



INGEO a.s. ŽILINA, Bytčická 16, 010 01 ŽILINA

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA

Evidenčné číslo Geofondu: 1012/2022

Názov geologickej úlohy: **Rajecké Teplice – zdroj pitnej vody VZ-3**

Číslo geologickej úlohy: 226063

Druh geologických prác: hydrogeologický prieskum

Etapa geologického prieskumu: podrobný hydrogeologický prieskum

Objednávateľ: Slovenské liečebné kúpele Rajecké Teplice, a.s.
Panenská 33
811 03 Bratislava

Zhotoviteľ geologických prác: INGEO, a.s. ŽILINA
Bytčická 16,
010 01 Žilina

Zástupca zhotoviteľa geologických prác: Ing. Jaroslav Urbaník

Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy: Ing. Jaroslav Urbaník

Spolupracovala: Mgr. Eva Méryová

Dátum vyhotovenia: 15. február 2024



INGEO a.s. ŽILINA
Bytčická 16
010 01 ŽILINA
IČO: 31562795, IČ DPH: SK2020427706

Mgr. Richard Kováč
generálny riaditeľ a. s.

1. ÚDAJE O ÚZEMÍ	1
2. CIEĽ GEOLOGICKEJ ÚLOHY	1
3. ÚDAJE O PROJEKTE	2
4. CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV	3
4.1 Geomorfologická, klimatická a hydrologická charakteristika	3
4.2 Geologická stavba.....	6
4.3 Hydrogeologická charakteristika	9
4.4 Územia chránené osobitnými predpismi	9
5. DOTERAJŠIA GEOLOGICKÁ A HYDROGEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ	10
6. POSTUP RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY	13
6.1 Metodika, postup a časová nadväznosť realizovaných prác	13
6.2 Vrtné práce	13
6.3 Hydrodynamická skúška	13
6.4 Vzorkovanie a laboratórne práce	14
6.5 Spôsob nakladania s odpadmi	15
7. VÝSLEDKY RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY	15
7.1 Priestorové vymedzenie skúmaného vodného útvaru	15
7.2 Vrtné práce	16
7.3 Hydrodynamická skúška	17
7.3.1 Stúpacie skúšky a hydraulické parametre kolektorov	23
7.4 Chemické zloženie a kvalita podzemnej vody	26
7.5 Hodnotenie výsledkov vrtu VZ-3 vo vzťahu k zdrojom VZ-1, VZ-2, prírodným liečivým zdrojom, prírodným minerálnym zdrojom a zdrojom minerálnej vody v Rajeckých Tepliciach	32
7.6 Súčasné odbery podzemnej vody	34
8. VÝPOČET VYUŽITEĽNÉHO MNOŽSTVA PODZEMNEJ VODY PRE VRT VZ-3	34
8.1 Metodika výpočtu využiteľného množstva podzemnej vody	34
8.2 Výpočet využiteľného množstva podzemnej vody.....	35
8.3 Kategorizácia a využiteľnosť podzemnej vody.....	37
9. VPLYV VYUŽÍVANIA VRTU VZ-3 NA KVALITU PODZEMNEJ VODY	37
10. NÁVRH NA OPTIMÁLNE VYUŽITIE VRTU VZ-3 A JEHO OCHRANU	38
10.1 Spôsob exploatácie vrtu VZ-3.....	38
10.2 Návrh prevádzkového monitoringu.....	38
10.3 Návrh opatrení na ochranu vrtu VZ-3 a návrh ochranných pásiem.....	38
10.4 Vplyv využívania vrtu VZ-3 na životné prostredie.....	39
11. ÚDAJE O ULOŽENÍ GEOLOGICKEJ DOKUMENTÁCIE.....	39
12. ZÁVER A ODPORÚČANIA.....	39
13. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....	41

Zoznam príloh :

- Príloha 1: Dokumentácia vrtu VZ-3
- Príloha 2: Dokumentácia hydrodynamickej skúšky vo vrte VZ-3 (len na CD nosiči)
- Príloha 3: Chemické analýzy podzemnej vody
- Príloha 4: Namerané a modelované hladiny vo vrte VZ-3
- Príloha 5: Návrh na schválenie využiteľného množstva podzemnej vody pre vrt VZ-3
v Rajeckých Tepliciach
- Príloha 6: Kópia rozhodnutia s doložkou právoplatnosti Okresného úradu životného prostredia
v Žiline
- Príloha 7: Elektronická verzia záverečnej správy na CD nosiči

Zoznam obrázkov:

strana č.:

Obrázok 1: Prehľadná situácia M = 1 : 10 000	2
Obrázok 2: Grafy vodného stavu Rajčianky, apríl – jún 2023	6
Obrázok 3: Geologická mapa skúmaného územia M = 1 : 10 000 (zdroj: http://mapserver.geology.sk/gm50js)	8
Obrázok 4: Vyčlenenie skúmaného vodného útvaru	16
Obrázok 5: Graf hydrodynamickej skúšky vo vrte VZ-3	18
Obrázok 6: Grafy hladiny v zdrojoch BJ-19, BJ-22, BJ-21, RT-1 a VZ-1 počas hydrodynamickej skúšky vo vrte VZ-3	22
Obrázok 7: Vyhodnotenie stúpavej skúšky v programe CERPW (15. 5. – 16. 5. 2023)	24
Obrázok 8: Vyhodnotenie stúpavej skúšky v programe CERPW (13. 6. – 14. 6. 2023)	25
Obrázok 9: Namerané a modelované zníženie hladiny podzemnej vody vo vrte VZ-3	37

Zoznam tabuliek:

strana č.:

Tabuľka 1: Zrážkomerné údaje v mm za obdobie 1951 – 2000, stanica Rajecké Teplice (prevzaté od Kanderu, 2017)	4
Tabuľka 2: Priemerné ročné prietoky Rajčianky v m ³ , stanica 6 300 (Kandera, 2017, Šalaga et al, 1995)	10
Tabuľka 3: Údaje archívnych vrtov	11
Tabuľka 4: Vybrané údaje z dokumentácie hydrodynamickej skúšky vo vrte VZ-3	17
Tabuľka 5: Údaje o hladine podzemnej vody a hrúbke zvodnenca vo vrte VZ-3	19
Tabuľka 6: Údaje o hladine podzemnej vody vo vrte VZ-1	20
Tabuľka 7: Čerpané množstvá podzemnej vody z vrtu VZ-1	20
Tabuľka 8: Vybrané údaje o hladine podzemnej vody vo vrtoch VZ-3 a VZ-1	21
Tabuľka 9: Štatistické údaje o hladine podzemnej vody vo vrte VZ-2	21
Tabuľka 10: Štatistické údaje monitoringu zdrojov v Rajeckých Tepliciach	22
Tabuľka 11: Hydraulicke parametre	26
Tabuľka 12: Údaje z terénnych meraní	27
Tabuľka 13: Vybrané chemické ukazovatele podzemnej vody vo vrtoch a vody Rajčianky	27
Tabuľka 14: Výsledky mikrobiologicko-biologických analýz	29
Tabuľka 15 : Výsledky analýzy anorganických ukazovateľov	30
Tabuľka 16: Výsledky analýzy organických ukazovateľov	30
Tabuľka 17: Výsledky analýzy ukazovateľov, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť kvalitu pitnej vody	31
Tabuľka 18: Výsledky analýzy látok, ktorých prítomnosť v pitnej vode je žiaduca	31
Tabuľka 19: Výsledky analýzy rádiologických ukazovateľov	32
Tabuľka 20: Vybrané údaje hydrodynamickej skúšky vo vrtoch VZ-3 a VZ-1	32
Tabuľka 21: Prognóza hladiny podzemnej vody vo vrte VZ-3 po 1 roku	37

