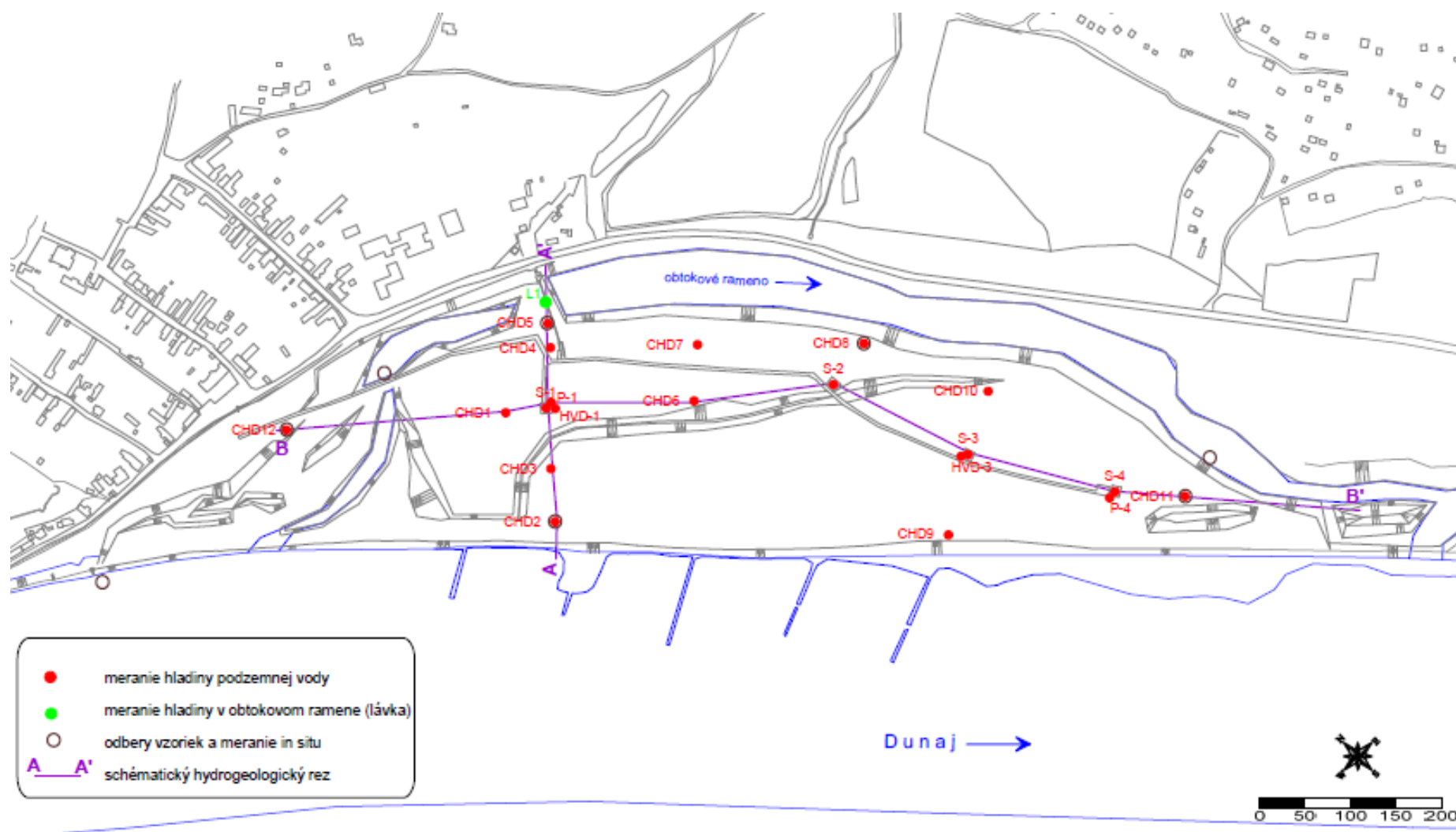
zvodneného kolektoru možno najvhodnejšiu oblasť z hľadiska kvality podzemných vôd očakávať v oblasti vrtu CHD-9. Prejavy ovplyvnenia kvality podzemnej vody sú najmarkantnejšie v obsahoch draslíka, dusičnanov, chloridov a doprevádzajúcim občasným zvýšeným počtom kolimorfnych baktérií v mierach tolerance

Spoločnou charakteristikou prakticky všetkých zložiek sú prevládajúce vyššie hodnoty ich koncentrácií v zóne pri obtokovom ramene. Zónu pri Dunaji možno charakterizovať ako pomerne homogénnu, v maximálnej miere závislú od infiltrujúcich dunajských vôd. Zóna pri obtokovom ramene má odlišný charakter, typický vyššími hodnotami vodivosti (celkovej mineralizácie) a prakticky jej všetkými sledovanými zložkami. Uvedené skutočnosti naznačujú, že na podzemné vody kvartérnych sedimentov majú vplyv okrem povrchového toku Dunaja aj iné zdroje. Je predpoklad, že najväčší vplyv majú obec Devín a zárez nad cestou ako plošný a líniový zdroj kontaminácie. Za hlavný zdroj zhoršených kvalitatívnych parametrov podzemných vôd v tejto oblasti je tu považovaná dlhodobá absencia kanalizačného systému (I. Hauskrecht – I. Polčan, 1993 in P. Pospíšil – K. Kučera, 1994).

Najväčšiu variabilitu vykazujú : vodivosť, HCO_3 , Ca, SO_4 , NO_3 a Cl. Predpokladáme, že uvedená variabilita nie je spôsobená iba režimom chemického zloženia vôd povrchového toku Dunaja, ale aj ďalšími faktormi, hlavne antropogénneho charakteru.

Môžeme predpokladať, že v hlavnej miere za zdrojové možno označiť vody povrchového toku Dunaja, ovplyvneného vodami Moravy (zvýšené obsahy Na, K, Cl, NO_3). Tieto vody svojim chemickým zložením a jeho režimom predstavujú hlavný typ podzemných vôd ostrova. SZ a S časti ostrova sú pomerne silno ovplyvnené vodami z náprotivných svahov hlavne v miestach s polohami studenského súvrstvia s karbonátogénnymi (vyšší obsah hlavne Ca a HCO_3 v uvedených častiach zóny pri obtokovom ramene) a ďalšom vodami kvartérnych sedimentov, antropogénne ovplyvnenými časťou obce Devín. Rieka Dunaj tvorí pre využívanú zvodnenú vrstvu na Sedláčkovom ostrove priepustnú hraničnú podmienku: za zvýšených a vysokých vodných stavov vrstvu napája a za nízkych dreňuje. Vzhľadom na veľmi úzku hydraulickú súvislosť medzi hladinou podzemnej vody a hladinou v povrchovom toku je rieka hlavným režimovým činiteľom, ovplyvňujúcim nielen využiteľné zásoby, ale aj ich kvalitu. V dobe napájania zvodnenej vrstvy sú prejavy doplnkových režimových činiteľov limitované a plošne redukované na severný okraj záujmového územia. V takýchto podmienkach je kvalita podzemnej vody na Sedláčkovom ostrove závislá iba na kvalite vody Dunaja a samočistiacich pochodoch prebiehajúcich na rozhraní prostredí (rieka – ostrov) a v samotnej zvodnenej vrstve. Chemické zloženie vody Dunaja je v hodnotenej oblasti priamo ovplyvnené zložením povrchovej vody Moravy, a tak zhoršenie kvality povrchových vôd uvedených tokov je najdôležitejším potenciálnym zdrojom ohrozenia kvality podzemných vôd na posudzovanom vodárenskom ostrove.

Vodárenský zdroj Devín – Sedláčkov ostrov



Na záujmovej lokalite sa potvrdzuje teória vyčlenenia 3 zón rozdielneho vplyvu režimových činiteľov na kvalitu podzemnej vody vodárenského ostrova, ktorá bola definovaná v pilotnom monitoringu (Vrana, et al 2003).

1. zóna - časť vodárenského ostrova, kde kvalita podzemných vôd je preukázateľne ovplyvnená vodami z oblasti intravilánu obce Devín a komunikácie vedúcej smerom do Bratislavy
2. zóna - zóna, kde dochádza k zmiešavaniu podzemných vôd ovplyvnených infiltráciou z Dunaja a vyššie spomenutých antropogénne ovplyvnených vôd
3. zóna - časť vodárenského ostrova, v ktorej na základe doterajších poznatkov je podzemná voda priamo ovplyvnená iba infiltráciou z Dunaja, t.j. najkvalitnejších pitných vôd (kvôli výborným filtračným parametrom sedimentov).

Z výsledkov analýz a meraní vykonaných v rámci pilotného monitoringu bolo preukázané, že rameno Dunaja vykazuje takmer rovnaké chemické zloženie ako Dunaj, pokiaľ je prietokné. Ak voda do neho neprúdi (za nižších vodných stavov Dunaja), je kvalita vody ovplyvňovaná prestupmi vôd.. Záleží pritom na množstve pritekajúcej vody z Dunaja.

Kvalita vody v prevádzkovaných studniach je monitorovaná dvakrát ročne prevádzkovateľom vodného zdroja – BVS, a.s. Studne sú využívané podľa potreby, nie sú v prevádzke všetky naraz. Výsledky analýz ukazujú, že vody v sledovaných studniach sú takmer rovnakého zloženia v jednotlivých odberových cykloch. Svojím zložením zodpovedajú zaradeniu do 3. zóny vplyvu, teda priamo sú ovplyvnené Dunajom. Koncentrácie sledovaných zložiek môžu byť niekedy aj podstatne odlišné medzi jednotlivými studňami. V studniach S-1 a S-2 dochádza sporadicky k zvyšovaniu koncentrácií zložiek indikujúcich vplyvy znečistenia. Podzemné vody v studniach S-3 a S-4 svojim zložením zodpovedajú zaradeniu do 3. zóny vplyvu, teda priamo sú ovplyvnené Dunajom.

V nasledujúcom orientačnom prehľade uvádzame základné kvalitatívne parametre akosti podzemnej vody odoberanej zo studní vod. zdroja Sedláčkov ostrov v období rokov 2007 – 2011:

Vybrané mikrobiologické a biologické ukazovatele kvality odoberanej podzemnej vody:

Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Jarný cyklus rozpätie	Jesenný cyklus rozpätie
Escherichia Coli	0 NMH	KTJ/ 100 ml	0	0
koliformné baktérie	0 NMH	KTJ/ 100 ml	0	0
Enterokoky	0 NMH	KTJ/ 100 ml	0	0
KM22	200 MH	jedinice/ 1 ml	34-195	2-184
KM36	20 MH	jedinice/ 1 ml	0-287	0-55

Poznámka: KM22- kultivovateľné mikroorganizmy pri 22° C, KM36- kultivovateľné mikroorganizmy pri 36° C

Vybrané anorganické ukazovatele kvality odoberanej podzemnej vody:

Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Jarný cyklus	Jesenný cyklus
			rozpätie	rozpätie
Arzén	0,01 NMH	mg. l ⁻¹	<0,0012-0,00283	0,0012-0,00223
dusičnany	50 MH	mg. l ⁻¹	8,92-49,1	<5-24,4
dusitany	0,1 MH	mg. l ⁻¹	<0,01-0,03	<0,01
kyanidy	0,05 NMH	mg. l ⁻¹	<0,02-0,025	<0,02
kadmium	0,005 NMH	mg. l ⁻¹	<0,0004-0,0067	0,0001-0,0062
Olovo	0,01 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00009-0,001	<0,00009-0,001
Ortuť	0,001 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00005	<0,00005-0,0003

Vybrané organické ukazovatele kvality odoberanej podzemnej vody:

Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Jarný cyklus	Jesenný cyklus
			rozpätie	rozpätie
TOC	5 MH	mg. l ⁻¹	1,33-3,268	1,48—1,74
1,2 dichlóretán	0,003 NMH	mg. l ⁻¹	<0,0001-0,0002	<0,0001-0,0002
tetrachlórmétán	0,002 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00002-0,0002	<0,00002-0,00025
benzén	0,001 MHRR	mg. l ⁻¹	<0,00002-0,0002	<0,00002-0,00025
toluén	0,05 MH	mg. l ⁻¹	<0,00002-0,0005	<0,00002-0,01
pesticídy spolu	0,0005 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00005	<0,00005
benzo(a)pyrén	10 MHRR	ng. l ⁻¹	<1-5	<1-5

Vybrané ukazovatele, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť senzorickú kvalitu odoberanej podzemnej vody:

Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Jarný cyklus	Jesenný cyklus
			rozpätie	rozpätie
CHSK _{Mn}	3 MH	mg. l ⁻¹	0,64-1,5	0,58-2,03
sírany	250 NMH	mg. l ⁻¹	45,9-139	53,3-73,4
chloridy	100 MH	mg. l ⁻¹	22,2-54,2	19,9-32,4
Sodík	200 MH	mg. l ⁻¹	15,3-26,7	15,2-21,9
Amónne ióny	0,5 MH	mg. l ⁻¹	<0,014-0,016	<0,014-0,020
Železo	0,2 MH	mg. l ⁻¹	0,007-0,62	0,004-0,29
Mangán	0,05 MH	mg. l ⁻¹	<0,007-0,094	<0,007-0,1

Podzemné vody Sedláckovho ostrova sú zväčša základného výrazného kalcium (kalcium-magnézium) – hydrogénuhličitanového typu až základného nevýrazného kalcium (kalcium-magnézium) – hydrogénuhličitanového typu. Exploatovaná podzemná voda zo studní HŠD-1 až 4 po väčšinu roka vyhovuje kritériám Nar. vlády SR č. 354/2006 Z.z., okrem sporadického výskytu koliformných baktérií a ojedinele mierne prekročených koncentrácií iónov železa a mangánu.

Anomálie kvalitatívnych parametrov podzemnej vody súvisia s dynamickými zmenami v kolektore, limitovanými extrémnymi vodnými stavmi na Dunaji a s antropogénnou činnosťou na území, ktoré je v hydraulickom dosahu vodárenského zdroja.

Podľa výsledkov posledného hydrogeologického a hydrochemického hodnotenia Sedláckovho ostrova a alternatívnych modelových riešení prúdenia podzemnej vody (P. Pospíšil a kol., 1997) je pôvodne odporúčaný sumárny odber $Q_{\text{sum}} = 90,0 \text{ l.s}^{-1}$ reálny. Za minimálnych vodných stavov Dunaja je potrebné exploataciu zredukovať a z odberného systému maximálne odoberať $Q_{\text{sum}} = 50,0 \text{ l.s}^{-1}$ podzemnej vody.

Exploatačné objekty vybudované v rámci akcie:

„Vyhodnotenie definitívnych širokopriemerových vŕtaných studní HŠD-1 až HŠD-4 na Sedláckovom ostrove v Devíne“ (Vodné Zdroje Bratislava, E. Jendraššák, VI.1971), sú zabudované pažnicami $\varnothing 820 \text{ mm}$ nasledovne:

- HŠD-1, hĺbka= 9,60 m, perforácia 7,10 – 9,60 m,
- HŠD-2, hĺbka= 10,20 m, perforácia 7,20 – 10,20 m,
- HŠD-3, hĺbka= 9,80 m, perforácia 7,30 – 9,80 m,
- HŠD-4, hĺbka= 10,20 m, perforácia 7,20 – 10,20 m

Studne vodárenského zdroja Devín – Sedláckov ostrov majú nasledujúce odberové parametre:

HŠD-1	$Q_{\text{dop.}} = 10,00 \text{ l.s}^{-1}$
HŠD-2	$Q_{\text{dop.}} = 25,00 \text{ l.s}^{-1}$
HŠD-3	$Q_{\text{dop.}} = 25,00 \text{ l.s}^{-1}$
HŠD-4	$Q_{\text{dop.}} = 30,00 \text{ l.s}^{-1}$

Novovybudovaný vodárenský zdroj bol uvedený do prevádzky v roku 1972. Komplexne bol tento odberný systém dobudovaný až v roku 1985.

Zásoby podzemných vôd neboli doteraz na vodárenskom ostrove komplexne stanovené. Kvantitatívno-kvalitatívne možnosti odberu boli zhodnotené iba v záverečnej správe z hdg. prieskumu realizovaného v roku 1966-67 (E. Hýroššová).

V štátnej vodohospodárskej bilancii SR za rok 1995 (SHMÚ Bratislava, 1997) sú pre lokalitu Sedláčkov ostrov ako súčasť hydrogeologického rajónu Q 051 „Kvartér západného okraja Podunajskej roviny“ (subrajón povodia Dunaja) uvádzané využiteľné zásoby podzemných vôd v množstve 100 l.s⁻¹. Kvalita vody je hodnotená ako vyhovujúca Nar. vlády SR č. 354/2006 Z.z.

Odber podzemnej vody z vodárenského ostrova nie je doteraz realizovaný kontinuálne. Vodárenský zdroj sa neprevádzkuje ako celok (líniový rad studní), ale podľa požiadaviek spotrebiska jednotlivo alebo v rôznej kombinácii dvoch (až troch) studní, pričom ich priemerná denná prevádzková doba sa najčastejšie pohybuje medzi 10 – 19 hodín v sumárnych priemerných mesačných odberoch 12,95 – 19,5 l.s⁻¹. V nasledujúcom prehľade uvádzame mesačné odbery z vod. zdroja Devín – Sedláčkov ostrov v m³ za obdobie r. 2007 – 2011:

Rok	2007	2008	2009	2 010	2 011
I.	39790	51940	43430	52 250	60 800
II.	39310	51210	45870	44 790	51 710
III.	43960	55710	44010	49 250	59 100
IV.	51460	51550	47250	52 010	66 430
V.	58140	65910	49520	57 910	70 410
VI.	53750	73950	49000	58 660	68 830
VII.	71780	53630	72350	68 580	76 020
VIII.	57280	58480	60150	46 230	54 550
IX.	45980	46560	50370	46 140	72 280
X.	45980	45500	48900	43 820	65 520
XI.	45980	49440	49690	46 170	55 000
XII.	56180	39900	49890	43 440	55 370
Spolu:	609590	643780	610430	609 250	756 020

Výsledky monitorovania preukázali, že pôvodne odporúčaný **sumárny odber podzemnej vody 90,5 l.s⁻¹ je reálny za každého vodného stavu Dunaja.**

Ad B) Vodárenské zdroje na pravej strane Dunaja

Vodárenský zdroj Petržalka – Pečniansky les

Vodárenský zdroj Pečniansky les bol budovaný v 60-tych až 70-tych rokoch v čase zvyšujúcich sa nárokov na pitnú vodu v hlavnom meste SR a zároveň skolabovania II. bratislavského vodného zdroja v Podunajských Biskupiciach. Záujmová lokalita je súčasťou pravostrannej aluviálnej nivy Dunaja, v ktorej je vytvorená súvislá plytká nádrž podzemnej vody.

Podľa „Regionálneho geomorfologického členenia“ je záujmové územie súčasťou najzápadnejšieho výbežku Podunajskej roviny. Rovina je od Malých Karpát oddelená tokom Dunaja pretekajúcim Devínskou bránou. Hodnotenú územie predstavuje fluvialnu rovinu rozbrázdenu sieťou mŕtvych ramien, z ktorých väčšina je i dnes morfológicky zreteľná. V západnej časti územia sa povrch roviny pohybuje prevažne na úrovni 137 – 138 mn.m. Systém ramien má prevládajúci smer SZ – JV. Ich dná sa väčšinou pohybujú na úrovni cca 135 mn.m. Vo východnej časti územia sa terén fluvialnej roviny pohybuje na úrovni 136 –

137 mn.m. Mŕtve ramená tu majú najčastejšie smer JZ – SV. Morfológicky najvýznamnejšie je Pečnianske rameno. Pôvodný terén Pečnianskeho lesa bol v poslednom období zmenený antropogénnymi zásahmi. Týka sa to hlavne jeho centrálnej časti, brehovej čiary V od mostu Lafranconi a úzkeho pruhu pozdĺž radu definitívnych studní.

Územie hydrograficky patrí do hlavného povodia Dunaja, ktorým je dotované a odvodňované. Dunaj tečie vo svojich vlastných náplavoch a v priebehu ostatných 40-tich rokov menil svoj režim v závislosti od budovania vodohospodárskych objektov. Po napustení Vodného diela Gabčíkovo (VDG) sa znížila rýchlosť toku a zvýšili sa predovšetkým nízke hladiny Dunaja a to prakticky o 2 m. Za normálnej prevádzky VDG by hladina v Dunaji na vodočte pri Propeleri nemala klesnúť pod kótu 131,0 mn.m.

Na základe regionálneho geologického členenia Západných Karpát je záujmové územie súčasťou týchto jednotiek: vnútorné panvy a kotliny, podunajská panva a gabčíkovská panva. Na geologickej stavbe územia sa podieľajú tieto celky: kvartérne sedimenty (fluviálne a antropogénne), neogénne sedimenty a paleozoické horniny.

Pečniansky les je súčasťou hydrogeologického rajónu Q 051 „Kvartér západného okraja Podunajskej roviny“. Nachádza sa v jeho JZ časti a je samostatným odberným územím, v ktorom boli stanovené prognózne využiteľné zásoby podzemných vôd v množstve 200 l.s^{-1} (J. Šuba a kol., 1984).

Fluviálne kvartérne sedimenty predstavujú pestrú škálu sedimentov povrchových tokov. Ide o povodňové hliny a kaly, piesčité, štrkopiesčité a štrkové náplavy. Povodňové hliny a kaly netvoria súvislý povrchový pokryv a ich mocnosti varujú od 0 – 4 m.

Piesčité sedimenty sa nachádzajú prevažne pod povodňovými sedimentami, s ktorými tvoria jeden faciálny celok a ich mocnosť sa pohybuje od 0 – 3 m. V komplexe kvartérnych fluvialných sedimentov majú dominantné postavenie štrkopiesčité a štrkové sedimenty. Tieto predstavujú súvislú dunajskú naplaveninu, ktorej mocnosť v záujmovom území kolíše, ako dôsledok tektoniky, neogénnej sedimentácie a geomorfologických procesov od 10 – 12, max. 14 m. Charakteristickým rysom celej polohy je veľká variabilita obsahu piesčitej frakcie. Valúnový materiál o veľkosti 3 – 5 cm nadobúda na báze, nad neogénnym podloží veľkosť 30 – 120 cm.

Antropogénne sedimenty sú reprezentované rumoviskovým materiálom a komunálnym odpadom, pričom dosahujú mocnosť cca do 4 m.

V podloží kvartérnych fluvialných štrkov leží komplex neogénnych sedimentov, ktorý vykazuje výraznú členitosť jeho stropu. Súdržné zeminy neogénu sú zastúpené plastickými ílmi a piesčitými ílmi, ktoré sú v hlbších polohách obyčajne pevné až tvrdé. Dominantné zastúpenie v plytších polohách majú piesčité sedimenty, tvoriace súvislú vrstvu mocnú niekoľko desiatok metrov. Táto piesčitá poloha tvorí zvodnené prostredie, priamo prepojené s vodou vo fluvialných štrkoch v nadloží.