1. ÚDAJE O ÚZEMÍ

Geologické práce, ktorých výsledky sú vyhodnotené v predloženej správe, boli vykonané v území extravilánu kúpeľného miesta Rajecké Teplice, na parcele č. 571, ktorá je vo vlastníctve objednávateľa - Slovenských liečebných kúpeľov Rajecké Teplice, a. s., s nasledovnými identifikačnými údajmi:

Kraj: Žilinský, číselný kód 5

Okres: Žilina, číselný kód 511

Obec: Rajecké Teplice, číselný kód 517 933,

Katastrálne územie: Poluvsie nad Rajčankou, číselný kód 848 123.

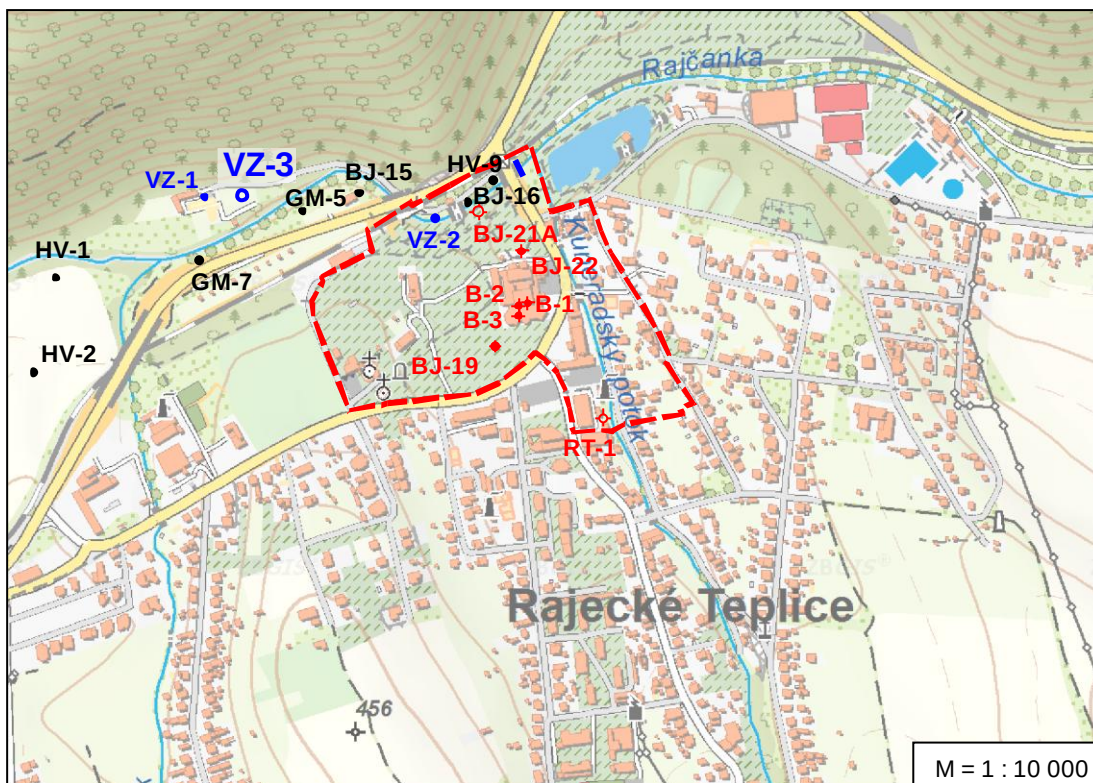
2. CIEĽ GEOLOGICKEJ ÚLOHY

Slovenské liečebné kúpele Rajecké Teplice, a. s. majú vo vlastníctve 2 zdroje pitnej vody – VZ-1 (označená aj ako studňa VZ-1) a VZ-2 (hydrogeologický vrt), z ktorých je využívaná podzemná voda akumulovaná v odlišných kolektoroch. Z vrtu VZ-1 je využívaná voda zo štrkového kolektora náplavov Rajčianky, podzemná voda vo vrte VZ-2 je akumulovaná v strednotriasových vápencov hronika.

Výrazný deficit zrážok v mesiacoch máj – august 2022 s negatívnym dopadom na prietok tokov a stavy hladiny podzemnej vody v kvartérnom kolektore mal vplyv na pokles hladiny a na nedostatočné okamžité čerpané množstvá zo zdroja VZ-1. Z uvedených dôvodov sa objednávateľ rozhodol pre realizáciu geologických prác, ktorých požadovaným výstupom je vrt s predpokladaným disponibilným množstvom podzemnej vody okolo 3 – 4 l.s⁻¹, ktorý by plnil funkciu doplnkového, resp. rezervného zdroja k studni VZ-1.

Cieľom riešenia úlohy bolo vyhotovenie vrtu s kvalitou vody vyhovujúcou pre pitné účely, vypracovanie návrhu využiteľného množstva podzemnej vody v kategórii B. Druh a rozsah geologických prác bol projektovaný a realizovaný tak, aby nový zdroj podzemnej vody splnil všetky náležitosti legislatívnych podmienok pre vodárenský zdroj podzemnej vody a bez ohrozenia parametrov existujúcich využívaných zdrojov VZ-1 a VZ-2.

Pozícia vrtu VZ-3 a zdrojov VZ-1 a VZ-2 je na obrázku 1. Na záver ešte jedna informácia – vrt VZ-2 je situovaný v severnej okrajovej časti ochranného pásma I. stupňa prírodných liečivých zdrojov B-1, B-2, B-3, BJ-19 a BJ-22 (BJ-22 je aj prírodný minerálny zdroj) v Rajeckých Tepliciach, vrt VZ-3 a VZ-1 sú situované v ochrannom pásme II. stupňa. Hranice ochranných pásiem, druhy povolených a zakázaných činností upravuje vyhláška č. 79/2022 Z. z. Situácia zdrojov, vrtov a ochranné pásma prírodných liečivých zdrojov a prírodných minerálnych zdrojov v Rajeckých Tepliciach sú znázornené na obrázku 1.