V podloží neogénnych sedimentov sa nachádzajú horniny paleozoika, predstavujúce kryštalické jadro Malých Karpát. Ide o granity a granodiority, ktoré sú značne zvetrané, rozlámané do krýh, výzdvihov a poklesov a preto sa nachádzajú v rôznych hĺbkach.

Zvodnená vrstva je v hodnotenom území tvorená fluvialnými štrkopiesčitými náplavami údolnej terasy (würm). Leží na paleozoických a neogénnych horninách troch štruktúrnych jednotiek. V najzápadnejšej časti sa v jej podloží nachádzajú prevažne ílovito piesčité sedimenty sarmatu štruktúry Devínskej brány. Súvrstvie je ako celok málo priepustné až nepriepustné. Relatívne zvodnenejšie sú len polohy a vrstvy kremitých pieskov s medzizrnovou priepustnosťou. V západnej časti územia ležia fluviálne náplavy na paleozoických komplexoch kryhy Pečnianskeho lesa. Granitoidné horniny tejto kryhy majú malú, nepravidelnú puklinovitú priepustnosť a sú považované za veľmi málo priepustné, až nepriepustné. Vo východnej časti hodnoteného územia vystupujú v podloží zvodnenej vrstvy sedimenty panónu petržalsko-bratislavskej kryhy. Sú prevažne v ílovo-piesčitom vývoji a ich

zvodnenie je malé. Podzemná voda sa akumuluje len vo vrstvách a polohách jemnozrnných pieskov s medzizrnovou priepustnosťou. Na základe litologického zloženia a všeobecných poznatkov môžeme ich považovať za dolné nepriepustné ohraničenie zvodnenej vrstvy. Nadložie zvodnenej vrstvy tvoria prevažne hlinito-piesčité a piesčité povodňové sedimenty holocénu. Dosahujú hĺbkou od menej ako 1 m (pozdĺž Dunaja a Pečnianskeho ramena) do viac ako 5 m (popri Viedenskej ceste). Vzhľadom na ich zrnitosť zloženie a hrúbku považujeme ich za vrchné polopriepustné ohraničenie zvodnenej vrstvy, ktorého priepustnosť sa uplatňuje hlavne pri zaplavení ramien a meandrov.

Štrko-piesčité náplavy údolnej terasy sedimentovali v hydrodynamicky nestálych podmienkach Dunaja, ovplyvňovaných hlavne klimatickými zmenami. Tieto sedimenty zaradované do korytovej fácie a fácie príbrežných plytčín majú cyklický charakter prejavujúci sa v častých vertikálnych a horizontálnych zmenách zrnitosti. Uvedené zmeny sa odrážajú aj v premenlivosti hodnôt koeficienta filtrácie k_f .

Na základe hodnôt jednotkovej špecifickej výdatnosti vrtov a studní boli v území vymedzené dve oblasti.

Vysoký stupeň transmisivity (jednotková špecifická výdatnosť $q = 1 - 10 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$) majú fluvialné náplavy na prevažnej väčšine plochy kryhy Pečnianskeho lesa a v priľahlom stupni petržalsko-bratislavskej kryhy. Zvyšnej menšej časti posudzovaného územia bol priradený veľmi vysoký stupeň transmisivity ($q = 10 \text{ l.s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$). V horizontálnom smere je posudzovaná zvodnená vrstva ohraničená tokom Dunaja. Rieka tvorí priepustnú okrajovú podmienku $H = \text{const.}$ Za vysokých vodných stavov Dunaj zvodnenú vrstvu napája a za nízkych ju dreňuje. K nepermanentnej infiltrácii vôd dochádza aj z ostatných ramien, meandrov a terénnych znížení, ktoré sú zaplavované pri stavoch Dunaja nad 600 cm (Propeler). Druhým rozhodujúcim režimovým činiteľom je podzemný prítok z rakúskeho územia. Dopĺňujúcimi režimovými činiteľmi sú nepermanentné priesaky z mŕtvych ramien, meandrov a znížení, ktoré sú za vyšších vodných stavov Dunaja zaplavované hlavne v Z časti a medzi Dunajom a ochrannou hrádzou vo V časti územia.

V súčasnosti je režim podzemných vôd na území Pečnianskeho lesa výrazne ovplyvňovaný viacerými antropogénnymi zásahmi do zvodnenej vrstvy. Rozhodujúcimi faktormi sú využívanie radu definitívnych studní a zmeny v režime Dunaja. Tieto zmeny (pravdepodobne aj ďalšie faktory) sa v režime podzemných vôd prejavili celkovým poklesom hladiny, zmenšením jej rozkvyvu a zmenami v prúde podzemných vôd.

Z hydraulických parametrov boli v predchádzajúcich etapách prieskumu vypočítané hodnoty koeficienta filtrácie, ktoré kolíšu v rozpätí troch rádov, od 10^{-2} do 10^{-4} m.s^{-1} . Veľké rozdiely v ich hodnotách sú prejavom častých vertikálnych a horizontálnych zmien zrnitosti zvodnenej vrstvy vytváranej v hydrodynamicky nestálych podmienkach vodného režimu Dunaja. Najvyšších hodnôt dosahuje koeficient filtrácie v oblasti studní D-1 až D-5A a pri studniach D-12 a D-20, najnižších pri studniach D-27, D-28, D-18. Z hľadiska plošných zmien môžeme v Pečnianskom lese rozlíšiť niekoľko oblastí s rozdielnymi priemernými hodnotami koeficientu filtrácie:

- oblasť SZ časti územia s najvyššími hodnotami ($9,6 - 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$), ktoré sa znižujú vo V smere ($9,6 - 5,1 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$) i v J smere (pozdĺž štátnej hranice $9,6 - 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$)
- oblasť pozdĺž Dunaja vo V časti územia s hodnotami $k_f 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$
- oblasť medzi Pečnianskym ramenom a studňovým radom s $k_f 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$
- širšia oblasť Pečnianskeho ramena s priemernou hodnotou koeficienta $k_f 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$
- oblasť pozdĺž viedenskej cesty s k_f okolo $1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$

Hladina podzemnej vody kolíše podľa stavu hladín v Dunaji, v závislosti na vzdialenosti od rieky s určitou časovou retardáciou podľa lokálnych hydrogeologických podmienok, ale

tiež podľa spôsobu čerpania jednotlivých studní. Prítok infiltrovanej vody do konkrétnych merných alebo exploatačných objektov je časovo diferencovaný podľa už spomenutých podmienok. Tieto podmienky, ale aj celá rada ďalších faktorov determinuje výslednú kvalitu podzemnej vody. Z uvedeného vyplýva, že podzemná voda v rôznych miestach územia má rôznu kvalitu. Fyzikálno-chemický režim infiltrovanej dunajskej vody spolu s klimatologickými a hydrologickými podmienkami, mikrobiologickou aktivitou, poľnohospodárskym cyklickým systémom a systémom odberu podzemnej vody vytvára komplex faktorov ovplyvňujúcich akosť podzemnej vody. Tieto faktory pôsobia komplexne a vytvárajú synergicky pôsobiaci mechanizmus formovania kvalitatívnych vlastností podzemnej vody.

Vodárenský zdroj Pečniansky les je zameraný na využívanie zásob podzemných vôd vytvorených brehovou infiltráciou povrchových vôd Dunaja. Zaberá územie lužného lesa o rozlohe 2,5 x 1,5 km v pravostrannej údolnej nive Dunaja od štátnych hraníc s Rakúskom smerom na JV.

Tvorí ho rad širokopriemerových vŕtaných studní rovnobežných s tokom Dunaja (D-5 až D-34) a tri širokopriemerové studne D-1, D-2 a D-3 situované približne rovnobežne s priebehom hraničnej čiary s Rakúskom. Studňa D-22 bola zlikvidovaná pri stavbe hrádze Wolfsthal a nahradená studňou D-5A. Zdokumentovanie vodárenského zdroja a budovanie odberného a indikačného systému prebiehalo v dvoch základných etapách: v roku 1970 a v rokoch 1973 – 1976.

Vzdialenosť studňového radu od Dunaja je 150 – 200 m, vzájomná vzdialenosť studní sa pohybuje od 50 do 150 m s výnimkou studní D-20 a D-21. Medzi týmito studňami je vzdialenosť 300 m a voľným priestorom vedie trasa diaľničnej komunikácie D₂. Studne D-1, D-2 a D-3 sú od štátnych hraníc vzdialené 125 – 200 m a ich vzájomná vzdialenosť je 125 – 150 m.

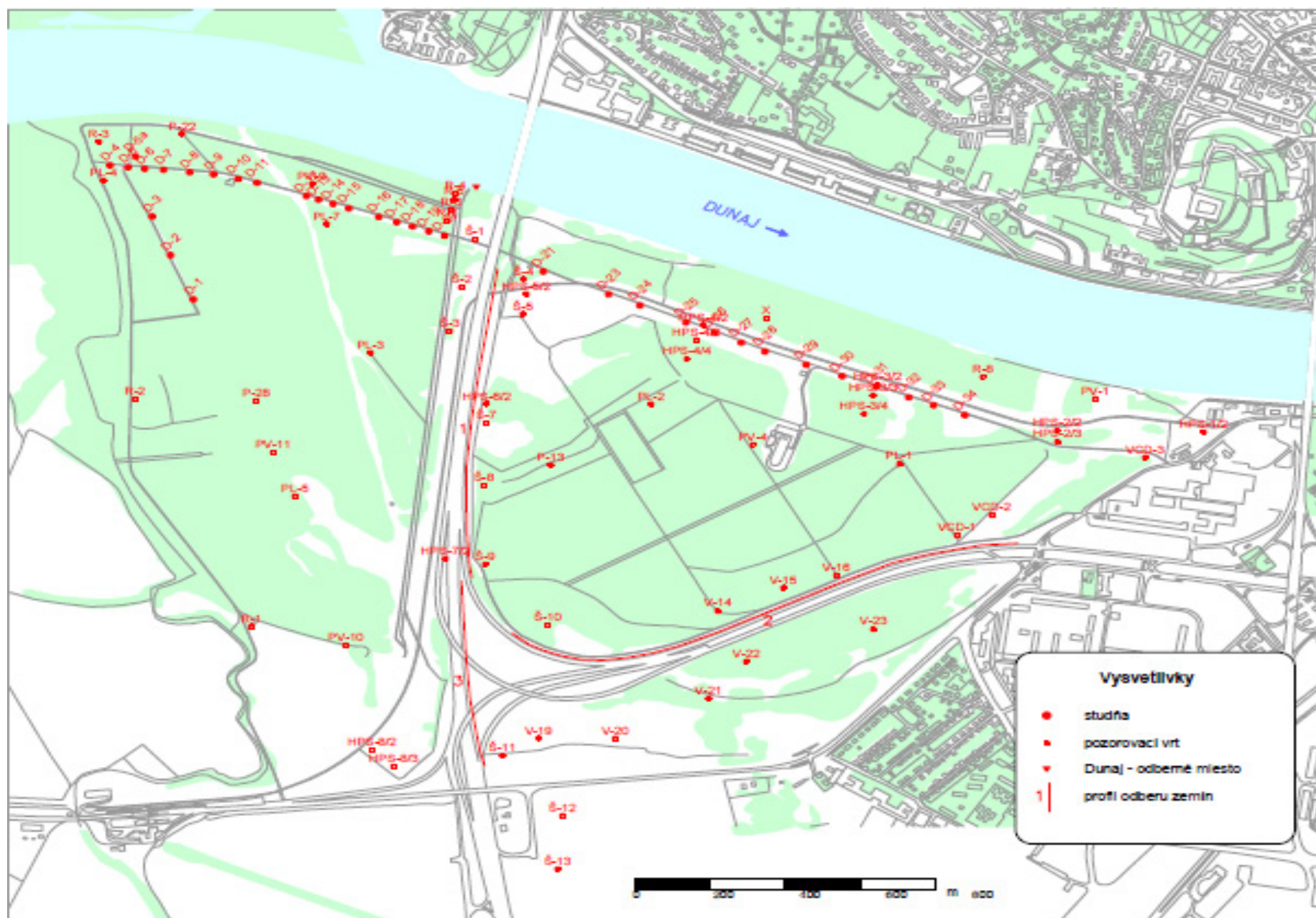
Hĺbka studní sa pohybuje v rozmedzí 10,0 – 16,0 m. Výstroj tvoria oceľové zárubnice $\varnothing 1020$ mm s prechodom na $\varnothing 426$ mm a $\varnothing 325$ mm.

Chemické zloženie podzemnej vody na lokalite je výsledkom procesov prebiehajúcich v systéme atmosféra–voda–hornina a ovplyvňuje ho viacero faktorov. Od nich v konečnom dôsledku závisí výsledný charakter podzemnej vody. Jedná sa predovšetkým o kvalitu zdrojovej vody, mineralogicko–petrologické zloženie horninového prostredia, podmienky, čas a intenzitu interakcie vody s horninami, charakter vegetačného a pôdneho pokryvu, hydrologické a klimatické faktory, miešanie rôznych typov podzemných vôd, ako aj sekundárne vplyvy, t.j. čerpanie vody, antropogénne znečistenie a pod.

Keďže kolektor podzemnej vody VZ Pečenský les tvoria kvartérne štrkopieskové fluvialne náplavy Dunaja a podzemná voda má priamu hydraulickú spojitosť s týmto povrchovým tokom, kvalita podzemnej vody v celom záujmovom území je jednoznačne podmienená predovšetkým kvalitou zdrojovej dunajskej vody. Ide teda o fluviogénnu podzemnú vodu. Z genetického hľadiska je podzemná voda zaradená medzi petrogénne (vadózne) vody a podľa tvorby chemizmu medzi vody silikátogénne.

V zmysle Palmer-Gazdovej klasifikácie sa v prevažnej väčšine jedná o vodu základného výrazného vápenatohydrogénuhličitanového typu. Alkalické kovy (Na, K) a kovy alkalických zemín (Ca, Mg, Sr, Ba) sa v podzemných vodách vyskytujú v podobe jednoduchých kationov. Hmotnostný pomer Ca/Mg, resp. Na/K sa v podzemnej vode VZ Pečenský les v priemere pohybuje na úrovni 3/1, resp. 10/1. Obsahy sodíka, vápnika a horčíka sú v súlade s Nariadením vlády SR č. 354/2006 Z.z. Z kationov treba spomenúť železo a mangán, ktoré sa v dôsledku aeróbného oxidačného prostredia vyskytujú prevažne ako ióny Fe^{3+} a Mn^{2+} . Medzné hodnoty týchto ukazovateľov boli prekročené len v pozorovacích vrtoch. Vo všeobecnosti možno konštatovať, že oblasťami s najvyšším obsahom Fe sú centrálna až juho-juhozápadná časť VZ. Obsahy mangánu sú v porovnaní s obsahmi železa zvyčajne rádovo

nižšie. Vyššie obsahy mangánu možno pozorovať vo východnej a južnej časti záujmového územia. Prítomnosť amónnych iónov je podobne ako v prípade železa a mangánu ovplyvnená množstvom kyslíka rozpusteného vo vode. Keďže sa jedná o oxidačné prostredie, v podzemnej vode prevláda oxidovaná forma dusíka – dusičnany. Obsah amónnych iónov neprekračuje medznú hodnotu ani v studniach, ani v pozorovacích vrtoch. Obsah NH_4^{4+} je však v studniach nižší, najčastejšie na úrovni detekčného limitu. Z aniónov silných kyselín boli vo vode analyzované chloridy, dusitany, dusičnany a sírany. Chloridy a sírany sa v podzemnej vode vyskytovali rádovo v desiatkach až stovkách mg.l^{-1} , dusičnany v jednotkách až desiatkach mg.l^{-1} a dusitany v desatinách až stotínach mg.l^{-1} . Prítomnosť resp. absencia SO_4^{2-} , NO_2^{-} a NO_3^{-} je značne ovplyvnená aeróbnym prostredím. Anióny slabých kyselín reprezentujú hydrogénuhličitaný a fosforečnaný. Kým hydrogénuhličitaný boli vo vode prítomné rádovo v stovkách mg.l^{-1} , koncentrácie fosforečnanov sa zvyčajne pohybovali pod úrovňou detekčného limitu ($< 0,1 \text{ mg.l}^{-1}$).



Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že kvalita podzemnej vody sa mení v čase i priestore a do značnej miery je ovplyvnená kvalitou dunajskej vody. Z porovnania režimových cyklov vyplýva, že koncentrácie jednotlivých iónov počas roka v niektorých prípadoch značne varujú, avšak bez jednoznačného prejavu poklesu či nárastu. Závislosť koncentrácie od času má vo väčšine ukazovateľov sínusoidný priebeh. Z priestorového hľadiska kvalita podzemnej vody v okrajovej časti VZ pozdĺž Dunaja vykazuje veľmi tesný vzťah s infiltrujúcou dunajskou vodou. Naopak, kvalita podzemnej vody v južnej a juhovýchodnej časti je zasa podmienená kvalitou vody pritekajúcej z oblasti Kapitúlskeho poľa a Petržalky. Isté diferencie sme zaznamenali aj v kvalite podzemnej vody čerpanej zo studňového radu. Studňový rad môžeme rozčleniť na 3 oblasti (D-1, D-4 až D-23 a D-24 až D-34) s rôznou kvalitou čerpanej vody. Najlepšiu kvalitu vykazuje podzemná voda čerpaná zo studní D-4 až D-23 v západnej časti. Vzhľadom na to, že kovy môžu vo vyšších koncentráciách pôsobiť škodlivo na ľudský organizmus, boli v rámci anorganických ukazovateľov analyzované aj:

- stopové toxické kovy (kadmium, olovo),
- zmyslovo postihnuteľné kovy (meď, zinok),
- špeciálne kovy (chróm, nikel, striebro, vanád). Vo väčšine vzoriek sa obsahy kovov pohybovali na úrovni detekčného limitu stanovenia.

Z výsledkov sledovania hydrochemického režimu podzemných vôd vyplývajú nasledujúce závery:

- kvalita podzemnej vody z jednotlivých studní je diferencovaná a závisí od hydrogeologických daností zberného územia, hydrologických pomerov Dunaja, klimatologických podmienok a odberných množstiev
- na kvalitu podzemnej vody vplýva okrem hlavnej priepustnej okrajovej podmienky (Dunaj) aj druhá priepustná okrajová podmienka (Pečnianske rameno)
- mechanizmus formovania kvalitatívnych vlastností podzemnej vody na vodnom zdroji Pečniansky les má synergický charakter a podieľa sa na ňom celá rada faktorov
- pri analýze fyzikálno-chemických parametrov a koncentrácií látok pozdĺž studňového radu je možno postrehnúť značné rozdiely (napr. jednotlivé úseky studňového radu sa vyznačujú rozdielmi mineralizácie až o 320 mg.l⁻¹)
- to isté platí aj o komponentoch transportovaných viac menej konvektívnym prenosom (SO₄, Cl, NO₃), čo potvrdzuje prúdenie aj od Pečnianskeho ramena, ktoré umožňuje transport vyššie mineralizovaných vôd z rakúskeho územia (poľnohospodárske znečistenie)
- redox podmienky sa v studňovom rade udržiavajú na rozhraní mierne oxidačných a inertných, najmä vďaka tomu, že hodnoty pH vody Dunaja sa pohybujú v intervale 8,0 – 8,2.
- v letnom období je väčšia časť podzemných vôd územia pod veľkým deficitom rozpusteného O₂. V zimnom období dochádza k zlepšeniu tohto stavu, ktorý pretrváva až do jari
- vo väzbe na teplotný a kyslíkový režim sa menia aj hodnoty reprezentujúce podmienky pre priebeh oxidačno-redukčných procesov (E_o, rH). V letnom období prebiehajú na väčšom území denitrifikačné procesy
- distribúcia ďalších redox senzitívnych komponentov, t.j. Mn, Fe preukazuje, že redox procesy pokračujú lokálne podľa sekvencie a prejavuje sa zvýšením rozpustnosti ich minerálov

- Infiltrácia organického uhlíka (TOC) z Dunaja a zakotveného organického detritu v sedimentoch zberného územia je hlavnou mierou zodpovedná za redukčné procesy, ktoré prebiehajú v podzemných vodách

Zachytávaná podzemná voda studňového systému na lokalite Pečniansky les vyhovuje z hľadiska kritérií Nar. vlády SR č. 354/2006 Z.z. pre pitné účely.

V nasledujúcom orientačnom prehľade uvádzame základné kvalitatívne parametre akosti podzemnej vody odoberanej zo studní vod. zdroja Pečniansky les v období rokov 2007 – 2011:

Vybrané anorganické ukazovatele kvality odoberanej podzemnej vody:

Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Rozpätie
dusičnany	50 MH	mg. l ⁻¹	0,0-17,7
dusitany	0,1 MH	mg. l ⁻¹	<0,03-0,086
kadmium	0,005 NMH	mg. l ⁻¹	<0,0004-0,0016
Olovo	0,01 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00009- 0,00274
Ortuť	0,001 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00005

Vybrané organické ukazovatele kvality odoberanej podzemnej vody:

Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Rozpätie
TOC	5 MH	mg. l ⁻¹	0,98-23,0
1,2 dichlóretán	0,003 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00001- 0,00002
tetrachlórmétán	0,002 NMH	mg. l ⁻¹	<0,0002- 0,00002
benzén	0,001 MHRR	mg. l ⁻¹	<0,00002- 0,00023
pesticídy spolu	0,0005 NMH	mg. l ⁻¹	<0,00005
benzo(a)pyrén	10 MHRR	ng. l ⁻¹	<1-1,07

Vybrané ukazovatele, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť senzorickú kvalitu odoberanej podzemnej vody:

Ukazovateľ	Limit	Jednotka	Rozpätie
CHSK _{Mn}	3 MH	mg. l ⁻¹	0,37-5,23
sírany	250 NMH	mg. l ⁻¹	21,7-105
chloridy	100 MH	mg. l ⁻¹	11,9-37,3
Sodík	200 MH	mg. l ⁻¹	7,81-22,4
Amónne ióny	0,5 MH	mg. l ⁻¹	<0,014-0,095
Železo	0,2 MH	mg. l ⁻¹	<0,006-0,348
Mangán	0,05 MH	mg. l ⁻¹	<0,007-0,047

Vodárenský zdroj Pečniansky les sa začal využívať pre vodárenské účely postupne od decembra roku 1972 .