- **VZ-3** hydrogeologický vrt
- **VZ-1** vodárenský zdroj podzemnej vody
- ♦ **BJ-19** prírodný liečivý zdroj
- ◊ **BJ-21A** využívaný vrt s minerálnou vodou
- **HV-1** archívny hydrogeologický alebo mapovací vrt
-  monitorovanie vodného stavu Rájanky
-  ochranné pásmo PLZ a PMZ I. stupňa v Rajeckých Tepliciach

Obrázok 1: Prehľadná situácia M = 1 : 10 000

3. ÚDAJE O PROJEKTE

Projekt geologickej úlohy bol vypracovaný v novembri 2022 a schválený objednávateľom v rovnakom mesiaci toho istého roku. Ako už bolo uvedené v predchádzajúcej kapitole, pre splnenie cieľa úlohy bol druh a rozsah geologických prác projektovaný tak, aby nový vrt splnil všetky náležitosti legislatívnych podmienok pre vodárenský zdroj podzemnej vody.

Na riešení úlohy sa podieľali dve firmy – zhotoviteľ geologických prác INGENEO a.s. ŽILINA (vrtné práce, hydrodynamická skúška, geologické činnosti) a INGENEO- ENVILAB s. r. o. Žilina (analýzy vzoriek podzemnej vody), laboratórium je zapísané v zozname vedenom Štátnou kúpeľnou komisiou pri Ministerstve zdravotníctva Slovenskej republiky.

Zodpovedným riešiteľom bol menovaný Ing. Jaroslav Urbaník, na riešení úlohy sa podieľala Mgr. Eva Méryová.

Pred začiatkom vykonávania geologických prác boli urobené všetky príslušnou legislatívou požadované kroky. Boli oslovené všetky relevantné organizácie (Inšpektorát kúpeľov a žriediel Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky, Okresný úrad životného prostredia Žilina, Slovenský vodohospodársky podnik, š.p. Piešťany, Slovenský rybársky zväz – Rada Žilina). Ich stanoviská k projektu Okresný úrad životného prostredia v Žiline zohľadnil v povolení č. OU-ZA-OSZP3-2023/011812-003 zo dňa 20. 2. 2023, ktoré nadobudlo právoplatnosť 13. 3. 2023. Kópia rozhodnutia s doložkou právoplatnosti je v prílohe 6.

4. CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV

4.1 Geomorfologická, klimatická a hydrologická charakteristika

Územie mesta Rajecké Teplice a jeho okolie sa nachádzajú v severovýchodnej okrajovej časti Rajeckej kotliny, ktorá tvorí podcelok Žilinskej kotliny. Miesto vrtu, resp. vykonaných geologických prác, sú lokalizované v extraviláne Rajeckých Teplíc, v priestore medzi riekou Rajčianka a horským celkom Skalky.

Rajecká kotlina (podcelok Žilinskej kotliny) predstavuje tektonickú depresiu v priestore medzi Malou Fatrou, Strážovskými vrchmi a Súľovskými vrchmi. Severné ohraničenie Rajeckej kotliny v oblasti Rajeckých Teplíc tvorí antiklinála Skaliek, ktorá je súčasťou Súľovských skál. Tvorí výrazný osobitný morfologický útvar, tvorený horninami vyvlečenými z podložia Rajeckej kotliny – kriedovými sedimentmi krížňanského príkrovu s izolovanými troskami hronika. Najvyššia kóta Skalky dosahuje 778 m n. m.

Nadmorské výšky v Rajeckej kotline sa pohybujú od 380 do 580 m n. m., relatívne výšky v intervale 50 – 100 m. V mieste Rajeckých Teplíc sa nadmorská výška pohybuje okolo 410 – 415 m n. m., v mieste vrtu VZ-3 je to 412,3 m n. m. Reliéf kotliny, vzhľadom na prevládajúci pelitický charakter hornín tvoriacich geologickú stavbu, je pahorkatinný. Podľa charakteru územia sú tu rozlíšené dva stupne, a to rovinaté územie poriečnej nivy Rajčianky a jej väčších prítokov, a pahorkatiny vytvorené prevažne na paleogénnych horninách.

Skúmané územie sa nachádza na ľavom brehu Rajčianky. Niva Rajčianky približne od obce Zbýňov je asymetricky vyvinutá, v podstate celá šírka nivy s maximom okolo 500 m je na pravej strane toku. Od Zbýňova je koryto toku „zatisnuté“ k úpätiu horského celku Skaliek. Maximálna šírka nivy v ľavostrannej časti toku je práve v mieste vrtu VZ-3 – 30 – 40 m, inak je to len okolo 20 m.

Nasledujúca časť kapitoly je spracovaná s použitím údajov, štatisticky charakterizujúce obdobie 1961 – 1990, z Atlasu krajiny Slovenskej republiky (2002) .

Rajecká kotlina má klímu charakteristickú pre dolinový okrsok, okrsok mierne teplý, vlhký, s chladnou až studenou zimou mierne teplej oblasti. Priemerná teplota vzduchu v januári je $-3,5^{\circ}\text{C}$, v júli $17,1^{\circ}\text{C}$ a priemerná ročná teplota predstavuje $7,5^{\circ}\text{C}$. Priemerný ročný úhrn zrážok sa pohybuje okolo 800 mm. Z tohto množstva v zimnom období spadne okolo 64 % z ročného úhrnu zrážok. Potenciálna evapotranspirácia dosahuje 400 – 450 mm, čiže viac ako polovica spadnutých zrážok sa vyparí.

Ročný chod zrážok v mesačnom kroku vyjadrený dlhodobými priemerami je číselne dokumentovaný v tabuľke 1, sú to štatisticky spracované úhrny zrážok zo stanice Rajecké Teplice (420 m n. m.).

Tabuľka 1: Zrážkomerné údaje v mm za obdobie 1951 – 2000, stanica Rajecké Teplice (prevzaté od Kanderu, 2017)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
49	45	47	59	78	104	113	91	63	60	60	53	821

Geologické práce, konkrétne hydrodynamická skúška bola vykonaná v mesiacoch máj - jún 2023. Podľa meraní množstva spadnutých zrážok v kúpeľoch Rajecké Teplice v mesiaci apríl spadlo 31,2 mm (53 % dlhodobého priemeru, mesiac je klasifikovaný ako suchý); máj bol normálny – spadlo 83 mm, čo je 106 % dlhodobého priemeru; jún bol opäť chudobný na zrážky, bol veľmi suchý – spadlo len 51 mm, čo je 49 % dlhodobého priemeru.

Rajecké Teplice sa rozkladajú v mieste sútoku Rajčianky, Porubského a Kuneradského potoka. Rajčianka, ktorá v Žiline ústí do Váhu, odvodňuje okrem Rajeckej kotliny aj severovýchodnú časť Strážovských vrchov a západnú časť Lúčanskej Malej Fatry.

Podľa časového priebehu prietokov a vodnosti tokov je režim Rajčianky a jej prítokov klasifikovaný ako režim vrchovinno-nížinnej oblasti, s vysokou vodnosťou viazanou na mesiace marec – apríl, a najnižšími prietokmi vyskytujúcimi sa v septembri.