Pôvodne doporučené odberné množstvo podzemnej vody 488,0 l.s⁻¹ (pre vodný stav na vodočte Propeler 100 cm) až 903 l.s⁻¹ (pre vodný stav na vodočte Propeler 350 cm) bolo využiteľné množstvo vody Q_{dok} z lokality Pečniansky les upravené na základe výsledkov režimového sledovania takto:

- pri vodnom stave Dunaja (vodomerná stanica Propeler) nižšom ako 200 - 300 cm
Q_{sum.} = 306 l.s⁻¹
- pri vodnom stave Dunaja (vodomerná stanica Propeler) vyššom ako 300 cm
Q_{sum.} = 435 l.s⁻¹
- pre extrémne nízke stavy na povrchovom toku zaviesť operatívne úpravy odoberaných množstiev podzemnej vody na základe usmernenia PSVV.

Horná hranica kapacity exploatačného systému je 600 l.s⁻¹ pri vod. stavoch na Dunaji – VDC Bratislava – Propeler nad 400cm.

V súčasnosti prebieha prehodnotenie množstiev podzemných vôd z odberného systému na základe viacročného režimového pozorovania a aktualizovaného výpočtu, ktoré by mali priniesť zrealizovanie možností využitia vod. zdroja Pečniansky les.

V nasledujúcom prehľade uvádzame odbery z vod. zdroja Petržalka – Pečniansky les v m³ za obdobie rokov 2007 – 2011:

Rok	2007	2008	2009	2 010	2 011
I.	816116	1150209	1115415	1 179 744	923 133
II.	717630	1097718	939236	1 029 056	820 358
III.	853804	1200840	1193431	1 185 483	869 870
IV.	899810	988015	1227258	1 087 283	875 866
V.	408297	980004	1231228	1 217 154	894 310
VI.	480265	942864	489849	443 495	866 306
VII.	892833	1077349	1069366	535 513	393 233
VIII.	1024850	1069327	425417	1 072 750	0
IX.	789313	1064115	549159	845 547	0
X.	1195721	1014238	996163	949 640	0
XI.	1166411	1055016	1058393	918 004	98 172
XII.	1239207	1074073	951772	897 638	477 896
Spolu:	10484257	12713768	11246687	11 361 307	6 219 144

Vodárenský zdroj Rusovce – Ostrovné lúčky

Vodárenský zdroj Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad' bol vybudovaný postupne v priebehu rokov 1976 – 1990, po zdokumentovaní územia vo vyhl'adávacom (základnom) hydrogeologickom prieskume.

Zájumové územie vodárenského zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad' sa nachádza na pravej strane Dunaja. V zmysle regionálneho geomorfologického členenia Slovenska (E. Mazúr, M. Lukniš, 1980) patrí študovaná oblasť do Podunajskej nížiny, celku Podunajská rovina.

Hlavným činiteľom určujúcim tvárnosť reliéfu, je rieka Dunaj a tektonická stavba územia. Výplň panvy je rozčlenená systémom pozdĺžnych a priečných zlomov s nerovnakou intenzitou poklesávania. V kvartéri boli nerovnosti povrchu neogénu vyplnené silnou akumulácnou činnosťou Dunaja, čo sa prejavuje lokálne premenlivou hrúbkou kvartérnych sedimentov.

Zájumové územie má rovinatý charakter s nadmorskou výškou od 126,90 do 133,80 mn.m., v užšom okolí lokality Mokrad' sa priemerné nadmorské výšky terénu pohybujú v intervale 128,30 až 130,0 mn.m.

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú horniny paleozoika, neogénu a kvartéru.

Horniny paleozoika patria k výbežkom kryštalinika Malých Karpát a tvoria predneogénne podložie pravej strany Dunaja. Zastúpené sú granitoidmi bratislavského masívu a metamorfovanými horninami. Metamorfované a magmatické horniny boli overené pri Rusovciach (HGB-1) v hĺbke 1440 – 1493 m.

Neogén je reprezentovaný diskordantne uloženými sedimentami, ktoré sú na báze zastúpené vulkanickým materiálom badenu (andezity a ich vulkanoklastiká). Vyššie vrstvy badenu tvoria vápence a piesky s morskou faunou. Sarmat má prevažne piesčité vývoj. Panón a pont je charakteristický prevahou piesčitých ílov, nepravidelne sa striedajúcich s polohami pieskov a pieskovcov. Najvyššie dácke vrstvy sú zastúpené pestrofarebnými ílmi, menej polohami štrkov a pieskov.

Fluviálne kvartérne sedimenty reprezentujú štrky, piesčité štrky a piesky. Pokryté sú nivnými naplaveninami v zastúpení prachovitých a piesčitých hĺn, zahĺnených pieskov s hrúbkou 1,0 – 5,0 m.

V štrkopiesčitom súvrství dominujú piesčité štrky a štrky s prímiesou prevažne strednozrnného piesku. Podradne sú tu polohy ílov.

Polohy pieskov majú stredno-hrubozrnný charakter. Celková hrúbka štrkopiesčitého súvrstvia v oblasti lokality Mokrad' dosahuje 60 – 80 m.

Z hľadiska tektonického je širšie záujmové územie rozčlenené systémom zlomov SV – JZ a SZ – JV smeru na rôzne poklesnuté kryhy, z ktorých najvýraznejšie sú Rusovská a Čunovská kryha. Pozdĺž zlomov došlo v oblasti Rusovce – Čunovo k intenzívnemu poklesu neogénneho podložia, v dôsledku čoho sa v JV smere zväčšuje hrúbka kvartérnych sedimentov.

V zmysle hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (J. Šuba a kol., 1984) patrí záujmové územie rajónu 052 „Kvartér JZ časti Podunajskej roviny“, ktorého štruktúra pokračuje aj do Maďarskej republiky.

Zvodnenie hornín kryštalinika Malých Karpát je z hľadiska ich malej priaznivosti a hĺbke uloženia pre vodárenské účely prakticky bezvýznamné.

Podzemné vody neogénu sú akumulované v piesčitých, resp. štrkopiesčitých kolektoroch, ktoré sú uzatvorené v ílovitom komplexe a vytvárajú artézské obzory. Z hľadiska vodárenského nemajú však väčší význam.

Štrkopiesčité náplavy Dunaja vytvárajú rozsiahlu nádrž podzemných vôd prevažne s voľnou hladinou a z hydrogeologického i vodohospodárskeho hľadiska predstavujú najvýznamnejšiu zásobáreň podzemnej vody v rámci SR. Vyznačujú sa značnou nehomogenitou v dôsledku častého striedania sa polôh štrku, štrčíkov, pieskov vo vertikálnom i horizontálnom smere. Celkovo ich možno charakterizovať vysokou priepustnosťou, keď hodnoty koeficienta filtrácie dosahujú rádovo 10^{-3} m.s^{-1} . Maximálne výdatnosti jednotlivých vrtov v oblasti lokality dosahovali 86,0 – 220,0 l.s^{-1} pri znížení hladiny vody o $s = 1,70 - 4,49$ m. Záujmové územie sa nachádza v užšej príriečnej zóne Dunaja. Z režimového sledovania vodárenského zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad' v období 1989 – 1990, t.j. pred uvedením VDG do prevádzky vyplynulo, že v období nízkych stavov na Dunaji pri súčasnom využívaní vodárenského zdroja bolo územie riekou drénované a odber vody zo zdroja (priemerne 800 – 1000 l.s^{-1}) prekračoval dynamické zásoby. Generálny smer prúdenia podzemných vôd v širšom okolí lokality je v smere toku Dunaja.

I. Radčenko vo svojom riešení uvažoval s celkovým odberom podzemných vôd 2760 l.s^{-1} z vodárenského zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky- Mokrad' reprezentovaného 23 studňami.

Realizácii hydrogeologického prieskumu na lokalite Rusovce predchádzalo vypracovanie štúdie „Hydrogeologické možnosti získania vodných zdrojov pre Bratislavu“ (A. Porubský, 1967).

V roku 1973 sa na lokalite Rusovce realizoval hydrogeologický prieskum, v rámci ktorého boli vybudované 4 hdg. prieskumné vrty. Výsledky prieskumu poukázali na veľmi priaznivé hydrogeologické pomery záujmového územia.

V roku 1980 bol záverečnou správou ukončený hdg. prieskum v rámci ktorého bolo vybudovaných 11 širokopriemerových studní, sieť pozorovacích objektov... Pre vodárenské využívanie sa odporučilo 10 studní s odberným množstvom po 120 l.s^{-1} , t.j. spolu 1200 l.s^{-1} .

V roku 1981 pokračoval hdg prieskum smerom na lokalitu Mokrad'. V predmetnom území bolo vybudovaných 9 širokopriemerových studní, sieť plytkých pozorovacích vrtov i piezometrických vrtov... Z novovybudovaných vrtov bolo odporúčané trvale odoberať $Q = 1020 \text{ l.s}^{-1}$ (A. Pechočiaková, 1985). V záveroch prieskumu sa navrhlo v lokalite Mokrad' rozšíriť kapacitu vodárenského zdroja o 3 širokopriemerové studne s predpokladaným odberným množstvom po 120 l.s^{-1} , celkom 360 l.s^{-1} .

S prevádzkovým využívaním vodárenského zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky- Mokrad' sa začalo v roku 1981. Prevádzkovým sledovaním vývoja akosti zachytávanej podzemnej

vody sa zistilo, že nevyhovuje požiadavkám STN, z dôvodu zvýšeného obsahu Mn a nízkeho nasýtenia O₂.

Potreba vody vyhovujúcej kvality pre Bratislavu viedla v roku 1988 k rozhodnutiu upravovať vodu odstraňovaním mangánu systémom VYREDOX – úprava priamo v horninovom prostredí a to na 12-tich studniach v lokalite Ostrovné lúčky.

V rokoch 1988 – 1989 vybudovali Vodné Zdroje Bratislava systém nalievacích vrtov okolo studní ST-10 až ST-13 v počte 32 (8 vrtov pri každej studni) a 4 pozorovacie vrty.

Hydrogeologické prieskumné práce na vod. zdroji Ostrovné lúčky pokračovali i v roku 1990. Ich cieľom bolo doplniť monitorovaciu sieť, vybudovať širokopriemerové studne navrhované v záverečnej správe z roku 1985 a objekty pre úpravu vody v horninovom prostredí.

V nasledujúcej etape boli nalievacie a pozorovacie sondy dobudované aj v časti Mokrad' pri studniach ST-19 až 23 (M. Némethyová, 1992)

Od roku 1999 je systém odstraňovania železa a mangánu z podzemnej vody inovovaný. Okysličenie podzemnej vody sa dosahuje namiesto nalievania okysličenej vody vtláčaním vzduchu kompresorom do nalievacích vrtov.

Záverysyntetickej správy z r. 1992 – 1997 (P. Pospíšil, 1998) ukázali, že vplyv vzdutia hladiny vody v koryte Dunaja hrádzou komplexu Čunovo, jednoznačne ovplyvňuje záporným vzdutím hladinu na vodočte Bratislava (Propelér).

Režim v zdrži (vodočet Rusovce) je charakteristický malými výkyvmi okolo úrovne 130,8 mn.m. v rozsahu približne okolo 130,5 – 131,0 mn.m. (ojedinele až 131,1 mn.m.).

Priesakový kanál v skutočnosti reprezentuje odtok podzemných vôd zo skúmaného územia. Pokiaľ nie je do kanála prepúšťaná voda z Dunaja cez uzol pod stavidlom v km 4,6 a nemanipuluje sa so stavidlami, režim hladiny v kanáli závisí len od režimu podzemnej vody v území, v ktorom je kanál vyhlbený.

Výsledkami režimového pozorovania bolo potvrdené, že dominujúcim faktorom pre režim aj v oblasti vodárenského zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky je Dunaj so svojim prírodným režimom ako sa prejavuje na vodomernej stanici v Bratislave (Propeler) s tým, že v jarňých mesiacoch sa často uplatňuje vplyv zimných minimálnych stavov. V podmienkach ochranného pásma I. stupňa vod. zdroja je dôležitým režimovým činiteľom Dunaj z úseku pod vodočtom Bratislava a nie vyrovnaný režim zdrže.

Určenie rozsahu vplyvu prirodzeného režimu a oddeliť ho v koryte rieky od vplyvu záporného vzdutia zdrže je v súčasnosti problematické.

Drenážny kanál, má svojou polohou voči korytu rieky dôležitý vplyv pre prúdenie podzemnej vody v území medzi ním a Dunajom. Svojou drenážnou činnosťou mení smer prúdenia podzemnej vody, ktorá infiltruje z rieky na prakticky kolmý smer ku rieke. Významnú úlohu tu zohráva aj odčerpávanie podzemnej vody zo studní zdroja. Vytváraním miernej depresie usmerňuje prúdnice do smeru skoro kolmého ku rieke. V menšej miere sa takýto vplyv prejavuje za minimálnych stavov. V tomto prípade sa medzi JV časťou Rusoveckého ramena a drenážnym kanálom prejavuje znovu radikálny smer prúdenia voči korytu rieky.

V bezprostrednom okolí koryta rieky, resp. v časti tohto územia zotrúva radiálne prúdenie.

Pre vodárenský zdroj vybudovaný v blízkosti povrchového toku (v.z. ROL) je vzájomný vzťah povrchovej a podzemnej vody podstatným faktorom, ktorý rozhoduje o množstve a kvalite odoberanej vody.

Doteraz bol všeobecne zastávaný názor o bezprostrednom vplyve Dunaja ako rozhodujúceho činiteľa pre množstvo a kvalitu podzemnej vody. Predpokladá sa, že pre vod. zdroj ROL – M je rozhodujúcim úsekom zdrž komplexu Čunovo, v dĺžke priliehajúcej k línii

studní. Tento úsek má rozhodujúcim spôsobom ovplyvňovať množstvo a kvalitu odoberanej vody.

Zo strany zdrže je skôr predpokladané (P. Pospíšil, 2000) ovplyvňovanie plytkých polôh zvodneného súvrstvia a znižovanie prenikania čerstvo infiltrovanej vody smerom do hĺbky v danom mieste koryta rieky a jej priľahlého úseku náplavov. Na tlakových pomeroch sa prejavuje režim rieky v tej časti koryta, kde kolísanie hladiny vplyvom prietokov nie je natoľko modifikovaný prevádzkou vodného diela, ako je to pri vodočte Rusovce.

Kolmatačné javy v oblasti zdrže a vod. zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky sú hodnotené už od roku 1993 na základe rozdielu z údajov nameraných na vodočte Rusovce a hladiny podzemnej vody v objekte D6, neskôr (od X.1994) aj D7. Rozdiel je považovaný za hydraulickú stratu, ktorá je spôsobená odporom prostredia voči infiltrácii na kontakte – povrchová voda v zdrži – geologické prostredie. Infiltrujúca voda musí tento odpor prekonať, vzniká hydraulická strata, ktorá spôsobuje rozdiel medzi hladinou vody v zdrži a hladinou podzemnej vody v úzkej pririečnej zóne (objekt D6 resp. D7).

Dunaj je považovaný za vstup do systému a s ním priesakový kanál, ktorý za rôznych stavov Dunaja nadobúda významnú drenážnu, resp. infiltračnú úlohu v celom systéme. Preto kvalitatívne parametre povrchových vôd recipientov zohrávajú primárnu dôležitosť pri formovaní výslednej kvality exploatovanej podzemnej vody.

Tvorba chemického zloženia vôd Dunaja je podmienená ako primárnym charakterom typu rieky (prevažne snowmelt) a prítokmi v jeho povodí, tak aj antropogénnymi faktormi bodového aj plošného charakteru a typickými kvalitatívnymi a kvantitatívnymi sezónnymi zmenami. Dôležitá z hľadiska vzťahu ku VZ ROL-M je tá skutočnosť, že uvedenie VDG do prevádzky prakticky nemá vplyv na chemické zloženie vôd Dunaja (zdrž je prietokná s približnou dobou zdržania cca 24 hod.) až na možnosti potenciálnych zmien v tzv. bruchách zdrže. Na základe výskumu stabilných izotopov, po sútoku Moravy a Dunaja ešte ani v oblasti zdrže nemusí dochádzať ku homogenizácii vôd týchto dvoch tokov s odlišným charakterom chemického zloženia vôd a ich režimom.

Z pohľadu vod. zdroja ROL-M vzhľadom k prevažujúcim redukčným podmienkam v kolektore podzemnej vody zohráva významnú úlohu obsah železa a mangánu vo vode Dunaja. Mangán má nízku priemernú koncentráciu (cca $0,04 \text{ mg.l}^{-1}$) a aj jeho režim sa pohybuje v rozmedzí $0,01 - 0,096 \text{ mg.l}^{-1}$, z rieky nedochádza teda k mimoriadnej dotácii podzemnej vody týmto prvkom a zdroj mangánu je skoro výlučne v horninovom prostredí sedimentov.

Iná situácia je so železom, jeho priemerná koncentrácia vo vode Dunaja je $0,486 \text{ mg.l}^{-1}$ a prakticky prekračuje normovanú koncentráciu pre pitnú vodu, pričom však je potrebné poznamenať, že minimálna hodnota je ďaleko pod limitom. Určite ďalším a pravdepodobne väčším zdrojom železa je horninové prostredie sedimentov a prevládajúce redukčné podmienky v kolektore.

Z výsledkov monitorovacích prác uvádzame v nasledujúcom prehľade akostné parametre podzemnej vody z exploatačných objektov vod. zdrojov ROL, Rusovce, Čunovo a z hydrochemických sond za roky 2007 – 2011, ktoré sa vyhodnocujú spoločne:

**Mikrobiologické a biologické ukazovatele 2007 - 2011 -
ROL**

Ukazovateľ	Legislatívny limit	Min.	Max.
EC	0	0	0
KB	0	0	0
EK	0	0	0
KM22	200	0	300
KM36	20	0	70
ZO	0	0	0
MO	30	0	0
BB	10	0	0
AB	10	1	40
ZMB	10	0	10
VB	0	0	0
MM	0	0	0

**Mikrobiologické a biologické ukazovatele r. 2007 - 2011 –
Rusovce – studňa HVR-1**

Ukazovateľ	Legislatívny limit	Min.	Max.
EC	0	0	0
KB	0	0	0
EK	0	0	0
KM22	200	0	20
KM36	20	0	3
ZO	0	0	0
MO	30	0	0
BB	10	0	0
AB	10	0	10
ZMB	10	0	1
VB	0	0	0
MM	0	0	0

Mikrobiologické a biologické ukazovatele r. 2007 - 2011
- Čunovo

Objekt	Legislatívny limit	Min.	Max.
EC	0	0	0
KB	0	0	0
EK	0	0	0
KM22	200	0	20
KM36	20	0	0
ZO	0	0	30
MO	30	0	10
BB	10	0	10
AB	10	0	10
ZMB	10	0	0
VB	0	0	0
MM	0	0	2

*EC – Escherichia coli [KTJ/100 ml]

KB – Koliformné baktérie [KTJ/100 ml]

EK – Enterokoky [KTJ/100 ml]

KM22 – Kultivovateľné mikroorganizmy pri 22 °C [KTJ/1 ml]

KM36 – Kultivovateľné mikroorganizmy pri 36 °C [KTJ/1 ml]

ŽO – Živé organizmy [jedince/ ml]

MO – Mŕtve organizmy [jedince/ ml]

BB – Bezfarebné bičikovce [jedince/ ml]

AB – Abiosestón [pokryvnosť poľa v %]

ŽMB – Železité a mangánové baktérie [pokryvnosť poľa v %]

VB – Vlákňité baktérie (okrem železitých a mangánových baktérií) [jedince/ ml]

MM – Mikromycéty stanovené mikroskopicky [jedince/ ml]

Štatistické hodnotenie anorganických ukazovateľov za r. 2007 – 2011 na v.z. ROL, Rusovce, Čunovo:

Parameter	Jednotka	Min.	Max.	Limit NV 496/2010
Sb	□g.l ⁻¹	0,69	1,92	5
As	□g.l ⁻¹	1,36	1,36	10
B	mg.l ⁻¹	0,033	0,036	0,3
BrO ₃	mg.l ⁻¹			0,01
NO ₂	mg.l ⁻¹	0,012	0,049	0,5
NO ₃	mg.l ⁻¹	1,19	16	50
F	mg.l ⁻¹	0,1	0,13	1,5
CN	mg.l ⁻¹	–	–	0,03
Se	□g.l ⁻¹	0,59	2,61	0,01
Ag	□g.l ⁻¹	0,051	1,18	50
Cr	□g.l ⁻¹	1,05	18	50
Cd	□g.l ⁻¹	0,04	1,76	3
Cu	□g.l ⁻¹	0,54	36,1	1000
Ni	□g.l	0,18	42	20
Pb	□g.l ⁻¹	0,09	8,72	10
Hg	□g.l ⁻¹	0,05	0,16	1

Štatistické hodnotenie organických ukazovateľov za r. 2007 – 2011 na v.z. ROL, Rusovce, Čunovo:

Parameter	Jednotka	Min.	Max.	Limit podľa 496/2010
Benzén	mg.l ⁻¹	0,1	0,38	1
Dichlórbenzén	ng.l ⁻¹	-	-	300
1,2-dichloreten	mg.l ⁻¹	0,2	0,2	3
Monochlórbenzén	mg.l ⁻¹	-	-	10
TOC	mg.l ⁻¹	0,82	10	–
Pesticídy	mg.l ⁻¹	-	-	0,5
Benzo(a)pyrén	ng.l ⁻¹	-	-	100
Fluorantén	ng.l ⁻¹	-	-	100
Benzo(b)fluorantén	ng.l ⁻¹	-	-	100
Benzo(k)fluorantén	ng.l ⁻¹	-	-	100
Benzo(g,h,i)perylén	ng.l ⁻¹	-	-	100
Indeno(1,2,3-c,d)pyrén	ng.l ⁻¹	-	-	100
Styrén	mg.l ⁻¹	0,2	0,2	20
Tetrachlóreten	mg.l ⁻¹	0,69	0,71	10
Tetrachlórmétán	mg.l ⁻¹	-	-	2
Toluén	mg.l ⁻¹	0,1	0,5	50
Trichlóretén	mg.l ⁻¹			10
Xylén	mg.l ⁻¹	0,1	0,2	100

Hodnoty železa za roky 2007 – 2011 na studniach: 0,006 – 0,27 mg.l⁻¹

Hodnoty mangánu na studniach za roky 2007 – 2011: <0,007 – 0,047 mg.l⁻¹

Významné parametre akosti v studniach v rokoch 2007 – 2011:

	Na	K	Ca	Mg	Cl	SO ₄	NO ₃	HCO ₃	Min
Min.	9,28	1,513	13,61	7,05	13,2	23,6	0	178	315,98
Max.	16,78	67,2	83,4	25,5	31,7	232	193	387,67	470,41

Akostné parametre podzemnej vody sa menia v závislosti od hydrologických, klimatických a antropogénnych činiteľov, ktoré ju ovplyvňujú po celej trase od miesta infiltrácie až po miesto odberu. Prioritné postavenie tu má iníciaľna voda povrchového toku.