Rajčianka je sledovaná v Poluvsí, čo je miestna časť Rajeckých Teplíc, pozorovací objekt SHMÚ má katalógové číslo 6300. Veľkosť prietoku toku a jeho prítokov je závislá na množstve spadnutých zrážok, v zimnom období aj na teplote vzduchu, ktorá určuje skupenstvo spadnutých zrážok. Podľa Méryovej et al. (1996) vodnosť toku v Rajeckých Tepliciach ovplyvňuje aj skrytý prestup podzemnej vody, ktorej predpokladaný pôvod je vo výverovej oblasti a v povrchovo vystupujúcej trosky chočského príkrovu, v množstve od 33 do 73 l.s^{-1} medzi železničným a cestným mostom cez Rajčianku.

Zo správy Kanderu (2017) sú prevzaté priemerné ročné množstvá prietoku Rajčianky za roky 2004 – 2015, doplnené o priemerný prietok tohto toku za obdobie 1931 – 1980 a 1981 - 1993 (tabuľka 2).

Tabuľka 2: Priemerné ročné prietoky Rajčianky v m³, stanica 6 300 (Kandera, 2017, Šalaga et al, 1995)

rok	priemerný prietok
2004	2,396
2005	3,171
2006	3,302
2007	2,951
2008	2,364
2009	2,866
2010	5,883
2011	2,113
2012	2,234
2013	4,079
2014	3,167
2015	2,716
priemer 2004 - 2015	3,104
priemer 1981 - 1993	3,194
priemer 1931 - 1980	3,774

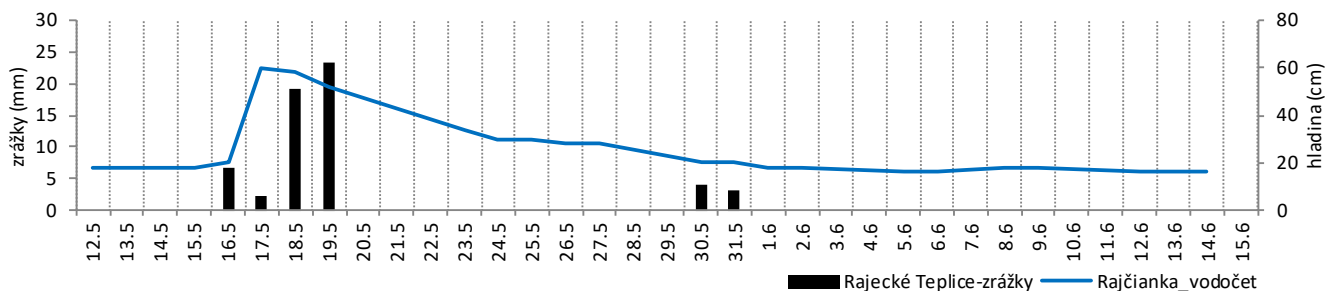
Priemerné ročné prietoky 2004 - 2015 poukazujú na výrazné až extrémne zmeny prietoku Rajčianky v jednotlivých rokoch, ale z dlhodobého hľadiska je zreteľný ich poklesový trend v porovnaní s priemerom za roky 1951 – 1980 a 1981 - 1993.

V kúpeľoch Rajecké Teplice je sledovaný vodný stav Rajčianky, miesto vodočetnej laty je znázornené na obrázku 1. V mesiaci apríl (klasifikovaný ako suchý) vodný stav toku kolísal medzi 15 – 20 cm, priemer bol 17 cm. V máji vodnosť toku výrazne reagovala na nerovnomerné časopriestorové úhrny zrážok (hoci mesiac bol zrážkovo normálny) a vodný stav kolísal medzi 18 až 60 cm.

Výrazná zmena vodného stavu bola zaznamenaná v dňoch 16. – 18. 5. 2023; v dňoch 14. 5. – 18. 5. 2023 spadlo 56 mm zrážok, čo je 79 % zo zrážkového úhrnu mesiaca máj. V uvedených dňoch stav hladiny Rajčianky stúpol z 0,2 m na 0,6 m s postupným plynulým poklesom na 0,2 m v závere mesiaca máj. V júni bol zaznamenaný opäť vyrovnaný a ustálený stav (mesiac bol z pohľadu množstva spadnutých zrážok klasifikovaný ako veľmi suchý), kolísal medzi 14 a 18 cm, priemerný stav bol 15 cm v závere hydrodynamickej skúšky.

Podobnú reakciu na zmeny zrážkových úhrnov bol zaznamenaný na vodnom stave toku na pozorovacom objekte 6 300. V máji vodný stav kolísal medzi 43 až 117 cm, výrazný vzostup hladiny nastal 17. 5. 2023 z 0,51 m na 1,17 m s postupným poklesom na 0,37 m. V júni bol vodný stav vyrovnanejší, stav hladiny kolísal medzi 35 – 65 cm.

Slovnú charakteristiku časových zmien vodného stavu Rajčianky dopĺňa graf na obrázku 2 vo vzťahu k zrážkovým úhrnom.



Obrázok 2: Grafy vodného stavu Rajčianky, apríl – jún 2023

4.2 Geologická stavba

Vrt VZ-3 je situovaný v areáli záhradníctva, ktoré je vo vlastníctve objednávateľa Slovenských liečebných kúpeľov Rajecké Teplice, a. s. Ako už bolo spomenuté, miesto vrtu sa nachádza na ľavom brehu Rajčianky, na ktorom šírka nivy je len do 40 m a fluvialne sedimenty pokrývajú úpätie horského celku Skaliak. Príľahlé svahy Skaliak sú budované slienitými bridlicami a vápencami spodnokriedového veku krížňanského príkrovu.

Litologické zloženie fluvialných sedimentov je výrazne ovplyvnené horninovým prostredím Rajeckej kotliny v priestore medzi Šujou a Rajeckými Teplicami, ktoré Rajčianka a jej prítoky odvodňujú. V uvedenom území dominuje hutianske súvrstvie paleogénneho veku (ílavec v prevahe nad pieskovecami). Povrchová vrstva uloženín je tvorená hlinami s hrúbkou v širšom okolí vrtu VZ-3 od 0,4 do 2,7 m, ktoré pokrývajú štrky s piesčito-hlinitou prímесou s hrúbkou 1 – 5 m v závislosti od morfológie podložia a pozície voči toku Rajčianka. Podložie v mieste záhradníctva s vrtom VZ-3 a zdrojom VZ-1 tvoria slienité bridlice a vápence.