Z hľadiska čistoty je oživenie Dunaja pod Bratislavou saprobiologicky homogénne a to prevažne beta-mezosaprobneho charakteru. Maximálne oživenie je pozorované v lete, potom na jar a v jeseni. Minimálne oživenie je v zime a počas zvýšených stavov. To isté platí aj pre bakteriologické zloženie.

Z vyššie uvedeného vyplýva, že infiltrácia povrchovej vody do kolektora, tvoreného kvartérnymi sedimentami prebieha v rámci roka za odlišných podmienok.

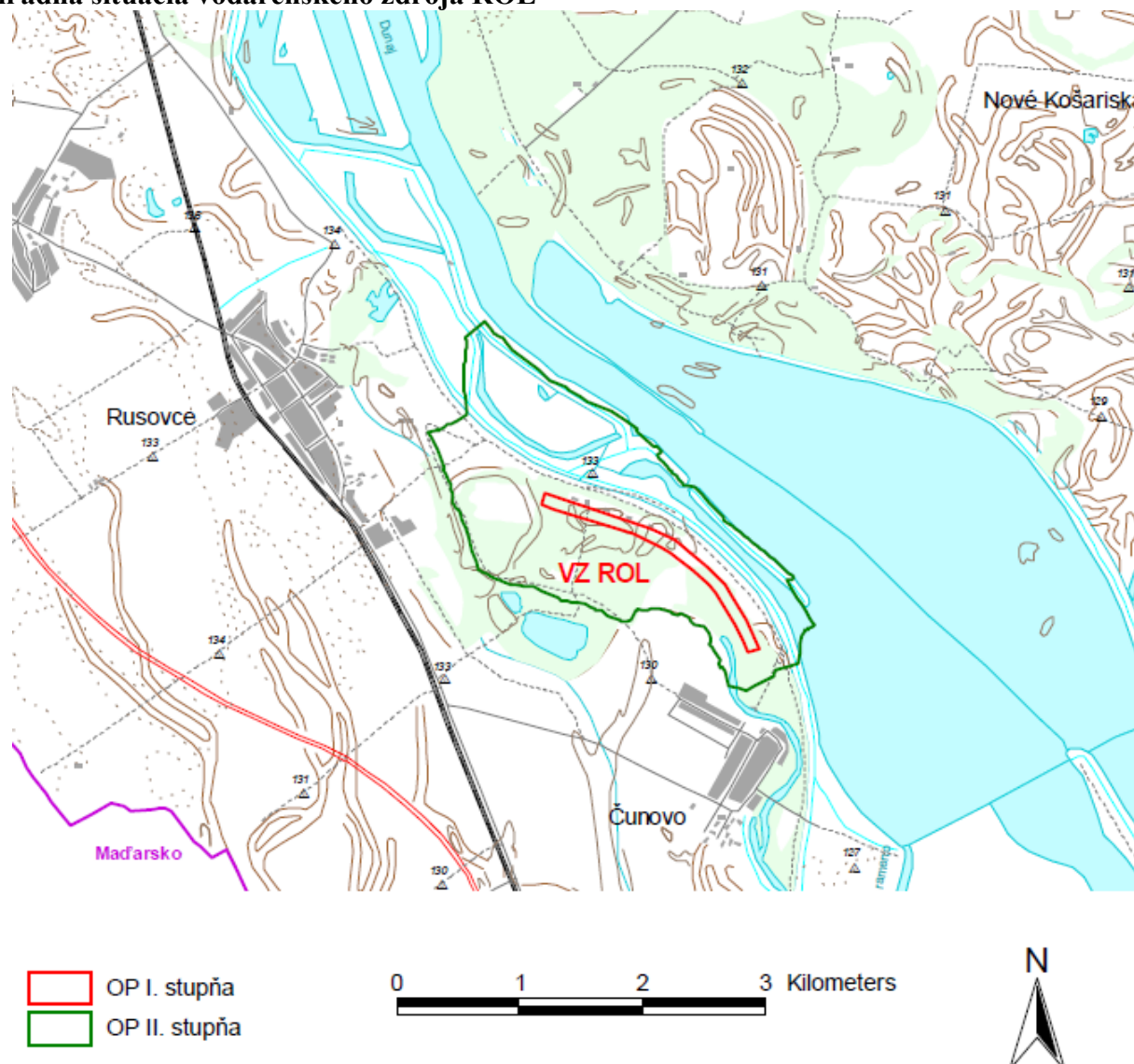
Priesakový kanál vo vzťahu k vod. zdroju ROL-M z hľadiska vplyvu na kvalitu podzemnej vody môže predstavovať pozitívny aj negatívny prvok v závislosti hlavne od hydrologických, enviromentálnych podmienok a sezónnych zmien. V prípade havárie napr. dopravná nehoda a pod. by znečistená voda kanála mohla znamenať ohrozenie kvality podzemnej vody vo vod. zdroji.

Režim priesakového kanála má určité odlišnosti od režimu vôd Dunaja hlavne preto, lebo kanál prevažnú časť roka drénuje podzemné vody, ktoré infiltrovali z iníciaľných vôd Dunaja v jeho celej dĺžke nad miesto odberu za rôznych podmienok a v rôznej vzdialenosti od koryta Dunaja, čo sa odráža najmä v možnom antropogénnom ovplyvnení a v iných podmienkach (redox podmienky, aktivita baktérií) interakcií voda – horninové prostredie (najmä zmena hydrogénuhličitanovej rovnováhy). Badateľný je pozitívny vplyv denitrifikácie na znížených koncentráciách foriem dusíka v porovnaní s dunajskou vodou. Voda priesakového kanála je svojim chemickým zložením veľmi podobná na vodu Dunaja, ktorý je jej iníciaľnym zdrojom po pomerne krátkom prechode horninovým prostredím. Z hľadiska variability je v porovnaní s dunajskou vodou voda priesakového kanála stabilnejšia, čo dokumentujú menšie rozdiely miním a maxím jednotlivých akostných komponentov.

Z pohľadu vyhodnotenia akosti podzemnej vody odoberanej studňami vod. zdroja ROL-M v zmysle Nar. vlády SR č. 354/2006 Z.z. možno konštatovať, že čerpaná voda jednoznačne vyhovuje normatívnym kritériám a počas celého roka má dlhodobu vynikajúcu kvalitu.

V porovnaní s iníciaľnou vodou Dunaja podzemná voda studní má zvýšený obsah vápnika a nižšie koncentrácie železa, mangánu a foriem dusíka. Ostatné sledované ióny v priebehu posledných rokov nevykazovali významnejšie rozdiely, čo dokumentuje určitú vyrovnanosť chemického zloženia podzemnej vody v exploatovanej hĺbke. Rovnako aj maximálne zistené hodnoty v podzemnej vode neprevyšovali obsahy vo vode Dunaja.

Prehľadná situácia vodárenského zdroja ROL



V súčasnosti sú využívané studne ST-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 19, 20, 21, 22, 23. Studne ST-14 až 18 nie sú zatiaľ využívané a nemajú inštalovanú technológiu „Hydrooxiring“.

Filtre studní vodárenského zdroja sú umiestnené v spodnej časti zvodneného prostredia (od 20, resp. 30 m pod terénom).

Celková doporučená výdatnosť vodárenského zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad 2650 l.s^{-1} vody (P. Pospíšil, 2002) je zdokumentovaná a pripravovaná na perspektívne využitie.

Súčasný inštalovaný výkon odberných objektov vodárenského zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad je $Q_{\text{dok. sum.}} = 2030 \text{ l.s}^{-1}$.

Odbery z exploatačného systému vod. zdroja ROL boli v období rokov 2007 – 2011 organizované nasledovne:

	2007	2008	2009	2010	2011
I.	1587880	1734150	2367430	2 009 210	1 567 640
II.	1344520	1657570	2168760	2 096 220	1 231 870
III.	1497580	1938950	2271200	2 151 570	1 394 490
IV.	1830280	2038840	1857310	1 776 310	1 256 490
V.	2990780	2235150	1971440	1 336 190	1 463 750
VI.	2974300	2072420	1947260	1 511 670	1 262 350
VII.	2648320	1884900	2573320	1 463 310	2 022 220
VIII.	2286580	1901430	2701530	1 037 350	2 412 610
IX.	1931850	1959350	2514960	751 360	2 568 470
X.	1782420	2105680	2046520	828 320	2 774 190
XI.	1709860	1956140	1962330	1 348 880	2 735 270
XII.	1661580	1860530	1887000	1 285 290	2 169 140
Spolu:	24245950	23345110	26269060	17 595 680	22 858 490

Vodárenský zdroj Rusovce pre obec – studňa HVR-1

Vodárenský zdroj Rusovce studňa HVR-1 sa nachádza v pravostrannej nive Dunaja, pri severnom okraji obce, medzi železničnou traťou a št. cestou Rusovce – Petržalka.

Hlavným hydrogeologickým kolektorom, z ktorého odoberá podzemnú vodu i studňa HVR-1 sú aluviálne štrkopiesčité náplavy Dunaja dosahujúce v záujmovom území mocnosť cca 22 m.

Častá zmena koryta toku, ako i veľkosť a charakter transportovaného materiálu v priebehu geologického vývoja zapríčinili heterogenitu psefiticko-psamitických uloženín v horizontálnom i vertikálnom smere.

Po prehradení Dunaja sa územie nachádza v zóne trvalej infiltrácie v smere S – J.

Studňa HVR-1 bola vybudovaná pre potreby zásobovania Rusoviec pitnou vodou v roku 1974, ako náhradný objekt s týmito parametrami :

Hĺbka 23,5 m

Ø zabudovania 1020 mm (0,00 – 15,00 m)
630 mm (15,00 – 23,50 m)

Perforácia 15,00 – 22,00 mp.t.

$Q_{dop.} = 50,00 \text{ l.s}^{-1}$ pri znížení hladiny vody o $s = 0,4 \text{ m}$

Odber podzemnej vody zo studne HVR-1 pre obce Rusovce a Jarovce v rokoch 2007 – 2011 prebiehal nasledovne:

Rok	2007	2008	2009	2010	2011
I.	20539	17347	21751	20 860	24 140
II.	19786	22166	18379	17 540	19 130
III.	16730	25574	21711	18 860	28 720
IV.	26964	24080	20639	20 320	31 070
V.	24441	26836	24825	20 060	34 140
VI.	23873	29052	20727	20 700	23 000
VII.	30347	26241	27630	24 890	24 000
VIII.	26367	33574	24039	24 150	23 330
IX.	24872	24369	21874	21 450	26 160
X.	23443	21432	19915	23 450	25 260
XI.	29150	24478	18658	19 020	25 020
XII.	18298	32521	19108	19 270	28 110
Spolu:	284810	307670	259256	250 570	312 080

Na základe výsledkov prevádzkového sledovania kvality vody možno hodnotiť podzemnú vodu zo studne HVR-1 za vyhovujúcu pre verejné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou.

Vodárenský zdroj Čunovo pre obec – studňa HČ-1

Vodárenský zdroj – studňa HČ-1 pre Čunovo je situovaný SZ od intravilánu obce.

Studňa HČ-1 je svojou aktívnou časťou orientovaná na exploatáciu podzemnej vody akumulovanej v pravostranných fluvialných náplavoch rieky Dunaj, ktorá je hlavným a rozhodujúcim režimovým činiteľom ovplyvňujúcim zmeny zásob v kvartérnom kolektore.

Podložie zvodneného kolektora sa v študovanom priestore nachádza na úrovni cca 85 mn.m. Hrúbka štrkopiesčitých náplavov v mieste vodárenského zdroja dosahuje cca 44 m.

Prúdenie podzemnej vody k studni HČ-1 je od zdroja napájania dunajských náplavov t.j. od naplnenia Čunovskej zdrže v smere S – J.

Studňa HČ-1 bola vybudovaná v roku 1974 ako náhradný odberný objekt za pôvodnú úzkopriemerovú studňu, ktorá už nevyhovovala prevádzkovým požiadavkám. Z geologickej dokumentácie vyplývajú tieto parametre objektu HČ-1:

Hĺbka 32,0 m

Ø zabudovania 1020 mm (0,00 – 20,00 m)

630 mm (20,00 – 32,00 m)

Perforácia 20,00 – 30,00 mp.t.

$Q_{dop.} = 20,00 \text{ l.s}^{-1}$ (povolený odber podzemnej vody)

Odber podzemnej vody zo studne HČ-1 pre obec Čunovo v rokoch 2007 – 2011 ilustrujeme v nasledujúcej tabuľke:

Rok	2007	2008	2009	2010	2011
I.	4366	5413	4039	3 760	3 810
II.	3817	4059	3829	3 440	3 830
III.	4422	4440	4527	3 830	4 410
IV.	5783	4685	4600	3 940	4 970
V.	5808	6806	5491	4 160	5 430
VI.	6442	6606	3865	4 830	5 250
VII.	7042	10427	4938	5 610	5 380
VIII.	5613	6158	5031	4 750	5 100
IX.	4669	3969	4964	3 780	4 910
X.	4095	4543	3959	4 120	4 760
XI.	3979	3896	4007	3 510	4 340
XII.	4408	3572	3601	3 520	4 250
Spolu:	60444	64574	52851	49 250	56 440

Z hľadiska kritérií platnej legislatívy možno exploatovanú podzemnú vodu zo studne HČ-1 označiť ako vyhovujúcu pre pitné účely.

Ad C) Vodárenské zdroje nachádzajúce sa na teritóriu Žitného ostrova

Vodárenský zdroj Kalinkovo

Záujmové územie je súčasťou hydrogeologického rajónu Q 052 „Kvartér JZ časti Podunajskej roviny“.

Havárijná situácia v zásobovaní obyvateľstva mesta Bratislavy pitnou vodou si vynútila riešenie tohto problému formou náhradného vodárenského zdroja, ktorý bolo treba urýchlene vybudovať, napojiť a využiť na zlepšenie dodávky pitnej vody.

Lokalita náhradného vodárenského vodného zdroja bola navrhnutá Ing. M. Bartolčíčom (VÚVH) na ľavom brehu Kalinkovského ramena.

Gestor návrhu všetkých terénnych prác bol VÚVH Bratislava, ktorý vykonával odborný dozor a odborné riadenie počas celej výstavby vodárenského zdroja, ako i záverečné vyhodnotenie, t.j. vypracovanie záverečnej správy.

Terénne práce (vrtné, budovacie a čerpacie práce – odpieskovanie studní) vykonávali subdodávateľským spôsobom Vodné Zdroje Bratislava a IGHP Bratislava v roku 1972.

Vodárenský zdroj Kalinkovo bol uvedený do prevádzky 20.7.1972. V tom čase už boli dobudované všetky studne, takže z neho mohlo byť hneď od začiatku dodávané množstvo 500–600 l.s⁻¹ pitnej vody (pôvodne uvažovaný odber). V dôsledku zhoršenia kvality vody v II. VZ Podunajské Biskupice (musel byť postupne odstavovaný), takmer celá spotreba vody vo východnej Bratislave bola zabezpečovaná novým vodárenským zdrojom Kalinkovo, ktorý bol teda ihneď od začiatku využívaný naplno.

Geograficky sa VZ Kalinkovo nachádza na ľavej strane toku Dunaja JZ od obce Kalinkovo. Podľa regionálneho geografického členenia patrí do oblasti rovinnej časti Podunajskej nížiny v inundačnom pásme Dunaja. Ohraničený priestor VZ Kalinkovo je zalesnený, pokrytý dunajským lužným lesom s priemernou nadmorskou výškou 129,46 m n.m .

V zmysle klimatologickej klasifikácie patrí záujmové územie do teplej klimatickej oblasti, okrsku teplého, mierne vlhkého s priemernou ročnou teplotou 9,5 °C, s minimom v januári (-2 °C) a maximom v júli (20 °C). Priemerné ročné zrážky sú 550 mm, s minimom v zimných mesiacoch /január, február/ a s maximom v mesiacoch máj - júl.

Záujmové územie je súčasťou centrálnej časti podunajskej nížiny s poklesovo-priehybovou stavbou s poklesmi pozdĺž zlomov. Depresia má misovitú brachysynklinálnu štruktúru, vytvorenú bez ohľadu na predpanónske podložie. Zlomy existujú hlavne v starších členoch výplne a sú predovšetkým voči bádenu synsedimentárne.

V panóne a v mladších sedimentoch zlomy vyznievajú, prípadne výšky skokov sa redukujú na niekoľko metrov. Staršími sedimentmi prechádzajú zlomy SV smeru a vytvárajú tak výraznú blokovú stavbu (Adam, Dlabač, 1961). Zlomové systémy, staršie i mladšie, sa iba v malej miere podieľajú na formovaní Centrálnej depresie. Táto vznikla v panóne a vyvíjala sa až do konca pliocénu.

Z hydrogeologického hľadiska predstavujú najvrchnejší celok tejto oblasti štrky, piesčité štrky a piesky rumanu a kvartéru (Franko et al., 1984, 1989). Miestami sú prítomné nesúvislé vrstvy ílov, hĺn, šošovky slatín a občas aj výplň starých mŕtvych ramien. Hrúbka týchto sedimentov je do 462 m (pri Gabčíkove).

Sedimenty rumanu (najvyšší pliocén) vznikli ako jazerné a riečno-jazerné sedimenty, vyplnené materiálom prinášaným starými riekami. Nad nimi pokračovala sedimentácia v kvartéri ďalej jazernými a jazerno-riečnymi sedimentmi najstaršieho pleistocénu a približne od mindelu do holocénu sedimentovali riečne sedimenty tvorené Dunajom (Vaškovská, 1986). V prieskumnom priestore Kalinkova, bolo podložie pleistocénnych štrkopieskov zastihnuté v hĺbkach 100 až 114,8 m. Jedná sa o rumanské sivé íly, miestami piesčité. Mocnosť skrývky kolíše od nuly v území ramena Dunaja, ktoré prebieha pozdĺž JV ohraničenia priestoru až po 2,20 m (v priemere 1,63 m).

V podloží celku rumanu a kvartéru, leží komplex menej priepustných kolektorov a izolátorov o hrúbke 55 až 1174 m. Tento komplex je považovaný za hydrogeologické podložie štrkopiesčitých sedimentov. Litologicky ide o striedanie polôh štrkov, pieskov, pieskov a piesčitých ílov, prípadne aleuritov. Štrky sa nachádzajú hlavne pri Senci a Chorvátskom Grobe. V strednej časti depresie sa striedajú piesky a íly a podložie v okolí Bratislavy tvoria granity.

Štrkopiesky sú charakteristické nehomogenitou zrnitosťou z hľadiska hydrofyzikálnych vlastností sa táto skutočnosť prejavuje variabilitou koeficientu filtrácie v horizontálnom i vertikálnom smere. Priepustnosť štrkopieskov rádoovo kolíše od 10^{-5} až po 10^{-2} m.s⁻¹. Sedimenty dosahujú najväčšiu hrúbku v centre depresie (do 400 m)

a rozdelené sú do 4 zón (zónu formovania zásob podzemných vôd, zónu transportu a pretvárania chemizmu vôd, zónu akumulácie a uvoľňovania zásob podzemných vôd a zónu východných stúpajúcich krýh).

Z hľadiska nedávno vymedzených útvarov podzemných vôd SR, v zmysle Rámcovej smernice EÚ (2000/60/ES), patrí záujmové územie do útvaru kvartérnych sedimentov SK1000200P „Útvar medzizrnových podzemných vôd kvartérnych náplavov z. časti Podunajskej panvy oblastí povodí Dunaj“ s plochou útvaru 518,749 km² a útvaru SK2000500P - „Útvar medzizrnových podzemných vôd Podunajskej panvy oblastí povodí Dunaj“ s plochou 1043,038 km².

Z hydrogeologického hľadiska sú podzemné vody v záujmovej oblasti viazané na kvartérne riečne sedimenty. Pod 20 - 30 cm vrstvou humusu sa nachádzajú piesčité hliny až hlinité piesky s mocnosťou do 5 m. Na nepriepustnom neogéne (pontské íly) leží mohutný zvodnený kolektor s voľnou hladinou o mocnosti 40 - 100 m, tvorený štrkom stredným s prímесou piesku až piesčitým štrkom. Artézsky efekt vzniká len lokálne a obmedzene pri uzavretí podzemnej vody ílovitými sedimentmi do izolovaných šošoviek.

Oblasť Kalinkova je typická ustálenými hladinami podzemnej vody s koeficientom filtrácie v intervale $1,2 \cdot 10^{-3}$ - $9,0 \cdot 10^{-4}$ m.s^{-1} . Z hľadiska chémie sa jedná o podzemné vody slabo alkalické (pH 7,1 - 7,5), stredne mineralizované, Ca-Mg-HCO₃ typu. Hladina podzemnej vody sa nachádza na úrovni 127 - 128 m n.m. (Bpv) a generálny smer prúdenia podzemnej vody je z JZ na V.

Exploatacia VZ Kalinkovo (v závislosti od spotreby a kvality podzemnej vody) spočíva v kontinuálnom čerpaní studne NVZ-10 (prednostne), resp. NVZ-9.

Ostatné studne ak sú čerpané len minimálne pre zabezpečenie ich prevádzkyschopnosti v čase riešenia havarijných situácií.

Na dopĺňovaní podzemnej vody v oblasti VZ Kalinkovo sa podieľajú hlavne infiltrované vody Dunaja, zdrže Čunovo a ľavostranného priesakového kanála (LPK), menej zrážky, ktoré sa prejavujú najmä vo vnútorných častiach Žitného ostrova. Pomerný vplyv hlavných zdrojov dopĺňovania zásob podzemnej vody na jej kvantitatívne, ale i kvalitatívne, parametre nie je v súčasnosti presne známy.

Náhradný vodárenský zdroj Kalinkovo predstavuje studňový rad (približne smeru ZSZ – VJV), paralelný s trasou priesakového kanála zdrže vodného diela Gabčíkovo. Studne sa nachádzajú v jednom spoločnom vodárenskom areáli, totožnom s pásom hygienickej ochrany I. stupňa. Vzdialenosti medzi jednotlivými studňami sú 80 – 140m. Kvalita odčerpávanej podzemnej vody v čase intenzívnej exploatacie a distribúcie do hlavného mesta Bratislavy vyhovovala kritériám pre pitné účely.