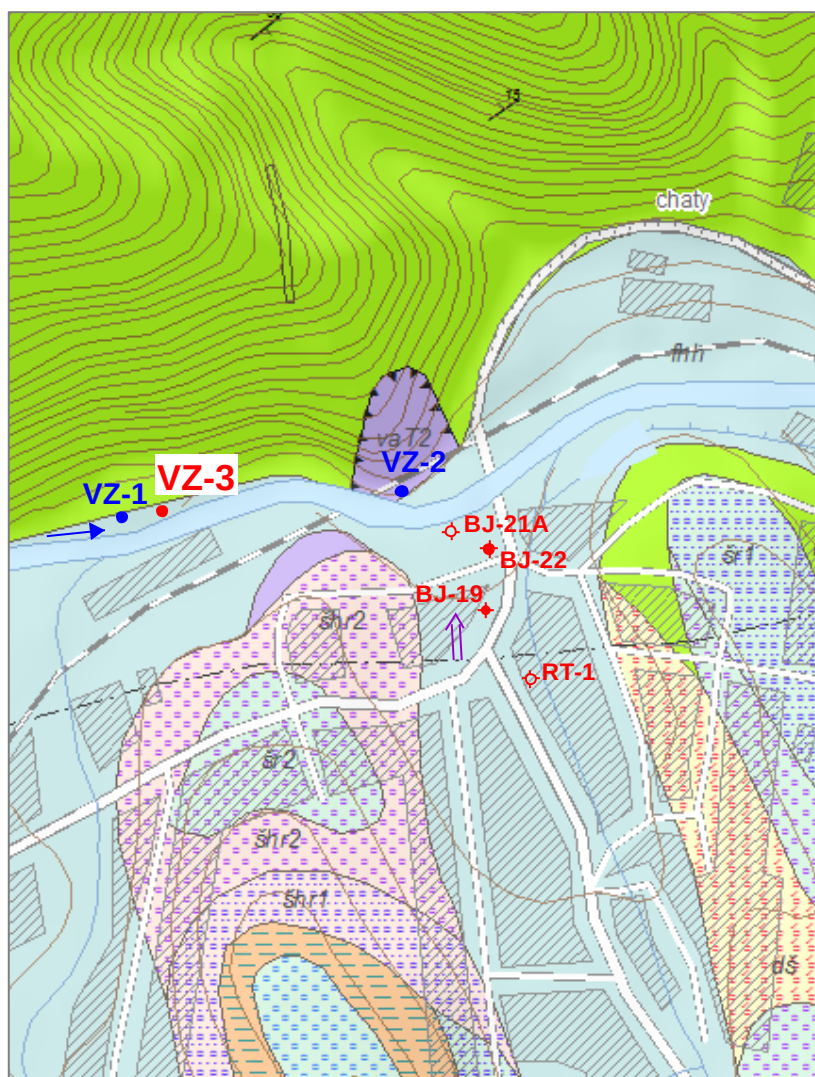
V blízkosti Rajeckých Teplíc a v samotnom meste do Rajčianky ústia dva pravostranné prítoky – Kamenoporubský potok a Kuneradský potok. Ich korytá v kotline sú založené v hutianskom súvrství, na oddeľujúcom chrbte pred vyústením do Rajčianky sú zachované plošne nevelké erózne zvyšky terás Rajčianky, ktoré sú tvorené piesčitými štrkami.

Vrty VZ-1 a VZ-3 sa nachádzajú približne 350 m od výverovej oblasti minerálnej vody hydrogeologickej štruktúry Rajeckých Teplíc, ktorá zaberá časť intravilánu mesta. Jej rozsah približne kopíruje priebeh hranice ochranného pásma I. stupňa prírodných liečivých zdrojov (obrázok 1).

Geologická stavba výverovej oblasti je tvorená triasovými vápencami a dolomitmi chočského príkrovu s hrúbkami od 47 do 162 m, ich dokumentovaným podložíom sú tiež slienité vápence a bridlice spodnej kriedy krížňanského príkrovu.

Spomenutie výverovej oblasti znamená, že ide o otvorenú hydrogeologickú štruktúru s týmito základnými informáciami. Hydrogeologická štruktúra minerálnej je vyčlenená v Rajeckej kotline a na severovýchodných svahoch Strážovských vrchov (Méryová et al., 1996). Infiltračná oblasť sa nachádza na SV svahoch Strážovských vrchov, približne v priestore Fačkov - Kardošova Vieska - Šuja - Rajecká Lesná. Svahy budované karbonátmi – dolomitmi, vápencami chočského príkrovu (hronikum) a nadložnými bazálnymi zlepenkami paleogénu, ktoré sú kolektormi ako minerálnej vody, tak aj obyčajnej podzemnej vody, sa v línii Veľká Čierna - Rajecká Lesná ponárajú pod flyšovú výplň Rajeckej kotliny. Akumulačná oblasť je vyčlenená v centrálnej časti Rajeckej kotliny v priestore medzi Rajcom, Kamennou Porubou a Rajeckými Teplícami. Rozhodujúcu úlohu vo výstupe minerálnej vody z akumulačnej do výverovej oblasti v intraviláne Rajeckých Teplíc má zlomová tektonika - priečny zlom medzi Kamennou Porubou a Rajeckými Teplícami v súčinnosti s pozdĺžnym rajecko-teplickým zlomom. Aktivita zlomov spôsobila blokový výzdvih podložia kotliny (kolektorov minerálnej vody) na povrch v intraviláne Rajeckých Teplíc a zároveň vytvorila priaznivé podmienky pre prúdenie vody z akumulačnej do výverovej oblasti. Výstupy, resp. vývery minerálnej vody sú viazané na plošný výskyt kolektorov, ktoré sú prekryté fluvialnými sedimentami Rajčianky. Nedochádza k jej rozptylu mimo výverovej oblasti, smer prúdenia je juh – sever, čiže v smere výzdvihu podložia.

Geologická stavba širšieho okolia vrtu VZ-3 v mierke 1 : 10 000 je znázornená na obrázku 3.



Kvartér

	fhh	nivné hliny
	šr2	piesčité štrky nižších stredných terás
	šhr2	piesčité štrky nižších stredných terás s pokryvom hlín
	šr1	piesčité štrky vyšších stredných terás
	šhr1	piesčité štrky vyšších stredných terás s pokryvom hlín
	dš	piesčito-hlinité štrky svahovín
	šm	nerozlíšené fluvialne sedimenty

Paleogén

	iHu	ílovce v prevahe nad pieskocami (hutianske súvrstvie)
--	-----	---

Mezozoikum

	vaT2	stredotriasové vápence a dolomity chočského príkrovu
	mZJK1	slienité vápence a bridlice, slieňovce spodnej kriedy, krížňanský príkrov
		príkrovová línia
		zlom zakrytý
		smer prúdenia minerálnej vody
		smer prúdenia obyčajnej podzemnej vody
	VZ-3	realizovaný hydrogeologický vrt
	VZ-2	vodárenský zdroj podzemnej vody
	BJ-19	prírodný liečivý zdroj
	BJ-21A	využívaný vrt s minerálnou vodou

Obrázok 3: Geologická mapa skúmaného územia M = 1 : 10 000 (zdroj: <http://mapserver.geology.sk/gm50js>)

4.3 Hydrogeologická charakteristika

V tejto kapitole je uvedená informatívna hydrogeologická charakteristika, podrobnejší opis hydrogeologických pomerov s akceptovaním výsledkov realizovaných prác je podaný v kapitole 7.

Kolektorom podzemnej vody sú štrkové sedimenty s medzizrnovou priepustnosťou. Ich hydraulické vlastnosti a podmienky pre akumuláciu závisia najmä od vzdialenosti od toku Rajčianka, stupňa zahlinenia, podľa doterajších poznatkov určitú úlohu majú aj priestorové parametre nivy a prevaha funkcie samotného toku (drénovacia alebo dotačná).

Podľa Méryovej et al. (1996) prietochnosť štrkov s medzizrnovou priepustnosťou sa pohybuje od $n \cdot 10^{-4}$ – $n \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Zistené výdatnosti vrtov situované v pravostrannej časti nivy sa pohybovali od 0,2 do $1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Podľa výsledkov uvádzaných už spomínanými autormi tok Rajčianka má v pravostrannej časti v Rajeckých Tepliciach drénovacu funkciu pre obyčajné podzemné vody bez ohľadu na prietokové pomery toku. Podľa výsledkov VZ-3 a VZ-1 je situácia z hľadiska doplňovania prírodných množstiev podzemnej vody v ich mieste výrazne priaznivejšia, podľa dosiahnutých výsledkov je možné uvažovať s infiltráciou vody z Rajčianky do štrkov aj v obdobiach s nízkymi prietokmi. Ďalším zdrojom doplňovania množstiev podzemnej vody môže byť aj plošný skrytý prestup podzemnej vody z porušených slienitých vápencov a bridlíc z priľahlých svahov Skaliek.

Kolektorom podzemnej vody sú aj štrky erózných útržkov terás v pravostrannej časti povodia Rajčianky, ale vzhľadom na priestorové parametre (plocha cca 4 km^2 , odhadovaná hrúbka do 2 – 3 m) a doplňovanie množstiev podzemnej vody infiltráciou zrážok nie sú tu podmienky pre získanie zdrojov s vyššími a stabilnejšími výdatnosťami.

Podľa hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984) Rajecká kotlina je súčasťou hydrogeologického rajónu s označením QP 029 „Paleogén a kvartér časti Žilinskej kotliny a východného okraja Súľovských vrchov“, hodnotené územie patrí do čiastkového rajónu VH 20 (čiastkový rajón paleogénu). V Žilinskej kotline sú podľa prílohy č. 2 Nariadenia vlády č. 452/2019 Z. z. rozlíšené 3 útvary podzemnej vody, z ktorých skúmané územie patrí do útvaru obvyčajnej podzemnej vody s označením SK2001800F s názvom Puklinové podzemné vody západnej časti flyšového pásma a podtatranskej skupiny; ďalším je úvar geotermálnej vody s označením SK300080FK (s názvom Žilinská kotlina), z ktorého vody sú využívané aj v prírodných liečivých a minerálnych zdrojoch v Rajeckých Tepliciach.

4.4 Územia chránené osobitnými predpismi

Vrt VZ-3 sa nachádza v ochrannom pásme II. stupňa prírodných liečivých a minerálnych zdrojov Rajeckých Teplíc (obrázok 1). Rozsah pásiem a druhy povolených a zakázaných činností upravuje vyhláška č. 79/2022 Z. z. *Medzi druhy zakázaných činností patrí v ochrannom pásme II. stupňa patrí aj odber podzemnej vody bez preukázania, ktorým sa preukáže neovplyvnenie prírodných liečivých zdrojov*

a prírodných minerálnych zdrojov vypracovaného oprávnenou osobou. Táto podmienka bola pri vypracovaní správy v plnom rozsahu rešpektovaná.

V ochrannom pásme II. stupňa sa nachádza aj zdroj VZ-1, ktorý má na základe Rozhodnutia OÚŽP Žilina 17.10.2006 č.A/2005/00483- 2/ObÚŽP-Slo. platné ochranné pásmo I. stupňa s rozmermi 10x20m. Iné územia chránené osobitnými predpismi sa v mieste vrtu VZ-3 a v blízkom okolí nevyskytujú.

5. DOTERAJŠIA GEOLOGICKÁ A HYDROGEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ

Syntézou výsledkov geologických výskumov, ktorých súčasťou je aj skúmané územie, je základná geologická mapa stredného Považia v mierke 1 : 50 000 Mella et al. (2005). Hydrogeologické informácie z regionálneho pohľadu poskytujú dve práce – hydrogeologická mapa v mierke 1 : 200 000, list Žilina (Zakovič, 1987) a textové vysvetlivky (Zakovič et al. 1990).

Územie intravilánu Rajeckých Teplíc na pravom brehu Rajčianky a blízkeho okolia (približne v rozsahu ochranného pásma I. stupňa) je detailne preskúmané, dôvodom je existencia výverovej oblasti minerálnej vody. Približne od polovice 60. rokov do polovice 90. rokov 20. storočia bolo v uvedenej oblasti vyvrtaných 43 vrtov; z tohto počtu 23 vrtov je zhodnotených v správe Kлага et al. (1976), dva vrty boli realizované v roku 1987 (Vandrová, 1987) a vyhodnotenie 28 vrtov je súčasťou záverečnej správy Méryovej et al. (1996). Všetky vrty boli vyhotovené pre získanie geologických a hydrogeologických poznatkov o výverovej oblasti minerálnej vody, preto sa v ďalšom texte zmienime len o tých vrtov, ktorých výsledky boli použité pre splnenie cieľa úlohy. *Zo súboru 43 vrtov ako prírodné liečivé a minerálne zdroje sa využívajú vrty B-1, B-2, B-3, BJ-19, BJ-22, ktorý je zároveň aj prírodný minerálny zdroj, ako zdroje minerálnej (termálnej) vody sú využívané vrty BJ-21A a RT-1.*

Prehľad hydrogeologickej preskúmanosti je stručný, so zreteľom na cieľ úlohy. Najdôležitejšie sú dokumentačné údaje relevantných vrtov. Hlavným kritériom výberu bola lokalizácia vrtov voči vrtu VZ-3, teda v ľavostrannej časti nivy Rajčianky, ďalším pomocným kritériom bola hĺbka vrtu zasahujúca pokiaľ možno do litologicky rovnakého podložia ako bolo dokumentované v mieste vrtu VZ-3. Vybrané vrty sú znázornené na obrázku 1, základné údaje sú podané v tabuľke 3.