Na základe zhodnotenia prieskumných hydrogeologických prác, publikovaných v záverečnej správe „Záverečné zhodnotenie vodného zdroja Kalinkovo“ (VÚVH Bratislava, J. Supek, J. Lehocký, XII.1974), je doporučené odoberať zo studní vodárenského zdroja Kalinkovo tieto množstvá podzemnej vody:

NVZ-1	60,00 l.s^{-1}
NVZ-2	130,00 l.s^{-1}
NVZ-3	30,00 l.s^{-1}
NVZ-4	110,00 l.s^{-1}
NVZ-5	60,00 l.s^{-1}
NVZ-6	140,00 l.s^{-1}
NVZ-7	70,00 l.s^{-1}
NVZ-8	90,00 l.s^{-1}
NVZ-9	90,00 l.s^{-1}
NVZ-10	70,00 l.s^{-1}
Spolu:	850,00 l.s^{-1}

Záchytná schopnosť studní NVZ-2 až NVZ-10 je dostatočná na prípadné vykompenzovanie chýbajúcej, pôvodne doporučenej výdatnosti odstavenej studne NVZ-1, resp. na prípadný zvýšený sumárny odber z lokality **$Q_{\text{sum}} = 900,00 \text{ l.s}^{-1}$** .

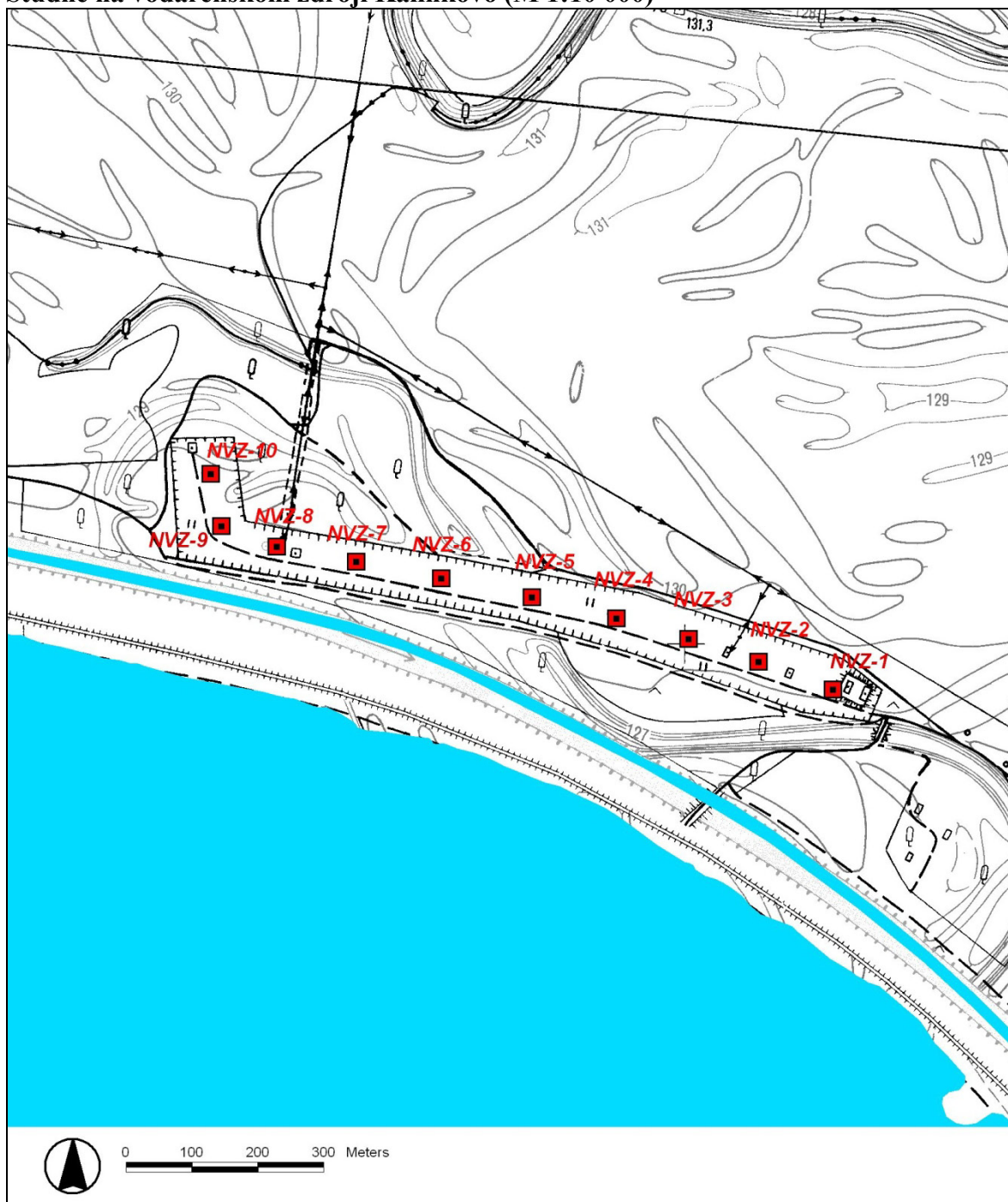
Kapacita vodárenského zdroja i v súčasnosti umožňuje úhrnný odber $\sum Q_{\text{MAX}} = 1000 \text{ l.s}^{-1}$, s prihliadnutím na inštalovaný výkon a existenciu jedného výtlačného potrubia bolo odporúčané odoberať trvale $\sum Q_{\text{ODP}} = 850 \text{ l.s}^{-1}$ (Supek et al., 1974). Bolo tiež konštatované, že v prípade potreby je možné zvýšiť jeho kapacitu výstavbou ďalších studní v areáli vodárenského zdroja.

Modelové riešenia po niekoľkoročnom prevádzkovaní VDG naznačujú možnosti rozšírenia kapacity vod. zdroja minimálne na 2000 l.s^{-1} .

Vodárenský zdroj Kalinkovo je v súvislosti s dobudovaním a sprevádzkovaním vodárenských zdrojov na území Bratislavy od začiatku 90-tich rokov využívaný len čiastočne (čerpaná je len 1 studňa), čo v súčasnosti súvisí najmä s akostnými parametrami podzemnej vody zo studní NVZ-2 až NVZ-9, ako i s možnosťami spotrebiska.

Prevádzkovateľom vodárenského zdroja Kalinkovo boli Západoslovenské vodárne a kanalizácie š.p., od roku 2003 je to Bratislavská vodárenská spoločnosť a.s. Odber vody z VZ Kalinkovo sa najintenzívnejšie využíval v prvých rokoch prevádzky. Od roku 1972 do polovice roku 1975 to bolo priemerne 850 l.s^{-1} , v júli 1975 bola dodávka vody na čas pozastavená pre zaplavenie studní vplyvom povodne. Studňa NVZ-1 bola približne po dvoch rokoch exploatácie vylúčená z prevádzky pre zvýšené koncentrácie železa a mangánu. Príčiny boli prisúdené plytkej úrovni osadenia perforácie a blízkosti pochovaného mŕtveho ramena Dunaja. V ďalších rokoch bol odber rozkolísaný, do roku 1993 sa pohybovala v intervale $320\text{--}890 \text{ l.s}^{-1}$, priemerne 580 l.s^{-1} . V priebehu roka 1993 sa odber výrazne znížil. V prvej polovici roka 1993 sa pohyboval medzi $90\text{--}652 \text{ l.s}^{-1}$, priemerne 230 l.s^{-1} . Vzhľadom na radikálny pokles požiadaviek na dodávku pitnej vody pre mesto Bratislavu bola od 26.8.1993 v kontinuálnej prevádzke iba studňa NVZ-4 (z dôvodu monitorovania a zachovania kontinuity sledovania akosti), ostatné studne boli čerpané iba sporadicky (Vavrová et al., 1994) Odber sa tak znížil na približne 65 l.s^{-1} . Od októbra 1999 do roka 2004 už boli trvalo využívané len dve studne NVZ-4 a NVZ-9, priemerný odber poklesol na približne 100 l.s^{-1} . Ostatné studne sú využívané len sporadicky, z prevádzkových dôvodov, pričom od septembra 2005 studňa NVZ-4 nie je využívaná vôbec a od novembra 2006 nie je využívaná studňa NVZ-9. Priemerná výdatnosť z vodárenského zdroja za obdobie 2004–2008 bola približne 50 l.s^{-1} .

Studne na vodárenskom zdroji Kalinkovo (M 1:10 000)



Zredukovanie odberových možností podzemnej vody prakticky len na studňu NVZ-10 sa prejavili i na odbere v rokoch 2007 – 2011, ktorý uvádzame v nasledujúcom prehľade:

	2007	2008	2009	2010	2011
I.	135720	140640	158760	293 250	258 470
II.	125590	131480	129000	41 810	330 170
III.	139810	143210	142860	103 830	279 300
IV.	136830	135820	145060	207 080	268 620
V.	141240	139060	146370	256 110	196 510
VI.	143490	139480	132350	460 130	232 430
VII.	141290	149730	154100	615 890	190 060
VIII.	144910	150560	147700	395 860	201 550
IX.	140550	138310	144100	735 710	181 680
X.	152790	147730	170250	667 870	184 220
XI.	139080	105337	140070	207 680	178 800
XII.	137400	131470	154550	196 970	171 300
Spolu:	1678700	1652827	1765170	4 182 190	2 673 110

Hladina podzemnej vody, hlavne v príbrežnej zóne, ale aj v širšom území, v minulosti závisela od hladiny vody v Dunaji a bola ovplyvnená hladinou vody v ramennej sústave, ako aj v kanálovej sústave za ochrannými protipovodňovými hrádzami. Dlhodobý pokles hladín podzemných vôd pred vybudovaním VDG bol evidentný na väčšine územia.

Dobudovanie a sprevádzkovanie VDG podľa alternatívy C malo za následok trvalé vzdušenie hladiny povrchovej vody, dôsledkom čoho došlo na predmetnej lokalite k stúpnutiu hladín podzemných vôd o cca 3 m. To priaznivo ovplyvnilo podmienky tvorby a doplňovania zásob podzemných vôd v území, vrátane VZ Kalinkovo.

Znakom zmeny po sprevádzkovaní VDG je sezónne kolísanie a pokles obsahu dusičnanov v procese denitrifikácie. Tá prebieha buď v anoxickom prostredí, alebo pri veľmi nízkych koncentráciách rozpusteného kyslíka. Dôkazom redukčného prostredia sú zvýšené obsahy mangánu a železa v studniach VZ Kalinkovo.

Podzemná voda v oblasti VZ Kalinkovo je z hľadiska chemického zloženia, vychádzajúceho zo zastúpenia iónov, vápenato-horečnato-hydrogénuhličitanového typu.

Alkalické kovy (K, Na) a kovy alkalických zemín (Ca) sa v podzemnej vode vyskytujú ako jednoduché kationy. Zistené hodnoty spĺňajú nariadením stanovenú medznú hodnotu pre Na^+ ako aj odporúčanú hodnotu pre Ca^{2+} .

Hlavnými kationmi v podzemnej vode sú už spomínaný vápnik a horčík. V podzemných vodách sa vyskytujú prevažne ako jednoduché ióny Ca^{2+} a Mg^{2+} . Hmotnostný pomer Ca/Mg sa v podzemnej vode VZ Kalinkovo pohybuje v rozmedzí 1/1 až 3/1. Medzná hodnota horčíku prekročená nebola.

Hodnota ukazovateľa $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ sa pohybovala v medziach odporúčaného limitu nariadenia (1,1 - 5,0 mmol.l⁻¹).

V studniach NVZ boli vo všetkých monitoringoch vzorkovania zistené podlimitné koncentrácie železa.

Zvýšený obsah železa sprevádza zvýšený obsah mangánu. Medzná hodnota mangánu bola prekročená v podzemnej vode vo všetkých vzorkovaných studniach NVZ-2 až NVZ-8. V studni NVZ-10 bola hodnota mangánu pod limitnou hodnotou stanovenou nariadením vo všetkých odobratých vzorkách.

Amoniakálny dusík je v prírodných vodách za aeróbných podmienok nestály. Nitrifikáciou prechádza na dusitany až dusičnany, ktoré v našom prípade prevládajú. S výnimkou studne NVZ-7

Z aniónov silných kyselín boli stanovované chloridy, dusitany, dusičnany, sírany a v studni NVZ-10 aj bromičnany. Chloridy a sírany sa v podzemnej vode vyskytovali rádovo v desiatkach mg.l^{-1} , dusitany a bromičnany boli zvyčajne pod detekčným limitom a dusičnany väčšinou rádovo v jednotkách mg.l^{-1} , čo potvrdzuje aeróbne podmienky prostredia. Zistené hodnoty aniónov silných kyselín spĺňali nariadením stanovené limity v povrchovej i podzemnej vode.

Z aniónov slabých kyselín boli vo vode stanovené hydrogénuhličitany (rádovo v stovkách mg.l^{-1}) a fosforečnany (pod detekčným limitom). Fluoridy (ako celkový F) boli v roku 2009 stanovené len v jarnom monitoringu v studni NVZ-10 a boli pod detekčným limitom ako aj limitom nariadenia ($1,5 \text{ mg.l}^{-1}$).

Celková mineralizácia je daná súčtom obsahov stanovených katiónov a aniónov v mg.l^{-1} prítomných vo vode. Priestorovo teda do značnej miery korešponduje s minimálnymi a maximálnymi hodnotami uvádzanými nižšie:

Štatistické spracovanie vybraných ukazovateľov akosti podzemnej vody z vod. zdroja Kalinkovo

Objekt	NVZ-2		NVZ-3		NVZ-4		NVZ-5		NVZ-6		NVZ-7		NVZ-8		NVZ-9		NVZ-10	
[mg.l⁻¹]	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Na⁺	15,98	4,3	33,2	6,08	18,69	4,88	16,5	7,8	15,92	10,2	18,8	6,19	7,25	4,8	41,8	3,6	24,5	1,62
K⁺	5,8	1,5	8,21	0,53	7	0,4	7,3	1,6	3,01	2,08	2,19	0,5	1	1	8,9	0,87	11,5	0,45
Ca²⁺	84,2	52,48	179	41,53	84,5	40,88	74,1	47,3	84,17	17,03	125,98	42,51	82,56	75,75	111,69	40,1	195,97	20,05
Mg²⁺	23,09	11,6	72,91	5	33,54	8,5	22,5	10,2	35,73	8,02	41,8	11,18	18,24	15,81	40,8	8,9	72,6	8,4
Fe²⁺	7,03	0,02	2,84	0	2,63	0	5,56	0,02	2,78	0,05	0,73	0,01	–	–	2,48	0,02	20,5	0
Mn²⁺	3,62	0	1,95	0	4,1	0	0,84	0	0,08	0,01	0,11	0,01	0	0	1	0	5,4	0
NH₄⁺	2,61	0	1,62	0	2,16	0	1,5	0	0,83	0,01	0,44	0,01	0,07	0,05	0,4	0	1,53	0
Cl⁻	32	8,8	62,1	1	30,6	7,1	26,2	11,4	27,2	16,8	26,8	8,9	12,5	12,25	100	6,2	67,4	4,3
SO₄²⁻	59,9	5	70,07	2	74,1	3,5	74,4	13,2	47,9	5	58,9	15,4	50,2	27,98	96	20,1	148,4	1,2
NO₂⁻	0,11	0	0,98	0,01	0,14	0	0,22	0	0,01	0,03	0,06	0,03	0,02	0	0,52	0	0,6	0,01
NO₃⁻	16,9	0	36,1	0,4	13,7	0	13,8	0	23,47	1	16,78	3,3	3,5	0,1	28,4	0	32,9	0,01
PO₄³⁻	0,21	0	0,24	0,01	0,22	0	0,1	0	0,1	0,1	0,21	0,1	0,01	0	0,34	0	0,56	0,01
HCO₃⁻	372,2	201,4	530,9	152,6	347,8	189,2	335,6	134	317,3	116	470	207,5	286,8	262,4	372,2	189,1	537	1220
Min.	479	363,1	743,3	286,2	496,4	323,8	437	363,3	500,2	179,9	726	345,2	448,4	404,6	551,28	315	840,66	239,75
O₂	11,32	0	12	0	5,8	0	5,6	0	–	–	–	–	6,91	4,06	5,49	0	18	0
TOC	6,1	1,17	10,36	0,01	5,35	0,76	4,54	1,02	2,48	1,07	2,01	0,64	–	–	4,7	0,5	8,2	0

Vodárenský zdroj Šamorín

Vzhľadom na to, že vodárenský zdroj Kalinkovo, ktorý bol vybudovaný za zhavarovanej II. vodárenský zdroj v Podunajských Biskupiciach (znehodnotený ropnými látkami z rafinérie Slovnaft), už nestačil vykrývať napätú situáciu v zásobovaní Bratislavy pitnou vodou (i z dôvodu poklesu výdatnosti vodárenského ostrova „Sihot“), prišlo sa v roku 1973 na základe štúdie A. Porubského (1972) k budovaniu vodárenského zdroja na lokalite Šamorín medzi Hamuliakovom, Šamorínom a Čilistovom v užšej pririekovej zóne Dunaja s uvažovanou kapacitou 2000–3000 l.s⁻¹.

Vodárenský zdroj Šamorín sa nachádza na Žitnom ostrove (juhozápadne od mesta Šamorín), v území, ktoré bolo pôvodne pod trvalým hydraulickým vplyvom toku Dunaja a v súčasnosti je studňový systém bezprostredne ovplyvňovaný vodným dielom Gabčíkovo (zdrž Čunovo).

Vodný zdroj tvorí rad studní zoradených v smere SSZ-JJV.

Na základe regionálneho geomorfologického členenia [MAZÚR-LUKNIŠ, 1980] patrí záujmové územie do alpsko-himalájskej sústavy, podsústavy panónska panva, provincie západopanónska panva, subprovincie malá dunajská kotlina, oblasti podunajská nížina, celku podunajská rovina. Podstatnú časť podunajskej roviny tvorí Žitný ostrov, vymedzený Dunajom a jeho najväčším ľavostranným ramenom Malým Dunajom. Ráz tohto územia je rovinatý, jeho reliéf vznikol pod vplyvom Dunaja. Dunaj sa po preklopení skalného prahu – prirodzenej brány medzi Malými Karpatmi a Hundsheimskými vrchmi rozliat do širokej panónskej nížiny, kde sa súčasne zmenil jeho charakter. V minulosti sa tu sústavne tvorila ramenná sústava a prenášalo sa hlavné koryto. Nachádzame tu teda riečnu nivu, agradačné valy, mŕtve riečišťa a meandre. Na mnohých bývalých meandroch vznikli slatiny, močiare a vlhké lúky. V menšej miere sa tu vyskytuje aj reliéf vzniknutý previatím jemných nánosov – pieskové duny.

Charakter územia je rovinatý, plochý s miernym poklesom na JV a predstavuje akumulatívny typ reliéfu s depresiami mŕtvych ramien a agradačnými valmi. Ide o mladú štruktúrnu rovinu, ktorá sa vplyvom činnosti Dunaja ešte stále formuje. Nadmorská výška okolitého terénu sa pohybuje v rozpätí 124 – 128 m n. m.. V tesnej blízkosti Dunaja bola vybudovaná ochranná hrádza a taktiež ľavostranný priesakový kanál.

Územie hydrograficky patrí do hlavného povodia Dunaja, ktorým je dotované a odvodňované. Dunaj patrí medzi európske veľtoky. Je to alpský typ rieky, jediný svojho druhu na našom území. To aj podmieňuje jeho špecifické sezónne kolísanie hladiny. Najväčšie prítoky sú charakteristické pre obdobie apríl - jún, najnižšie pre zimné obdobie.

Rieka Dunaj tečie vo svojich vlastných náplavoch a v priebehu posledných 40-tich rokov menila svoj režim v závislosti od budovania vodohospodárskych objektov. V priebehu posledných 40-tich rokov sa udiali tieto významné udalosti:

Obdobie	Udalosť
1965	povodeň
1975	ukončenie výstavby protipovodňových opatrení
1992	prehradenie Dunaja, VDG uvedené do prevádzky
1994-1995	prevádzka VDG s nízkou hladinou, pokazené vráta
1995-2011	prevádzka VDG za normálnej prevádzky

Dunaj je u nás vodnosťou aj režimovo cudzia, čiže allochtonná rieka. To aj podmieňuje jeho špecifické sezónne kolísanie hladiny. Najväčšie prietoky sú charakteristické pre obdobie apríl – jún, najnižšie pre zimné obdobie. Vysoké prietoky na jar a v lete sú spôsobené topiacim sa snehom v Alpách alebo letnými búrkami.

Dunaj sa po prekonaní devínskej brány – prirodzenej geologickej prekážky – rozlieva do podunajskej nížiny a už niekoľko stoviek tisíc rokov vytvára vnútrozemskú deltu. V minulosti tiekol Dunaj mnohými, na širokom území meandrujúcimi ramenami a nemal alebo často menil hlavné koryto. Postupnou stavbou protipovodňových hrádzi a zlepšovaním plavebných podmienok sa meandrovanie Dunaja obmedzilo a vytvoril sa hlavný tok, Dunaj sa napriamril. Ešte pred oddelením ramennej sústavy od hlavného toku (pred sústredeníím vody do hlavného koryta kvôli plavbe), ale už po napriamaní Dunaja a postavení protipovodňových hrádzi – v rokoch 1955–1961, voda tiekla ramenami Dunaja aj pri nízkych prietokoch v Bratislave. V posledných desaťročiach sa značne zredukoval (asi o 80 %) prínos piesku a štrku cez Devínsku bránu do podunajskej nížiny výstavbou vodných diel v Rakúsku, zvýšila sa rýchlosť sústredeníím vody do hlavného toku a Dunaj sa začal zarezávať do svojich vlastných náplavov. Tým došlo k prehlbovaniu koryta a postupnému poklesávaniu hladiny vody v toku oproti terénu a strate priamej komunikácie s ramennou sústavou po väčšinu roka. V území riečneho kilometra 1855 (Rusovce) došlo v období rokov 1964–1990 k poklesu dna o 0,95 m. V rokoch 1977–1992 prebiehala na Dunaji (približne medzi rkm 1811–1858) výstavba Vodného diela Gabčíkovo čo malo vplyv na hydrologický vývoj územia. Po napustení VDG (október 1992) sa znížila rýchlosť toku, čím došlo k zanášaniam dna Dunaja a tým aj k zmene výšky jeho stavov. Po prehradení Dunaja sa hodnotené územie dostalo pod vplyv zdrže v tom zmysle, že ide o územie zasiahnuté spätným vzdutím (minimálne po vodočet Bratislava–Propeller, rkm 1869).

Priemerný prietok na Dunaji býva okolo $2\,000\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ vody (stanica Devín). Maximálny prietok býva v júni, minimálny prietok býva v decembri. V letnom období preteká Dunajom približne dvojnásobné množstvo vody oproti zime. Prevádzkou VDG sa na stupni Čunovo časť prietoku prepúšťa do starého koryta Dunaj (medzi $250\text{--}600\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, priemerne $400\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$), väčšia časť do prívodného kanála. Na tomto mieste treba uviesť, že na VDG je vybudovaný aj „odberný objekt Dobrohošť“, ktorým sa ešte časť vody odvádza do inundácie starého koryta Dunaja v bežnom množstve $28\text{--}40\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ a pri simulovanej záplave až $80\text{--}130\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ (Janovická, 2005). Taktiež kvalita vody v Dunaji sa v posledných desiatkach rokov zlepšila, najmä vďaka zvýšenému záujmu človeka o životné prostredie (sprevádzkovaním ČOV v mestských aglomeráciách, rafinériách a pod.). Kvalita dunajskej vody v oblasti VDG si zachováva dlhodobý vyrovnaný trend.

Po napustení Vodného diela Gabčíkovo sa znížila rýchlosť toku, čím dochádza k zanášaniam dna Dunaja a tým aj k zmene výšky jeho stavov. Z uvedeného vyplýva, že stavy v povrchovom toku v závislosti od rovnakého prietoku sa v priebehu posledného obdobia menili. Vodné dielo Gabčíkovo predovšetkým zvýšilo hladiny v Dunaji, a to prakticky o 2 m (počas normálnej prevádzky vodného diela, t.j. pri projektovanej hladine pre zdrž, ktorá je 131,1 m n. m.). Po prehradení Dunaja (rok 1992) sa celé sledované územie dostalo pod vplyv zdrže v tom zmysle, že ide o územie zasiahnuté spätným vzdutím.

V zmysle klimatologickej klasifikácie (Konček, in Mazúr-Lukniš, 1982) patrí územie do oblasti teplej, okrsku teplého, mierne vlhkého, s miernou zimou. Priemerná ročná teplota vzduchu je 9,7 °C. Najteplejší mesiac je júl s priemernou teplotou 19,8 °C, najchladnejší mesiac je január s priemernou teplotou –1,5 °C. Podrobnejšie údaje o priebehu teplôt vzduchu zo stanice Bratislava letisko uvádzame v nasledujúcej tabuľke (Petrovič Šoltís, 1991):

Priemerné mesačné teploty vzduchu (°C) za vegetačné obdobie r. 1951-1980

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Bratislava letisko	-1.5	0.7	4.6	9.9	14.7	18.4	19.8	19.1	15.2	9.7	4.8	0.7	9.7

Z hľadiska množstva spadnutých zrážok môžeme hodnotené územie charakterizovať ako oblasť mierne suchú až suchú. Podunajská nížina ako celok je z hľadiska zrážok najsušou oblasťou Slovenska. Prehľad o zrážkach z najbližších zrážkomerných staníc uvádzame. Prehľad o zrážkach uvádzame v nasledujúcej tabuľke (Horecká, Valovič, 1991):

Priemerné mesačné úhrny zrážok (mm) za obdobie r. 1951-1980

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Bratislava letisko	38	37	38	39	53	75	67	61	36	42	53	49	587

Meranie evapotranspirácie sa na území SR robí len na veľmi malom počte staníc a neumožňuje získať údaje o priestorovom rozložení tejto zložky vodnej bilancie pre väčšie územné celky. Preto je evapotranspirácia určená pomocou empirických a poloempirických vzťahov. V hodnotenom území je v letnom období (apríl – júl) výpar vyšší ako množstvo spadnutých zrážok.

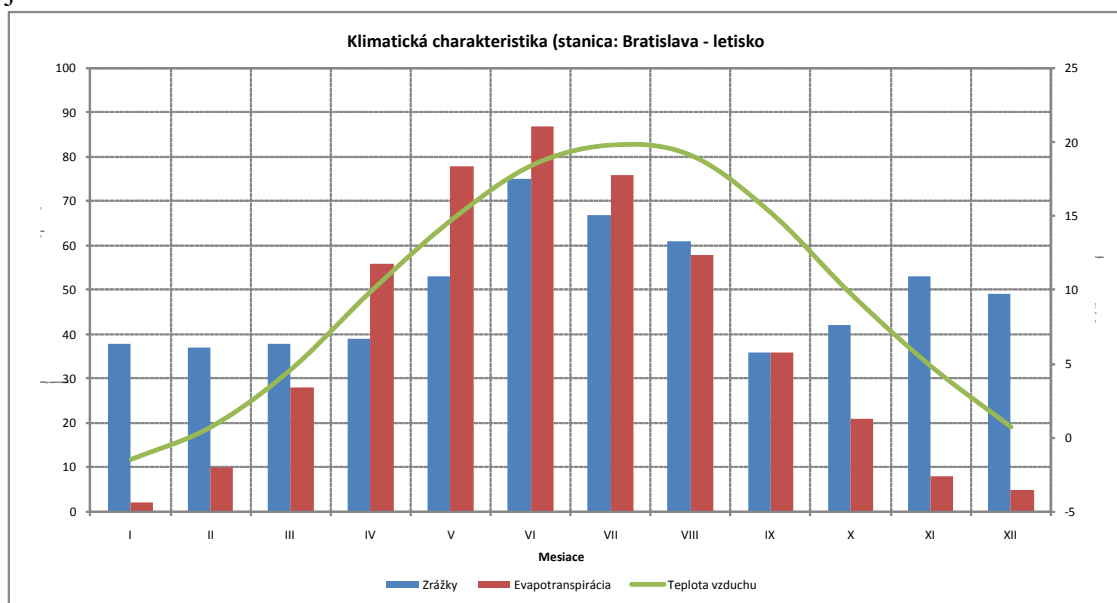
Údaje zo stanice Bratislava – letisko uvádzame v nasledujúcej tabuľke (Tomlain, 1991):

Priemerné mesačné úhrny evapotranspirácie (mm) za obdobie r. 1951-1980

Stanica	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Bratislava letisko	2	10	28	56	78	87	76	58	36	21	8	5	465

Územie okolia Bratislavy sa vyznačuje silnými vetrami. Je to jednak účinok hrebeňa Malých Karpát, jednak depresným účinkom údolia Dunaja medzi výbežkami Malých Karpát a Álp.

Klimatická charakteristika zo stanice Bratislava–letisko za obdobie 1951–1980 je na nasledujúcom obrázku.



Na základe regionálneho geologického členenia Západných Karpát je územie súčasťou jednotky vnútrohorské panvy a kotliny, podunajská panva, gabčíkovská panva (Vass et al., 1988).

Podunajská panva začala vznikať vo vrchnom bádene a sformovala sa hlavne v pliocéne a kvartéri. Podložie je budované hlavne kryštalnikom a mezozoikom. Hrúbka sedimentácie v panve od bádenu po súčasnosť dosahuje mocnosti okolo 5 000 m v oblasti Gabčíkova, smerom k Hamuliakovu sa znižuje na 3 000 m a k Malým Karpátom postupne vyznieva.

Geologický vývoj územia v kvartéri bol podmienený zložitými neotektonickými pohybmi čiastkových morfotektonických štruktúr podunajskej panvy a Západných Karpát a s tým súvisiacim formovaním a distribúciou akumulácií Dunaja a jeho prítokov. Ďalším významným fenoménom boli periodické klimatické zmeny, čo podmienilo litologickú a faciálnu pestrosť sedimentov. Na hodnotenom území sú tieto prejavy veľmi výrazné najmä z distribúcie a depozície fluvialných (častočne i fluvio–limnických), resp. okrajovo i proluvialných sedimentov.

Z celkovej škály kvartérnych sedimentov majú z hľadiska genézy, objemu, plošného rozsahu, stratigrafie a polôh výskytu, na území jednoznačne dominantné postavenie fluvialné sedimenty vodných tokov (spodný pleistocén–holocén), na báze miestami s prechodnými fluvio–limnickými súvrstviami (vrchný pliocén–spodný pleistocén). Dovedna tvoria sedimentačnú výplň i v kvartéri subsidujúcej centrálnej časti Podunajskej panvy. Priama nadväznosť finálnej sedimentácie neogénu s najstaršou kvartérnou nie je na území spoľahlivo dokázaná. Kontinuálny litofaciálny prechod najvyšších vrstiev pliocénu do bazálnych fluvio–limnických vrstiev kvartéru je iba predpokladaný, aj to len v miestach najviac poklesnutej centrálnej časti Podunajskej panvy – gabčíkovskej depresie.

Kvartérna výplň panvy v oblasti Žitného ostrova je zložená z troch výraznejších súvrství (komplexov). Akumulácie spodného pleistocénu v superpozičnom vývoji, boli zistené v centrálnej časti podunajskej panvy a označované sú ako spodné súvrstvie, alebo palkovičovské vrstvy (Halouzka–Minaříková, 1977) Pozostávajú z fluvio–limnických až fluvialných sedimentov, charakteristických cyklicky sa striedajúcimi polohami drobnozrnného piesčitého štrku s polohami strednozrnných až hrubozrnných pieskov, ílov a hĺn. V oblasti Dobrohošť, Bodíky a Sap, západne od Horného Baru, majú bázu v hĺbke až 500 m a ich hrúbka tu dosahuje 340 m (Czaszár et al., 2000, SCHAREK et al., 2000) Okrem centra gabčíkovskej depresie sú tieto sedimenty uložené diskordantne na podložných členoch vrchnej stavby neogénu a smerom k okrajom depresie sa ich hrúbka znižuje do cca 10 m. Na povrch nevystupujú.

Pre geologický vývoj územia v strednom a vrchnom pleistocéne je charakteristická rozsiahla fluvialna sedimentácia Dunaja a jeho karpatských prítokov. Panvový vývoj centrálnej gabčíkovskej depresie pokračoval synsedimentárnym poklesom, do ktorého boli postupne včlenené aj menej intenzívne poklesávajúce okrajové časti. Pre uvedené obdobie je typické uloženie sedimentov stredného súvrstvia, označovaného ako dunajská štrková séria (Janáček, 1967, 1969) Súvrstvie tvorí obrovský plochý vejár náplavového kužeľa Dunaja a čiastočne jeho prítokov, stredno až vrchnopleistocénneho veku. V centre depresie dosahuje jeho hrúbka až 160 m a pri jej okrajoch smerom k pahorkatinám sa znižuje na 50 až 30 m. Súvrstvie pozostáva zo strednozrnných až hrubozrnných štrkov, piesčitých štrkov, pieskov a ojedinelých hrubých interglaciálnych polôh ílov a hĺn s fosílnou faunou (Pristaš et al., 1996) Osobitnú kategóriu vrchnopleistocénnych sedimentov tvoria fluvialne až fluvialno–eolické vápnité piesky. Sú deponované v najvyšších polohách dunajskej štrkovej série, prípadne bezprostredne na nej. Ide o systém značne členitých agradačných valov vystupujúcich 3–4 m nad okolitým terénom. V akumuláciách prevládajú piesčité sedimenty prikorytových valov migrujúcich tokov, ktoré boli v podmienkach suchšej klímy čiastočne eolicky transportované na krátku vzdialenosť. Litologicky sa jedná o sivé jemno až strednozrnné vápnité fluvialne piesky s polohami hrubozrnných pieskov a na báze až drobných štrčikov. Hrúbka akumulácie sa najčastejšie pohybuje v rozmedzí 1–7 m.

V hodnotenom území sa nachádzajú aj vrchnopleistocénne eolické piesky. Pre svoj morfológický tvar uloženia v podobe dún a presypov sú naviate piesky charakteristickým genetickým typom a prvkom reliéfu Podunajskej nížiny. Jedná sa najmä o piesky previate na krátku vzdialenosť z agradačných valov. Majú svetlohnedú až hnedožltú a žltú farbu, sú veľmi jemnozrnné a ich hrúbka uloženia dosahuje okolo 2,5 m.

Podstatnú časť povrchu Žitného ostrova zaberajú holocénne sedimenty vrchného súvrstvia (v širšom zmysle nívna fácia). Tvoria litofaciálne pestrý, laterálne sa meniaci povodňový nívny kryt na vrchnopleistocénnych piesčitých štrkoch Dunaja a jeho prítokov a na štrkoch a pieskoch korytovej a prikorytovej fácie. Reprezentujú ich hlinité a piesčito-hlinité povodňové sedimenty. Ich hrúbka sa zväčšuje od jadra Žitného ostrova smerom ku hlavným tokom až na 3,5–5 m. Sedimenty sa vyznačujú zložitou stavbou, ktorá odráža recentné tektonické pohyby, ich genézu spojenú s opakovanými povodňovými vlnami a zmenou konfigurácie tokov. Povrch riečnych nív Žitného ostrova je spestrený hustou sieťou mŕtvych ramien, ktoré sa nachádzajú v rozličných štádiách vývoja. Ich vývoj úzko súvisí so zmenou tokov spôsobenou ich častým divočením.

Z hľadiska novo definovaných útvarov podzemnej vody, hodnotené územie je súčasťou nasledovných útvarov podzemnej vody kvartérnych sedimentov: „SK1000200P – útvar medzizrnových podzemných vôd kvartérnych náplavov z. časti Podunajskej panvy oblasti povodí Dunaj“ a „SK1000300P – útvar medzizrnových podzemných vôd kvartérnych náplavov Podunajskej panvy oblasti povodí Váh“ (Kullman et al., 2005]. Hydrogeologické pomery sú charakteristické veľkými mocnosťami zvodnených štrkopiesčitých sedimentov kvartéru. Dunaj vytvoril v Podunajskej nížine mohutný náplavový štrkopiesčitý kužeľ extrémnej hrúbky a s extrémne vysokou priepustnosťou. Litologické zloženie podmieňuje dobré hydrogeologické pomery. Litologické zloženie sedimentov sa vyznačuje zrnitosťou nehomogenitou, čo sa prejavuje aj na rôznych hodnotách koeficienta filtrácie v horizontálnom i vertikálnom smere. V závislosti od zrnitostného zloženia a podielu piesčitej frakcie sa koeficienty filtrácie pohybujú v rozpätí rádovo od 10^{-2} do 10^{-4} m.s^{-1} . Prietoknosť zvodnených kolektorov je veľmi vysoká, priepustnosť medzizrnová s voľnou hladinou podzemnej vody. Dunaj tečie vo svojom náplavovom kuželi po jeho hrebeni, taktiež terén sa od Dunaja skláňa smerom k Malému Dunaju a Mošonskému Dunaju. Rieka Dunaj je tak zdrojom neustáleho dopĺňania zásob podzemnej vody, voda infiltruje do horninového prostredia celoročne, za všetkých vodných stavoch, mení sa len jej množstvo. Keď klesne hladina vody v Dunaji, klesne aj hladina podzemnej vody a opačne, Dunaj predstavuje okrajovú podmienku.

Vývoj hladinového režimu podzemnej vody je závislý na hladinovom vývoji Dunaja. V druhej polovici minulého storočia (približne od 60-tych rokov) najmä v hornej časti Žitného ostrova poklesávala hladina podzemnej vody, čo bolo spôsobené hlavne poklesávaním dna a hladín v Dunaji (zarezávaním Dunaja do svojich vlastných náplavov, najmä vplyvom bagrovania), čiastočne aj obmedzovaním prúdenia v ramennej sústave.

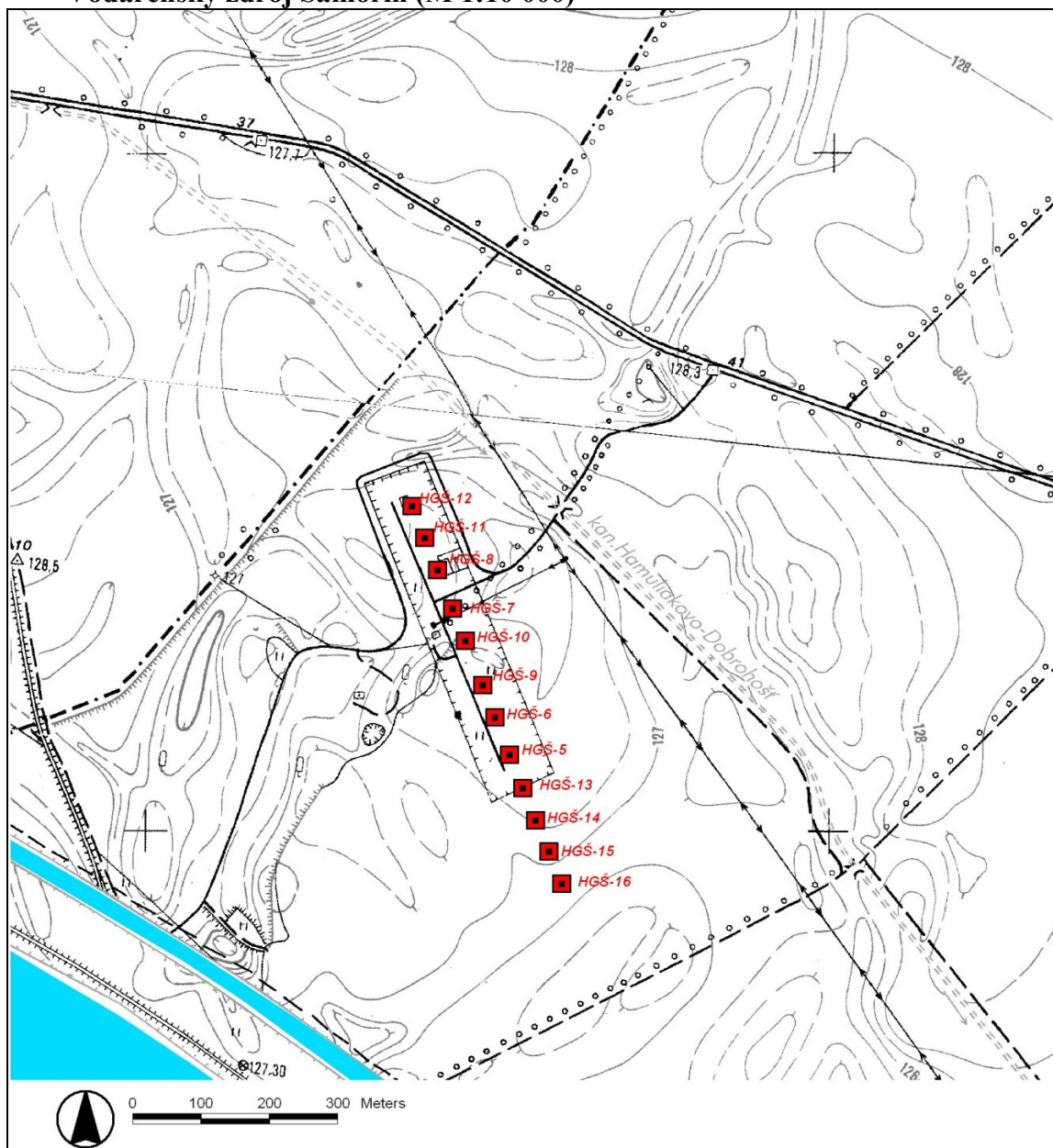
Trend poklesávania dna Dunaja bol zastavený až sprevádzkovaním VDG. Hladina podzemnej vody po uvedení VDG do prevádzky najmä v hornej časti Žitného ostrova výraznejšie stúpala. Následne nastal opäť postupný trend poklesu úrovne hladiny podzemnej vody, najmä v okolí zdrže. Príčiny poklesu sú však iné, ako pred uvedením VDG do prevádzky. V okolí zdrže v dôsledku regulovania hladinového režimu v zdrži a kolmatácie dna zdrže dochádzalo v období po napustení zdrže k miernemu poklesu hladiny podzemnej vody (Mucha et al., 2004). Zaujímavý bol rok 2002, ktorý bol výnimočný dvomi po sebe nasledujúcimi výraznými povodňami. Druhá povodňová situácia bola z hydrologického aj historického hľadiska mimoriadna, s prietokmi zodpovedajúcimi pravdepodobnosti výskytu raz za 100 rokov (Mucha et al., 2008). Prechodom takejto povodne nastalo prepláchnutie zdrže Hrušov a stúpnutie hladiny podzemnej vody. Prejavilo sa to aj v hodnotenej oblasti, v

niektorých častiach územia nebol po roku 2002 taký výrazný poklesový trend, ako do roku 2002.

Pre ročný vývoj hladinového režimu je charakteristické periodické kolísanie hladiny podzemnej vody na celom hodnotenom území. Regionálne pokles hladín nastáva v jesenných mesiacoch (október) a pokračuje až do začiatku jari (február – marec), kedy nastupuje trend vzostupu hladín s viacerými kulmináciami (v závislosti od množstva povodňových vĺn na Dunaji) v letných mesiacoch (máj až september). Smer prúdenia podzemnej vody je generálne zo západu na východ, v smere toku Dunaja a od Dunaja do okolitého horninového prostredia.

Podzemná voda v hodnotenom území patrí k fluviogénnym vodám. Chemické zloženie tejto vody je v prírodne nenarušených podmienkach len v obmedzenej miere formované mineralizačnými procesmi v horninovom prostredí a nesie svoje základné črty už počas infiltrácie z povrchového toku. Horninové prostredie štrkopiesčitých náplavov pozostáva hlavne z chemicky slabo aktívneho silikátového materiálu. Mineralizačné procesy v ňom prebiehajú najintenzívnejšie v povrchovej časti zvodneného komplexu a to pri zapojení geochemicky najaktívnejšieho pôdneho pokryvu. V prípade fluviogénnych antropogénne neovplyvnených vôd sú hodnoty celkovej mineralizácie v rozpätí 300–500 mg.l⁻¹, pri základnom výraznom až nevýraznom Ca-HCO₃ type vody.

Vodárenský zdroj Šamorín (M 1:10 000)



Prevádzkovateľom vodárenského zdroja Šamorín boli Západoslovenské vodárne a kanalizácie š.p., od roku 2003 je to Bratislavská vodárenská spoločnosť a.s. Voda z VZ Šamorín sa v súčasnosti využíva na zásobovanie Podhorského skupinového vodovodu (mestá a obce v podhorí Malých Karpát – Pezinok, Modra, Doľany, Bernolákovo a i.), seneckého skupinového vodovodu (Senec), skupinového vodovodu Most pri Bratislave–Malinovo (Most pri Bratislave, Malinovo, Zálesia, Ivanka pri Dunaji, Tomášov, Vlky).

V prevádzke je od začiatku využívania (5.6.1975) až do súčasnosti 6 studní.