Tabuľka 3: Údaje archívnych vrtov

označenie vrtu	hĺbka (m)	geologický profil (m)	hladina podz.vody pred skúškou (m/m n. m.)	Q (l.s ⁻¹)	s (m)	teplota vody (°C)	mineralizácia (mg.l ⁻¹)	poznámka
BJ-15	10	0 – 3,7 štrk piesčito-hlinitý 3,7 – 10 kaľový vápenec (K ₁)	1,6/410,13	-	-	9	-	Klago et al., 1976
BJ-16	10	0 – 1 navážka 1 – 4 štrk silne zahlinený 4 – 10 dolomit porušený (T ₂₋₃)	3,2/408,83	-	-	10	-	
HV-8	30	0 – 1,7 navážka 1,7 – 2 hlina 2 – 4,8 štrk hlinito-piesčitý 4,8 – 30 vápenec (T ₂₋₃)	1,6/409,94	4	0,91	15,5	495,68	Méryová et al., 1996
HV-9	30	0 – 3,2 3,2 – 9,7 dolomit (T ₂₋₃) 9,7 – 30 slienitý vápenec (K ₁)	2,51/408,97	0,25	1,5	10,5	504,54	
GM-5	12	0 – 0,5 hlina piesčitá 0,5 – 2 navážka 2 – 2,6 hlina ílovitá 2,6 – 6 štrk silne zahlinený 6 – 12 vápenec slienitý (K ₁)	1,78/411,06	1	3,22	8	594,93	
GM-7	13	0 – 0,9 hlina piesčitá 0,9 – 2 navážka 2 – 2,6 hlina ílovitá 2,6 – 6 štrk silne zahlinený 6 – 13 vápenec slienitý (K ₁)	2,02/411,65	1	2,2	8	595,96	
HV-1	4	0 – 1 hlina 1 – 3,3 štrk s pieskom, silne zahlinený 3,3 – 4 bridlica piesčitá	2,3/412,09	0,35	0,5	10,8		Litva, 1965
HV-2	4	0 – 1,4 hlina piesčitá 1,4 – 3 štrk s pieskom, silne zahlinený 3 – 4 íl	vrt pre nepatrný prítok podzemnej vody bol zlikvidovaný					Litva, 1965

T₂₋₃ stredný - vrchný trias hronika, K₁ spodná krieda krížňanského príkrovu

Väčší priestor je však venovaný prieskumu, ktorého výsledky vyhodnotili Méryová et al. (1996). Autori urobili zhodnotenie štruktúry minerálnej vody Rajeckých Teplíc s vyčlenením infiltračnej, akumulačnej a výverovej oblasti, režimu minerálnej vody, a to aj vo vzťahu k režimu obvyčajnej podzemnej vody vo výverovej oblasti, správa obsahuje návrh ochranných pásiem, ktoré boli revidované v roku 2019 (Méryová – Urbaník, 2019).

Pre riešenie úlohy boli významné informácie z vrtov, ktoré boli realizované pre hodnotenie vzťahu minerálnej a obvyčajnej vody akumulovanej v štrkoch náplavov Rajčianky vo výverovej oblasti. Dva vrty boli vyvrtané na ľavom brehu toku, boli to vrty HV-8 a HV-9 (tabuľka 3), ktoré sú zlikvidované. Na základe výsledkov hydrodynamických skúšok bolo konštatované, že režimy minerálnej vody a obvyčajnej podzemnej vody vo výverovej oblasti sú samostatné, nezávislé.

Približne 300 – 350 m západne od vrtu VZ-3 boli v 60. rokoch 20. storočia vyvrtané dva vrty HV-1 a HV-2 na pravom brehu Rajčianky, ktoré mali byť zdrojom podzemnej vody pre kotolňu v Rajeckých Tepliciach (Litva, 1965). Vrty hlboké 4 m však nepriniesli očakávané výsledky, Z vrtu HV-1 maximálne

čerpané množstvo dosiahlo len $0,35 \text{ l.s}^{-1}$, vrt HV-2 bol zlikvidovaný pre nepatrný prítok vody do vrtu. Vybrané dokumentačné údaje sú tiež uvedené v tabuľke 3.

Na záver prehľadu o preskúmanosti sú podané informácie o využívaných zdrojoch podzemnej vody VZ-1 a VZ-2, ktoré sú vo vlastníctve objednávateľa.

Zdroj VZ-1, situovaný tiež v areáli záhradníctva ako vrt VZ-3, je využívaný asi od polovice 70. rokov minulého storočia. Bohužiaľ, technická a geologická dokumentácia nie je dostupná. Méryová – Frličková (2004) v posudku uvádzajú, že VZ-1 bol realizovaný ako hydrogeologický vrt s predpokladanou hĺbkou 7 m. Vrchná časť vrtu od úrovne terénu do hĺbky cca 4 m bola upravená takto; vstup do zdroja je chránený betónovou šachtou s rozmermi $1 \times 1 \times 0,9 \text{ m}$ s uzamykateľným železným poklopom, ktorá nadväzuje na kruhovú betónovú šachtu s priemerom 1,5 m a s dĺžkou 4 m od okraja šachty. Odber vody je vykonávaný ponorným čerpadlom PEDROLLO 6 SR 27/7, 7,5 kW, ktorý je podľa ústnej informácie objednávateľa umiestnený v hĺbke okolo 6 m. Podzemná voda zo zdroja je prečerpávaná do vodojemu umiestnenému na svahu Skaliek v nadmorskej výške cca 490 m n. m. (úroveň terénu v mieste Z-1 je okolo 413 m n. m.).

V roku 2017 bol zdroj VZ-1 testovaný poloprevádzkovou čerpacou skúškou, výsledky boli použité pre návrh využiteľného množstva podzemnej vody v kategórii B (Kandera 2017). Schválené využiteľné množstvo podzemnej vody akumulovanej v štrkovom kolektore náplavov Rajčianky (s mineralizáciou 556 mg.l^{-1} a s teplotou $10,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$) je $3,56 \text{ l.s}^{-1}$, minimálna dynamická hladina je určená v úrovni 410,96 m n. m (2,7 m od odmerného bodu, ktorým je okraj betónovej šachty).

V mieste vrtu HV-8 bol v roku 2016 vyvŕtaný nový vrt s označením VZ-2 hlboký 23 m (Méryová – Urbaník, 2016). Schválené využiteľné množstvo podzemnej vody v kategórii B je $5,99 \text{ l.s}^{-1}$, minimálna dynamická úroveň hladiny je určená na 407,74 m n. m. (4,14 m pod povrchom terénu). Podzemná voda je, na rozdiel od podzemnej vody v zdroji VZ-1, akumulovaná vo vápencoch hronika s mineralizáciou 513 mg.l^{-1} a so zvýšenou teplotou okolo $18 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Vrt sa nachádza v ochrannom pásme I. stupňa prírodných liečivých a minerálnych zdrojov Rajeckých Teplíc. Na základe výsledkov hydrodynamickej skúšky korelovannej s režimovými údajmi prírodných liečivých zdrojov a využívaných vrtov s termálnou vodou autori konšatovali, že odber vody z vrtu VZ-2 nebude mať negatívny vplyv na parametre využívaných zdrojov vo výverovej oblasti minerálnej vody.

6. POSTUP RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

6.1 Metodika, postup a časová nadväznosť realizovaných prác

Pre splnenie požiadavky objednávateľa – vyhotoviť rezervný vodárenský zdroj podzemnej vody s predpokladanou výdatnosťou $3 - 4 \text{ l.s}^{-1}$, s kvalitou vody vyhovujúcou pre pitné účely boli urobené všetky práce v súlade so schváleným projektom geologickej úlohy a požiadaviek dotknutých organizácií (príloha 6). Pre splnenie projektovaného zámeru boli realizované vrtné práce, hydrodynamická skúška, odbery a analýzy vzoriek podzemnej vody. Výsledky prác a ich vyhodnotenie vyústené do návrhu využiteľného množstva podzemnej vody v kategórii B pre vrt VZ-3 s ohľadom na existujúce využívané zdroje VZ-1 a V-2 sú obsiahnuté v tejto záverečnej správe. Podkapitoly sú spracované v súlade s časovou postupnosťou vykonaných prác.