Vodárenský zdroj Šamorín v súčasnosti reprezentujú tieto exploatačné objekty technicky vybavené a spôsobilé pre vodárenskú prevádzku:

Studňa	Hĺbka v m	φ zabudovania v mm	Perforácia v mp.t.	Q _{dop,i} v l.s ⁻¹
HGŠ-5 (S-5)	95,00	1020 (0,00 – 34,00 m) 325 (34,00 – 95,00 m)	45,00 – 90,00	100,00
HGŠ-6 (S-6)	95,00	1020 (0,00 – 34,00 m) 325 (34,00 – 95,00 m)	45,00 – 90,00	100,00
HGŠ-7 (S-7)	95,00	1020 (0,00 – 30,00 m) 325 (30,00 – 95,00 m)	45,00 – 90,00	100,00
HGŠ-8 (S-8)	95,00	1020 (0,00 – 30,00 m) 325 (30,00 – 95,00 m)	45,00 – 90,00	100,00
HGŠ-9 (S-2)	95,00	1020 (0,00 – 30,00 m) 325 (30,00 – 95,00 m)	44,00 – 89,00	100,00
HGŠ-10 (S-1)	95,00	1020 (0,00 – 30,00 m) 325 (30,00 – 95,00 m)	45,00 – 90,00	100,00

Spolu: 600,00 l.s⁻¹

Okrem vyššie uvedených odberných objektov bolo v rámci poslednej etapy hydrogeologického prieskumu v roku (1985) dobudovaných 6 nových širokopriemerových vrtov, z ktorých 2 vrty predĺžili studňový rad SZ smerom (v súčasnosti sa vrty HGŠ-11 a HGŠ-12 i s vybudovanými nadstavbami ČS nachádzajú v oplatenom pásme hygienickej ochrany I. stupňa vodárenského zdroja Šamorín) a 4 vrty (HGŠ-13 až 16) sú v línii studňového radu JV smerom mimo vodárenského areálu.

Najoperatívnejšie v prípade potreby je možné do vodovodného systému pripojiť studne HGŠ-11 a HGŠ-12. Predtým je potrebné overiť ich technický stav, odčerpať ich do najbližšieho recipientu, resp. do odpadu a zdokumentovať aktuálnu kvalitu podzemnej vody.

V prípade dobrého technického stavu vrtov HGŠ-13 až HGŠ-16 a vyhovujúcej akosti podzemnej vody je možné ich vodárenské využitie, avšak v súčasnosti nie sú pre exploataciu stavebne a technicky pripravené.

Na základe výsledkov hydrogeologických prác je z lokality Šamorín doporučené sumárne odoberať po dobudovaní exploatačného systému $Q_{\text{sum.}} = 3\,200,00 \text{ l.s}^{-1}$ podzemných vôd.

Odbery vody z jednotlivých studní neboli konštantné. V období rokov 1988–1990 mal odber vody stúpajúci trend, zo 465 l.s⁻¹ na maximálne 917 l.s⁻¹ za mesiac. V novembri 1989 až máji 1990 sa odber znížil na priemerne 626 l.s⁻¹, následne od júna do decembra 1990 bol priemerný odber 890 l.s⁻¹, t.j. 148,3 l.s⁻¹ na jednu studňu. Od januára 1991 do januára 1993 bola priemerná mesačná výdatnosť na VZ približne 760 l.s⁻¹, t.j. 126,6 l.s⁻¹ na jednu studňu. V rámci intenzifikácie vodárenského zdroja bolo celkové odporučené množstvo $\sum Q_{\text{ODP}} = 600 \text{ l.s}^{-1}$ prehodnotené na kapacitu $Q = 900 \text{ l.s}^{-1}$ (Vavrová et al., 1994) V roku 1993 došlo k zníženiu odberu vody z dôvodu obmedzenia dodávky vody pre Bratislavu a Podhorský SV. Studne začali byť využívané v prerušovanej prevádzke, iba studňa HGŠ-9 bola naďalej kontinuálne čerpaná (z dôvodu monitorovania a zachovania kontinuity sledovania akosti). V priebehu roka 1993 sa odber postupne znižoval z 756 l.s⁻¹ na približne 218 l.s⁻¹. V rokoch 1994–1999 bola priemerná mesačná výdatnosť zdroja 225 l.s⁻¹, v ďalšom období sa ešte znížila na 156 l.s⁻¹ (január 2000–apríl 2004). Najnižší odber bol v mesiacoch október 2003–apríl 2004, priemerne len 88 l.s⁻¹. Od roku 2005 sa mesačná výdatnosť pohybovala medzi 131–260 l.s⁻¹, priemerne 190 l.s⁻¹.

Prehľad odberov podzemnej vody z vod. zdroja Šamorín v m³ za roky 2007 – 2011 uvádzame v nasledujúcej tabuľke:

	2007	2008	2009	2010	2011
I.	594300	475780	559320	575 940	1 014 140
II.	538930	468800	466730	514 110	763 630
III.	591510	482280	535210	665 690	857 380
IV.	462540	484830	518050	695 430	873 690
V.	507100	513180	532380	858 900	1 031 680
VI.	471960	485000	476590	951 370	990 200
VII.	480380	497820	559250	1 018 860	824 940
VIII.	507860	505010	515650	753 290	545 520
IX.	481560	491370	528180	978 920	529 690
X.	486330	498110	549170	1 020 850	544 850
XI.	502060	527890	538030	934 510	493 640
XII.	490990	499520	540710	877 830	531 210
Spolu:	6115520	5929590	6319270	9 845 700	9 000 570

Chemické zloženie podzemnej vody v predmetnej oblasti je dané v zásade synergickým pôsobením 4 základných skupín mineralizačných faktorov, ktoré sa realizujú v daných hydrogeologických podmienkach a hydraulických pomeroch:

- A. Infiltrujúca voda Dunaja ako primárny zdroj mineralizácie podzemnej vody – tento faktor vyplýva z preukázaných hydraulických vzťahov s dostatočnou presnosťou .
- B. Oxidačno-redukčné podmienky resp. oxidačno-redukčný (redox) potenciál podzemnej vody. Z tohto hľadiska je zvlášť dôležitý kyslíkový režim – je ovplyvnený množstvom rozpusteného kyslíka vo vode, ktorý sa do podzemnej vody dostáva s infiltrujúcou riečnou vodou, difúznymi procesmi a pri kolísaní hladiny vody aj s disperziou. Kyslík je pri infiltrácii najdôležitejším oxidačným činiteľom. Reakcie za súčasnej spotreby kyslíka prebiehajú najintenzívnejšie na prvých metroch infiltračnej dráhy, v tzv. kolmatačnej vrstve, čo potvrdzuje aj prudký pokles kyslíka (kyslíkový skok). Pokles rozp. O₂ ovplyvňuje aj množstvo ďalších činiteľov, ako napr. hrúbka nenasýtenej zóny, kolísanie hladiny podzemnej vody ovplyvnené kolísaním hladiny vody v toku, prípadne „nasávanie“ kyslíka vplyvom depresného kužela pri zvýšenom odčerpávaní vody, a pod. Zhoršenie kyslíkových pomerov v infiltrovanej vode sa prejavuje okrem iného aj zvýšenou koncentráciou železa a mangánu, prípadne aj ďalších nežiaducich zložiek najmä v okolí zdroja.
- C. Mineralizačné procesy v horninovom prostredí obehu resp. v systéme hornina – voda – plyn s uplatnením sa časovej dimenzie ich trvania (dĺžka styku vody s horninovým prostredím).
- D. Antropogénne faktory súvisiace s vplyvmi ľudskej činnosti na kvalitu podzemnej vody. Na znečistení Dunaja sa podieľa priemyselná a komunálna odpadová voda z bodových zdrojov znečistenia, z plošných zdrojov najmä poľnohospodárska činnosť, ale taktiež potenciálnym zdrojom je lodná doprava.

Z hydrogeochemického hľadiska ide v predmetnom území o vcelku homogénny hydrochemický režim podzemnej vody s charakteristickým sezónnym kolísaním a s typickým zónovaním so vzdialenosťou od rieky Dunaj, z ktorej je podzemná voda dotovaná.

Doterajšie výsledky monitoringu preukazujú, že vysoký rozptyl hodnôt celkovej mineralizácie vôd Dunaja (podmienený hlavne sezónnou variabilitou a veľkosťou prietoku

rieky) sa po infiltrácii postupne eliminuje v dôsledku mineralizačných procesov v horninovom prostredí a to vždy iným osobitným spôsobom v závislosti na konkrétnom hydraulickom vzťahu k povrchovému toku Dunaj, ktorým sa konkrétny monitorovaný objekt vyznačuje.

Priemerná celková mineralizácia podzemnej vody sa pohybuje na úrovni 320–500 mg.l⁻¹, voda vykazuje vysokú stabilitu chemického zloženia vyhraneného Ca-HCO₃ typu.

Kvalitatívne zmeny v kolektore podzemných vôd sú prisudzované zmene prírodných podmienok, vyvolaných uvedením VDG do prevádzky (r. 1992).

- v prípade VZ Šamorín došlo k zjavnému poklesu priemernej hodnoty celkovej mineralizácie podzemnej vody po napustení zdrže (z približne 392 mg.l⁻¹ na 350 mg.l⁻¹, t.j. cca o 42 mg.l⁻¹, – pritom obsah rozp. O₂ bol v oblasti VZ Šamorín pred napustením zdrže v priemere o niečo vyšší (1,1 mg.l⁻¹) a poklesol po napustení zdrže na priemernú hodnotu 0,51 mg.l⁻¹ – t.j. približne na úroveň aká je vo VZ Kalinkovo,
- pokles obsahu hydrogénuhličitanov bol približne 227 mg.l⁻¹ na 219 mg.l⁻¹, ale sprevádzaný výraznejším poklesom koncentrácie síranov, až o 7–8 mg.l⁻¹ (z priemernej hodnoty približne 41 mg.l⁻¹ na hodnotu 34 mg.l⁻¹,
- na rozdiel od kalinkovskej oblasti je v lokalite VZ Šamorín stabilita koncentrácií všetkých hlavných zložiek (Ca²⁺, HCO₃⁻, SO₄²⁻ a Cl⁻) väčšia a bez výraznejšieho trendu nárastu z dlhodobého pohľadu,
- z vyhodnotených údajov je zrejмый badateľný rozdiel v priemernej koncentrácii železa pred a po napustení zdrže (nárast z 0,048 mg.l⁻¹ na 0,113 mg.l⁻¹ Fe²⁺), ale evidované sú len malé zmeny priemernej koncentrácie mangánu po napustení zdrže v porovnaní so stavom pred napustením, koncentrácie Mn²⁺ ostávajú zväčša na úrovni alebo pod 0,01 mg.l⁻¹,
- zrejмый je tiež celkove nižší obsah amónnych iónov v tejto lokalite ako pred tak aj po napustení zdrže (vo VZ Šamorín na úrovni okolo 0,012–0,013 mg.l⁻¹, v šamorínskej oblasti celkove 0,033 mg.l⁻¹ pred napustením a v priemere 0,028 mg.l⁻¹ po napustení zdrže),
- v oblasti VZ Šamorín je však menej výrazný pokles priemernej koncentrácie dusičnanov po napustení zdrže (v objektoch VZ zo 7,73 mg.l⁻¹ na 5,98 mg.l⁻¹), pričom v ostatných pozorovacích objektoch sa koncentrácie dusičnanov pohybujú na úrovni 6 až 7 mg.l⁻¹ ako pred, tak aj po napustení zdrže,
- za signifikantný je považovaný pokles priemernej koncentrácie síranov po napustení zdrže (z 41,44 mg.l⁻¹ na 33,72 mg.l⁻¹ v prípade VZ Šamorín a z 40,13 mg.l⁻¹ na 35,65 mg.l⁻¹ obecné v tejto lokalite), pričom ale priemerné koncentrácie chloridov sú približne rovnaké (17,9 až 19,2 mg.l⁻¹),
- pre porovnanie zmien parametrov indikujúcich prítomnosť organických látok (CHSK_{Mn} a TOC) nie sú ani v prípade VZ Šamorín k dispozícii relevantné údaje z etapy pred napustením zdrže, po napustení však tieto hodnoty indikujú vcelku nízky obsah organických látok (CHSK_{Mn} v priemere 0,7 mg.l⁻¹ a TOC 1,45 mg.l⁻¹ vo VZ Šamorín a 1,53 mg.l⁻¹ vo všetkých objektoch šamorínskej oblasti) – nižší ako v prípade VZ Kalinkovo.

Kvalita podzemnej vody na záujmovej lokalite, ktorá je súčasťou Chránenej vodohospodárskej oblasti Žitný ostrov budovanej veľkými mocnosťami kvartérnych psefiticko-psamitických uloženín Dunaja, trvale vyhovuje akostným požiadavkám pre pitné účely.

**Štatistické spracovanie vybraných ukazovateľov kvality podzemnej vody
z vodárenského zdroja Šamorín**

Objekt	S-1		S-2		S-3		S-4		S-5		S-6	
[mg.l ⁻¹]	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Na ⁺	15,1	3,85	15,5	2,5	16,11	2,75	42	5,5	14,39	3	19,3	3
K ⁺	22	0,6	3,2	0,1	4,1	0,3	22,8	1	5,6	0,82	3,71	0,38
Ca ²⁺	114,83	7,21	98,1	2,81	94,59	8,44	212,6	57,3	100	43,68	115	38
Mg ²⁺	63,56	0,73	44,3	3,16	34,7	0,5	70,3	8,68	34,72	8,7	65,5	9,6
Fe ²⁺	2,91	0	5,65	0,04	8,9	0	0,09	0	1,75	0,01	1,8	0,06
Mn ²⁺	0,16	0	0,38	0	0,18	0	0,02	0	0,35	0	0,33	0
NH ₄ ⁺	1,17	0	1,16	0	0,96	0	1,94	0	1,6	0	0,62	0
Cl ⁻	58,5	8,9	30,8	2,9	29,25	3,9	168,7	11,9	41,3	9,43	49,8	6,1
SO ₄ ²⁻	119,38	1,2	77,03	1,23	136	1,6	132	20,5	77,8	6,5	110	18,4
NO ₂ ⁻	0,35	0	0,68	0	1,1	0	0,19	0	0,14	0	0,13	0
NO ₃ ⁻	36,8	0	22,1	0	28	0	25,89	0,8	17,1	0,4	25,7	0,1
PO ₄ ³⁻	0,35	0	0,62	0	0,1	0	0,1	0	1,14	0	0,19	0
HCO ₃ ⁻	513	48,8	387,3	30,5	363,4	25	473	192,15	311,2	178,1	344,7	107,5
Min.	722,56	97,21	570,45	72,36	529,91	117,53	912,11	323,25	572,83	307,28	583,18	301,94
O ₂	17,3	0	11,38	0	33,76	0	6,7	0	9,09	0	7,39	0
TOC	3,3	0,51	2,95	0,62	2,62	0,59	1,95	0,95	8,96	0,5	3	0,5

Vodárenský zdroj Hamuliakovo

Lokálny vodárenský zdroj Hamuliakovo leží v k.ú. rovnomennej obce a využíva sa na zásobovanie obyvateľov obce Hamuliakovo a Kalinkovo. Priamo v areáli vodárenského zdroja sa v minulosti realizovali prieskumné práce počas ktorých boli vybudované dva vrty RH-1 a RH-2 [PORUBSKÝ, 1958] z ktorých vrt RH-1 sa využíval na exploatačné účely. Práce prebehli v roku 1958, vrt RH-1 bol hlboký 55 m s perforáciou v intervale 44–51 m. V roku 2005 bol v tesnej blízkosti vrtu RH-1 zrealizovaný nový náhradný vrt HKS-1 (Tomana, Dzúrik, 2005). Vrt HKS-1 bol zrealizovaný do hĺbky 60 m s perforáciou v intervale 40–55 m. Na základe výsledkov čerpacej skúšky bol odporučený odber $Q_{ODP} = 32 \text{ l.s}^{-1}$. Pôvodný využívaný zdroj RH-1 bol odstavený a podzemná voda sa začala exploatovať z nového zdroja HKS-1.

Podzemná voda bola zachytená v kvartérnych fluviálnych sedimentoch. Jedná sa o vodu základného, výrazného kalcium-hydrogénuhličitanového (Ca-HCO₃) typu chemického zloženia, slabo mineralizovaná, neutrálna až slabo alkalická, studená, hypotonická a mikrobiologicky nezávadná.

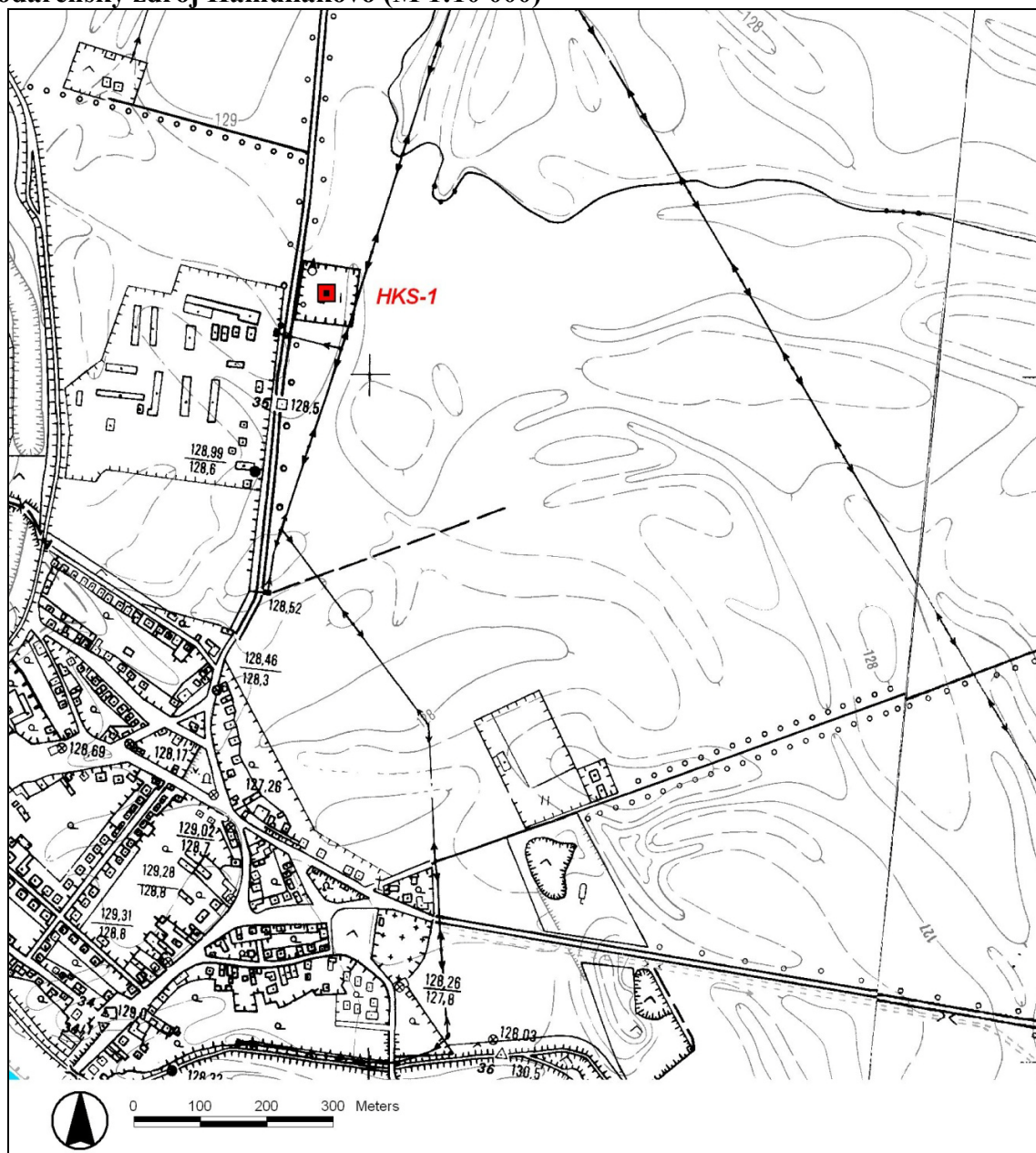
Oblasť Žitného ostrova, na ktorom sa vod. zdroj nachádza, predstavuje najvýznamnejšiu zásobáreň podzemnej vody na Slovensku. Priestor medzi Dunajom a Malým Dunajom reprezentuje ojedinelá a jedinečná štruktúra s kvalitnou podzemnou vodou, ktorej je potrebné venovať zvýšenú pozornosť z hľadiska kvalitatívnej a kvantitatívnej ochrany. Na ploche takmer 1400 km² bola preto vyhlásená Chránená vodohospodárska oblasť Žitný ostrov. Vyhlásenie bolo zrealizované prostredníctvom nariadenia vlády SSR č. 46/1978 Zb. o chránenej oblasti prirodzenej akumulácie vôd na Žitnom ostrove. Ide o tzv. širšiu – regionálnu ochranu podzemnej vody, ktorej poslanie vyplýva z § 31 zákona NR SR č. 364/2004 Z.z. o vodách a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) a mala by plniť ochrannú funkciu i pre vod. zdroj Hamuliakovo.

Po stránke kvality podzemnej vody boli v posledných rokoch zaznamenané negatívne dopady urbanizácie a prejavy starších i nových ekologických záťaží na prírodné prostredie, ktoré sa prejavili zvýšením obsahov H_2S vo vode. Preto je pred distribúciou do vodovodnej siete potrebná technologická úprava podzemnej vody zo studne HKS-1 v ÚV.

Štatistické spracovanie vybraných ukazovateľov

Objekt [mg.l ⁻¹]	HKS-1	
	Max.	Min.
Na^+	12,6	11,8
K^+	2,88	2,7
Ca^{2+}	71,1	63,8
Mg^{2+}	16,4	10,7
Fe^{2+}	0,075	<0,05
Mn^{2+}	0,015	<0,005
NH_4^+	<0,008	<0,008
Cl^-	18,5	16,9
SO_4^{2-}	19,8	19,7
NO_2^-	<0,05	<0,05
NO_3^-	0,46	0,266
HCO_3^-	302,6	276,3
Min.	441	426
CHSK_{Mn}	2,24	1,12
Redox	128	45
pH	7,21	6,82

Vodárenský zdroj Hamuliakovo (M 1:10 000)



Odbery z vod. zdroja Hamuliakovo v m³ za roky 2007 – 2011 ilustrujeme v nasledujúcej tabuľke:

	2007	2008	2009	2010	2011
I.	11625	11388	8383	10 035	12 790
II.	11875	10470	7310	9 523	11 122
III.	11406	10404	8645	11 137	10 701
IV.	12980	10049	10699	10 429	11 671
V.	13072	11920	11740	11 553	10 971
VI.	12949	13146	9825	11 278	12 847
VII.	12019	10579	11590	13 324	14 954
VIII.	11515	11839	11040	11 063	14 251
IX.	10709	9071	9380	8 890	12 680
X.	13058	9406	8892	12 691	10 253
XI.	13918	9753	10053	10 503	15 826
XII.	11506	8560	10397	12 743	12 186
Spolu:	146632	126585	117954	133 169	150 252

Zdroj sa najviac využíval v roku 2006, kedy bol priemerný mesačný odber 6,71 l.s⁻¹, najmenej v roku 1999, s priemerným mesačným odberom 2,33 l.s⁻¹. Priemerný mesačný odber z VZ za obdobie 1997–2008 bol 3,99 l.s⁻¹.

Použitá literatúra

- Atlas krajiny Slovenskej republiky. 2002. Ministerstvo životného prostredia SR.
- Bartolčík M., 1972: Ideový projekt pre výber lokality na stanovenie parametrov náhradného vodného zdroja Kalinkovo. I. čiastková záverečná správa. VÚVH Bratislava
- Császár G. [Ed.], 2000: Danube Region Environmental Geology Programme DANREG. Jahrb. Der Geol. Bundesanstalt Wien, pp 411 – 607
- Čaučík, P. 2008: Vodohospodárska bilancia SR. Kvantitatívna vodohospodárska bilancia za rok 2007, časť podzemné vody. SHMÚ, Bratislava.
- Čepecký, L., 1938: Tektonika Komárenského kotlíka a vývin podélného profilu čsl. Dunaje. Sbor. St. geol. Úst. ČSR 12, Praha
- Čubrík M. & Jarkovský J., 1993: SVD G-N Náhradné riešenie, VZ Kalinkovo – pozorovacie vrty. Záverečná správa. GEOS a.s. Bratislava
- Dzúrik J. – Kovács T. – Tomana J. – Vrana K., 2007: Revízia ochranných pásiem vodárenského zdroja Rusovce – Ostrovné Lúčky – Mokrad'. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Dzúrik J. – Tomana J. & Kovács T., 2008: Výpočet množstiev podzemných vôd pre oblasť Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad'. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Dzúrik J. – Tomana J. & Kovács T., 2012: Režimové sledovanie vodného zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad' v roku 2011. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Dzúrik, J. - Kovács, T. - Tomana, J. (2001): Prevádzkové režimové sledovanie VZ Pečniansky les. Záverečná správa za rok 2000. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Dzúrik, J. - Tomana, J. - Kovács, T. (2002): Prevádzkové režimové sledovanie VZ Pečniansky les. Záverečná správa za rok 2001. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Dzúrik, J. - Tomana, J. - Kovács, T. (2003): Prevádzkové režimové sledovanie VZ Pečniansky les. Záverečná správa za rok 2002. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Fordinál K., 1993: Nové poznatky o tektonických pomeroch centrálnej časti Bratislavy (v okrajovej zóne Podunajskej nížiny). Geol. Práce, Spr. 97, GÚDŠ, Bratislava 61-67
- Fordinál K., Nagy A., Raková J., 1992: Nové poznatky o geologickej stavbe centrálnej časti Bratislavy. Knih. ZPN, 15, Hodonín, 215-223
- Gaža B. et al., 1985: Záverečná správa vyhľadávacieho průzkumu na živice v Podunajské pánvi v letech 1973 - 1983, MS, Archiv MND, Hodonín
- Grambličková A. & Hudecová M., 1998: Záverečná správa o výsledkoch monitorovania režimu podzemných vôd v území vodných zdrojov Kalinkovo, Šamorín a Gabčíkovo za obdobie júl–december 1997 a za celé obdobie 1992–december 1997. Záverečná správa. ZsVAK, š.p. Bratislava
- Grambličková A., Takáčová J. & Hudecová M., 1997: Záverečná správa o výsledkoch monitorovania režimu podzemných vôd v území vodných zdrojov Kalinkovo, Šamorín a Gabčíkovo za obdobie 1.7.1996–31.12.1996 a rok 1996. Záverečná správa. ZsVAK, š.p. Bratislava
- Grambličková A., Vojtko A. & Hudecová M., 1996: Záverečná správa o výsledkoch monitorovania kvantitatívneho a kvalitatívneho režimu podzemných vôd v území vodných zdrojov Kalinkovo, Šamorín a Gabčíkovo za obdobie 1.7.1995–31.12.1995 a rok 1995. Záverečná správa. ZsVAK, š.p. Bratislava
- Hauskrecht I., Kovács T., Ilavský J., 1998: Vyhodnotenie hydrochemického režimu podzemných vôd v území II. PHO vodného zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad' (režim A6), syntéza záverečná správa (1997), HYDROsampling Bratislava
- Hauskrecht, I. (1998): Návrh optimalizácie prevádzkového hydrochemického režimu na v.z. Peč. les HYDRO sampling Bratislava s.r.o.
- Hauskrecht, I. - Kovács, T. - Žák, D. (1999): Vyhodnotenie hydrochemického režimu podzemných vôd v území II. PHO VZ Pečniansky les za obdobie roka 1998. Režim „C/6“. Záverečná správa. HYDRO sampling.
- Holubec M., Lindtner J. & Valko M., 1992: Prognóza zmien kvality podzemnej vody a predpokladaný spôsob jej úpravy vo vodných zdrojoch Žitného Ostrova. Konferencia pri príležitosti 40. výročia založenia ústavu – Posúdenie rôznych variantov VD Gabčíkovo. VÚVH Bratislava
- Horecká V. - Valovič Š., 1991: in Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu Bratislava 33/I
- Hucko P., Bíliková A. & Mišut O., 1992: Vplyv usadenín na množstvo a kvalitu infiltrujúcej vody. Konferencia pri príležitosti 40. výročia založenia ústavu – Posúdenie rôznych variantov VD Gabčíkovo. VÚVH Bratislava
- Janáček J., 1967: Tektonický výskum v oblasti vodného diela Dunaja, GUDŠ Bratislava
- Janáček, J., 1969: Nové stratigrafické poznatky o pliocénnej výplvi centrálnej časti Podunajskej nížiny. Geologické práce. Spr. (Bratislava), 50, 113–131
- Jaško, V. - Gajdoš, V. - Fendeková, M. - Kovács, T. (2000): Vodný zdroj Pečniansky les. Prevádzkové režimové sledovanie kvality vody. Záverečná správa za rok 1999.

- Kullman, E. ml. - Malík, P. - Patschová, A. - Bodiš, D. (2005): Vymedzenie útvarov podzemných vôd na Slovensku v zmysle Rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES. Podzemná voda XI/2005 č. 1, Slovenská asociácia hydrogeológov, ISSN 1335 - 1052, Bratislava, str. 5 - 18.
- Lehocký J., Bačík M., Kališ J., Lindtner J. & Szolgay J., 1991: Vplyv prevádzky vodného diela Gabčíkovo na prírodné prostredie. Súhrnná záverečná správa. VÚVH Bratislava
- Lukniš M. - Konček M., 1982: Atlas SSR – Ovzdušie a vodstvo, vydalo Vydavateľstvo VEDA Bratislava
- Mazúr E. & Lukniš M., 1980: Regionálne geomorfologické členenie, mapa 1:500 000, vydal Geografický ústav SAV Bratislava, 1980
- Mikita M., Baranovičová L., Lehotská J. & Výboch M., 2008: Prevádzkové režimové sledovanie 2007–2009 VZ Kalinkovo, záverečná správa za r. 2007. Geotest Bratislava, s.r.o.
- Mikita M., Baranovičová L., Lehotská J. & Výboch M., 2009: Prevádzkové režimové sledovanie 2007–2009 VZ Kalinkovo, záverečná správa za r. 2008. Geotest Bratislava, s.r.o.
- Mikita M., Baranovičová L., Lehotská J. & Výboch M., 2010: Prevádzkové režimové sledovanie 2007–2009 VZ Kalinkovo, záverečná správa za r. 2009. Geotest Bratislava, s.r.o.
- Mikita M., Baranovičová L., Lehotská J. & Výboch M., 2011: Prevádzkové režimové sledovanie 2010–2012 VZ Kalinkovo, záverečná správa za r. 2010. Geotest Bratislava, s.r.o.
- Mikita M., Baranovičová L., Lehotská J. & Výboch M., 2012: Prevádzkové režimové sledovanie 2010–2012 VZ Kalinkovo, záverečná správa za r. 2011. Geotest Bratislava, s.r.o.
- Mucha I. – Kocinger D. – Hlavatý Z. – Rodák D. – Banský Ľ. – Lakatosová E. & Kučárová K., 2004: Vodné dielo Gabčíkovo a prírodné prostredie, Súhrnné spracovanie výsledkov slovenského a maďarského monitoringu v oblasti vplyvu VD Gabčíkovo. Splnomocnenec vlády SR pre výstavbu a prevádzku sústavy vodných diel Gabčíkovo – Nagymaros
- Mucha I. – Rodák D. – Banský Ľ. – Hlavatý Z. – Lakatosová E. & Hlavatá O., 2009: Monitorovanie prírodného prostredia v oblasti VD Gabčíkovo, súhrnná správa za rok 2008. VV Bratislava
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 496/2010 z 8. decembra 2010, ktorým sa mení a dopĺňa NV SR č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.
- Némethy P., Bukvová J. & Bačová Z., 1981: Šamorín – hydrogeologický prieskum, podrobný prieskum – I. podetapa. Záverečná správa. IGHP Bratislava
- Némethy P., Mucha I., Pospíšil P., Pavlíková E. & Motlíková H., 1978: Šamorín – hydrogeologický prieskum. Záverečná správa. IGHP Bratislava
- Pechočiaková A. – Čepela J. – Ševčík J. & Markóová E., 1983: Vyhodnotenie prieskumných prác na lokalite Rusovce – Mokrad', II. časť. VZ Bratislava
- Pechočiaková A. – Holubec M. – Košťov K. & Ševčík J., 1990: Rozšírenie hydrogeologického prieskumu na VZ Rusovce – Ostrovné Lúčky, II. etapa. VZ Bratislava
- Pechočiaková A. – Valušiak I. – Lauková E. & Tadanaiová H., 1982: Rusovce – Ostrovné Lúčky – Mokrad', vyhodnotenie prieskumných prác, dielňa správa. VZ Bratislava
- Pechočiaková A. – Valušiak I. – Novomestská D. – Košťov K. – Lauková E. & Ševčík J., 1980: Rusovce – Ostrovné Lúčky – hydrogeologický prieskum – záverečná správa. VZ Bratislava
- Pechočiaková A. – Valušiak I. – Remenárová & Košťov K., 1978: Rusovce – Ostrovné Lúčky – hydrogeologický prieskum, I. etapa. VZ Bratislava
- Pechočiaková A. Adamus, Bukovská, Števušková, 1969: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu v Jarovciach a posúdenie hydrogeologických pomerov v území Petržalka - Čunovo, VZ Bratislava
- Pechočiaková A. et al., 1985: Rusovce – Ostrovné Lúčky – Mokrad', 4. časť, záverečná správa. VZ Bratislava
- Pechočiaková A., Čarabová, Bukovská, Mikócyová, 1974: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HVR-1 - vodáreň Rusovce, VZ Bratislava
- Pechočiaková A., Čarabová, Bukovská, Mikócyová, 1974: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HČ-1 vo vodárni v Čunove, VZ Bratislava
- Pechočiaková A., Jendraššák E., Pecho V., Bukovská E. & Makrányiová Z., 1973: Kalinkovo – doplňujúci hydrogeologický prieskum. Technická správa. VZ Bratislava
- Pechočiaková A., Supek, Adamus, Čarabová, Vávrová, Bukovská, Makrányiová, 1971: Jarovce – Rusovce, hydrogeologický prieskum, VZ Bratislava
- Petrovič Š. - Šoltis J., 1991.: in Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu Bratislava 33/I
- Porubský A., 1972: Vodný zdroj pre mesto Bratislava – lokalita Hamuliakovo–Šamorín–Čilistov, hydrogeologická štúdia. Manuskript. VZ Bratislava
- Pospíšil P. – Bodiš D. – Kovács T. & Pospíšilová M., 1999: Pásma hygienickej ochrany 2. stupňa Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad' (Revízia). Ekokonzult – Pospíšil Bratislava
- Pospíšil P. - Vass O. - Melioris L. - Repka T., 1978: Neotektonická stavba Žitného ostrova a príslušného územia Podunajskej nížiny, Mineralia Slovaca 10, str. 443-456, Bratislava

- Pospíšil P. a kol. 1998: Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad', monitoring hladín vôd (syntéza správa za roky 1992 až 1997), Ekokonzult – Pospíšil Bratislava
- Pospíšil P. a kol. 1999: Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad' 98, monitoring hladín vôd, Ekokonzult – Pospíšil Bratislava
- Pospíšil P. Bodiš D. Kovács T. Pospíšilová M., 1999: Pásma hygienickej ochrany 2. stupňa Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad' (Revízia), Ekokonzult – Pospíšil Bratislava
- Pospíšil P. Bodiš D. Kovács T. Pospíšilová M., 2003: Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad' 2002, monitorovanie kvantitatívneho a kvalitatívneho režimu podzemných vôd v oblasti PHO (ročná správa za rok 2002), Ekokonzult – Pospíšil Bratislava
- Pospíšil P., Bodiš D., Šivo A., Kovács T., Sikorová, Kost'ov K., Pospíšilová M., 1996: Rusovce - Ostrovné Lúčky - Mokrad' - doplnenie pozorovacích objektov, Ekokonzult – Pospíšil
- Pospíšil P., Mucha I., Némethy P. & Olejko Š., 1976: Šamorín – vodný zdroj pre Bratislavu. Záverečná správa. IGHP Bratislava
- Pospíšil, P. - Bodiš, D. - Rapant, S. 1997: Sedláčkov ostrov. Režimové sledovanie- chemizmus. Ekokonzult Bratislava.
- Pospíšil, P. - Žák, D. - Kovács, T. 1997: Optimalizácia riadenia odberov vody zo Sedláčkového ostrova v Devíne. Ekokonzult Bratislava.
- Pospíšil, P., Bodiš, D., Kovács, T., Pospíšilová, M.: Pásma hygienickej ochrany vodného zdroja. Ostrov Sihot'- Karlova Ves. Ekokonzult Bratislava, 1999.
- Pospíšil, P., Bodiš, D., Kovács, T., Pospíšilová, M.: Pilotný monitoring zdroja Sihot', Karlova Ves, Bratislava IV., r. 2002. Záverečná správa. Ekokonzult Bratislava, 2003.
- Pospíšil, P., Kovács, T., Pospíšilová, M.: Režimové sledovanie nízkych stavov podzemnej vody (júl, august) VZ ostrov Sihot' 2003. Záverečná správa. Ekokonzult Bratislava, 2003.
- Pospíšil, P.: Prevádzkové režimové sledovanie VZ ostrov Sihot' 2003. Záverečná správa. Ekokonzult Bratislava, 2003.
- Rekonštruované nariadenie vlády SR č. 354/2006 Z. z. z 10. mája 2006 ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu.
- Repka T., Mucha I. & Olejko Š., 1973: Vodný zdroj pre mesto Bratislavu – lokalita Šamorín. Záverečná správa. IGHP Bratislava
- STN 73 6614 Skúšky zdrojov podzemnej vody. Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo, 1999
- STN 75 7221 Kvalita vody. Klasifikácia kvality povrchových vôd. Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo, 1999
- Supek J., Lehocký J., Bartolčík M., Kirschová M., Mišút O. & Olajšová H., 1974: Záverečné zhodnotenie vodného zdroja Kalinkovo. Záverečná správa. VÚVH Bratislava
- Šlahor L. et al., 1957: Zpráva o základnom geologickom výskume štvrtohorných pokryvných útvarov Veľkého Žitného ostrova za rok 1956. GÚDŠ Bratislava
- Šuba J. et al., 1984: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska, 2. vydanie, vydal SHMÚ Bratislava
- Takáčová a kol., 1972: Hamuliakovo – Kalinkovo – Bratislava – náhradný vodný zdroj, primárna dokumentácia. VZ n.p. Bratislava
- Tomana J. – Dzúrik J. & Kovács T., 2008: Režimové sledovanie vodného zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad', etapa za rok 2007. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Tomana J. – Dzúrik J. & Kovács T., 2009: Režimové sledovanie vodného zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad', etapa za rok 2008. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Tomana J. – Dzúrik J. & Kovács T., 2010: Režimové sledovanie vodárenského zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad', etapa za rok 2009. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Tomana J. – Dzúrik J. & Kovács T., 2011: Režimové sledovanie vodárenského zdroja Rusovce – Ostrovné lúčky – Mokrad', etapa za rok 2010. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Tomana J. & Dzúrik J., 2005: Vodný zdroj Kalinkovo – vrt HKS-1. Záverečná správa. TerraTest s.r.o.
- Tomana J., Dzúrik J. & Kovács T., 2008: Vodný zdroj Šamorín – prevádzkové režimové sledovanie v roku 2007. Záverečná správa. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Tomana J., Dzúrik J. & Kovács T., 2009: Vodný zdroj Šamorín – prevádzkové režimové sledovanie v roku 2008. Záverečná správa. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Tomana J., Dzúrik J. & Kovács T., 2010: Vodný zdroj Šamorín – prevádzkové režimové sledovanie v roku 2009. Záverečná správa. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Tomana J., Dzúrik J. & Kovács T., 2011: Vodný zdroj Šamorín – prevádzkové režimové sledovanie v roku 2010. Záverečná správa. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Tomana J., Dzúrik J. & Kovács T., 2012: Vodný zdroj Šamorín – prevádzkové režimové sledovanie v roku 2011. Záverečná správa. GEOSPEKTRUM s.r.o.
- Tomlain J., 1991: in Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu Bratislava 33/I

- Valušiak I. – Pechočiaková A. – Novomestská D. & Kost'ov K., 1979: Rusovce – Ostrovné Lúčky – I. etapa, vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu ST-1/A. VZ Bratislava
- Varga, M. – Vrana, K – Kovács, T. 2010: Vodárenský zdroj SEDLÁČKOV OSTROV (DEVÍN) – monitoring kvantitatívneho a kvalitatívneho režimu podzemných vôd v hydrologickom roku 2010. EKOHYDROGEO spol. s r.o., Bratislava.
- Varga, M. – Vrana, K – Kovács, T. 2011: Vodárenský zdroj SEDLÁČKOV OSTROV (DEVÍN) – monitoring kvantitatívneho a kvalitatívneho režimu podzemných vôd v hydrologickom roku 2010. EKOHYDROGEO spol. s r.o., Bratislava.
- Varga, M., – Kovács, T. 2010: Vodárenský zdroj OSTROV SIHOŤ (Karlova Ves) – monitoring kvantitatívneho a kvalitatívneho režimu podzemných vôd v hydrologickom roku 2011. EKOHYDROGEO spol. s r.o., Bratislava.
- Vass D. et al., 1986: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov panónskej panvy na území ČSSR, mapa 1:500 000, vydal GÚDŠ a Geofond Bratislava
- Vaškovský I. et al. 1988: Geologická mapa Bratislavy a okolia. SGÚ & GÚDŠ Bratislava
- Vilinovič, V. - Hurtíková, A. - Zatlakovič, M. - Durdiaková, Ľ. – Lehotská, J. (2010): Prevádzkové režimové sledovanie 2007-2009 VZ Pečniansky les. Záverečná správa za rok 2009. GEOtest Bratislava s.r.o.
- Vilinovič, V. - Hurtíková, A. - Zatlakovič, M. - Durdiaková, Ľ. (2008): Prevádzkové režimové sledovanie 2007-2009 VZ Pečniansky les. Záverečná správa za rok 2007. GEOtest Bratislava s.r.o.
- Vilinovič, V. - Hurtíková, A. - Zatlakovič, M. - Durdiaková, Ľ. (2009): Prevádzkové režimové sledovanie 2007-2009 VZ Pečniansky les. Záverečná správa za rok 2008. GEOtest Bratislava s.r.o.
- Vilinovič, V. - Hurtíková, A. - Zatlakovič, M. – Lehotská, J. (2010): Prevádzkové režimové sledovanie 2010-2012 VZ Pečniansky les, z. č. 09 035. Projekt na rok 2010.
- Vilinovič, V. - Hurtíková, A. - Zatlakovič, M. - Valášková, Ľ. (2004): Režimové sledovanie VZ Pečniansky les, z. č. 02 017. Záverečná správa za rok 2003. GEOtest Bratislava, s.r.o.
- Vilinovič, V. - Hurtíková, A. - Zatlakovič, M. - Valášková, Ľ. (2005): Režimové sledovanie VZ Pečniansky les, z. č. 03 027. Záverečná správa za rok 2004. GEOtest Bratislava, s.r.o.
- Vilinovič, V. - Hurtíková, A. - Zatlakovič, M. - Valášková, Ľ. (2006): VZ Pečniansky les - prevádzkové režimové sledovanie. Záverečná správa za rok 2005. GEOtest Bratislava s.r.o.
- Vilinovič, V. - Hurtíková, A. - Zatlakovič, M. - Valášková, Ľ. (2007): VZ Pečniansky les – prevádzkové režimové sledovanie 2006. Záverečná správa za rok 2006. GEOtest Bratislava, s.r.o.
- Vrana, K. - Žák, D. - Kovács, T. - Kúšiková, S. - Pospiechová, O. - Naštický, J. 2003: Vodný zdroj Sedláčkov ostrov (Devín), pilotný monitoring. HYDEKO-KV Bratislava.
- Zborník prác SHMÚ 33/I. Klimatické pomery na Slovensku. Vybrané charakteristiky, Alfa Bratislava 1991.
- Žák, D - Kovács, T. (1998): Vodný zdroj Pečniansky les. Doplnujúce režimové sledovanie v roku 1998. Návrh minimalizovaného rozsahu a spôsobu prevádzkového režimového sledovania. ZALGEO - Dušan Žák.
- Žák, D. - Kovács, T. (1999): Vodný zdroj Pečniansky les. Doplnujúce režimové sledovanie v roku 1998. Záverečná správa. ZALGEO - Dušan Žák.
- Žák, D. - Vrana, K. - Kovács, T. 2007: Vodný zdroj Sedláčkov ostrov. Monitoring vodného zdroja v roku 2007. ZALGEO Bratislava.
- Žák, D. - Vrana, K. - Kovács, T. 2008: Vodný zdroj Sedláčkov ostrov. Monitoring vodného zdroja v roku 2008. ZALGEO Bratislava.
- Žák, D. - Vrana, K. - Kovács, T. 2009: Vodný zdroj Sedláčkov ostrov. Monitoring vodného zdroja v roku 2009. ZALGEO Bratislava.
- Žák, D., Kovács, T.: Vodný zdroj ostrov Sihoť (Karlova Ves). Monitoring vodného zdroja v roku 2005. Záverečná správa. Zalgo Bratislava, 2005.
- Žák, D., Kovács, T.: Vodárenský zdroj ostrov Sihoť (Karlova Ves). Monitoring vodného zdroja v roku 2008. Záverečná správa. Zalgo Bratislava, 2008.
- Žák, D., Kovács, T.: Vodárenský zdroj ostrov Sihoť (Karlova Ves). Monitoring vodného zdroja v roku 2008. Záverečná správa. Zalgo Bratislava, 2009.