6.2 Vrtné práce

Vrt VZ-3 je situovaný v areáli záhradníctva vo vlastníctve objednávateľa (obrázok 1). Súradnice vrtu zamerané v súradnicovom systéme S-JTSK a vo výškovom systéme Bpv poskytol objednávateľ a sú:

y: 448 638,4 m, x: 1 182 134,26 m, z: 412,72 m n. m. (okraj pažnice), 412,30 m n. m. (terén).

Projektovaná ako aj skutočná hĺbka vrtu je 12 m. Vrtné práce, pre ktoré bola použitá vrtná súprava UGB-50 na podvozku auta V3S, boli vykonané v dňoch 14. a 15. marca 2023. Vrt bol vyvŕtaný jadrovo-rotačným spôsobom a bez použitia chemického výplachu. Po skončení prác bol vrt prečistený aerliftovou metódou. Písomná a grafická dokumentácia vrtu je uvedená v prílohe 1.

6.3 Hydrodynamická skúška

Hydrodynamická skúška bola projektovaná a vykonaná pre zistenie parametrov zvodne v kolektoroch štrkov uloženín Rajčianky a silne porušených slienitých bridlíc – čerpaného množstva a príslušného zníženia hladiny, posúdenia hydraulických vlastností a výpočet hydraulických parametrov, pre výpočet využiteľného množstva podzemnej vody v kategórii B podľa ustanovení paragrafov vyhlášky č. 51/2008 Z. z. v znení neskorších predpisov, určenia režimu exploatacie a prevádzkového monitoringu. Výsledky skúšky boli použité aj pre ich koreláciu k povoleným využiteľným množstvám a exploatačnému režimu vodárenských zdrojov podzemnej vody VZ-1 a VZ-2. Vzhľadom na pozíciu vrtu VZ-3 v ochrannom pásme II. stupňa prírodných liečivých a minerálnych zdrojov súčasťou hodnotenia výsledkov skúšky je aj stanovisko ku vzťahu vrtu VZ-3 a prírodných liečivých a minerálnych zdrojov.

Skúška pozostávala z čerpacej (odberovej) skúšky a stúpacej skúšky a bola vykonaná od 12. mája do 15. júna 2023. Čerpacia skúška trvala od 12. mája do 13. júna 2023 (30 dní vrátane stúpacej skúšky v trvaní 24 hodín), stúpacia skúška bola realizovaná v dňoch 13. a 14. júna 2023.

Metodický postup skúšky bol dodržaný v súlade s projektom. Časové trvanie skúšky a metodický postup s určenými parametrami čerpaného množstva vody boli rozdelené do 4 stupňov. V prvej časti skúšky od 13. 6. do 15. 6. 2023 boli určené tri stupne s trvaním 24 hodín, pričom konštantným parametrom bolo čerpané množstvo a sledovali sa zmeny hladiny podzemnej vody. Záver tejto časti tvorila stúpacia skúška v trvaní 24 hodín. V druhej časti skúšky (4. stupeň) od 16. 5. do 13. 6. 2023 sa čerpalo s konštantným množstvom vody, po skončení nasledovala stúpacia skúška (13. 6. -15. 6. 2023)..

Pred začiatkom skúšky bol do vrtu VZ-3 inštalovaný levellogger do hĺbky 8,19 m od okraja pažnice, ako odmerný bod pre prepočítavanie úrovne hladiny bol určený okraj pažnice s nadmorskou výškou 412,72 m n. m. V 20-minútových intervaloch boli zaznamenávané údaje o hladine a teplote podzemnej vody. Kontrolné meranie hladiny bolo vykonávané elektroakustickým hladinomerom SOLINST, model 101. Čerpané množstvo vody bolo merané v ocelevej nádrži s objemom 1 m³, odkiaľ bolo oceľovým potrubím odvádzané do toku Rajčianka. Teplota vzduchu bola meraná laboratórnym teplomerom s desatinným delením stupňov. Fyzikálno-chemické vlastnosti vody (pH a elektrická vodivosť) boli zaznamenávané kombinovanou sondou Hach-Lange HQ 4d.

Zdroj VZ-3 mal počas skúšky neprerušenu prevádzku; 3x denne bola meraná hladina, údaje o čerpanom množstve v m³ boli odčítavané z prietokomera. Z databázy objednávateľa sme tiež získali údaje o odbere vody zo zdrojov VZ-1 a VZ-2 a režimové údaje prírodných liečivých zdrojov a zdrojov minerálnej vody.

Všetky použité dokumentačné údaje skúšky a spomenutých zdrojov sú zhromaždené v prílohe 2, ktorá, vzhľadom na značný rozsah, je na CD nosíči.

6.4 Vzorkovacie a laboratórne práce

Neoddeliteľnou súčasťou záverečnej správy s výpočtom využiteľného množstva podzemnej vody pre vrt VZ-3 je aj charakteristika fyzikálno-chemického zloženia a kvality podzemnej vody a prognóza jej vývoja počas budúcej exploatácie.

Pre uvedené zámery boli odobraté 3 vzorky vody na analýzy v dňoch 15. 5. 2023, 31. 5. 2023 a 13. 6. 2023. Dve vzorky boli odobraté pre stanovenie mikrobiologických a biologických ukazovateľov a na skrátený fyzikálno-chemický rozbor, 3. vzorka bola odobratá posledný deň čerpacej skúšky pre úplný fyzikálno-chemický rozbor podľa vyhlášky č. 91/2023 Z. z. Pri odberoch boli vykonávané potrebné merania in situ (pH, teplota a elektrická vodivosť vody) a chemická stabilizácia nestálych chemických zložiek vody.

Všetky analýzy boli urobené v akreditovanom laboratóriu INGEO-ENVILAB, s.r.o. Výsledky analýz sú uvedené v protokoloch o skúške č. 5447/2023, 5448/2023, 6267/2023, 6267/2023, 7083/2023, 7084/2023 a 7085/2023. Kópie protokolov sú v prílohe 3.

Z geochemického hľadiska je podzemná voda hodnotená podľa kritérií Gazdovej klasifikácie podzemných vôd (Gazda, 1974).

Pre hodnotenie kvality podzemnej vody boli použité medzné, resp. najvyššie medzné hodnoty určené vo vyhláškach č. 91/2023 Z. z. a č. 636/2004 Z. z. Posúdenie rádiologických vlastností vody bolo urobené podľa limitov pre prírodné nuklidy uvedených vo vyhláške č. 100/2018 Z. z.

6.5 Spôsob nakladania s odpadmi

V priebehu vykonávania geologických prác nebol vytvorený nebezpečný odpad.

7. VÝSLEDKY RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

7.1 Priestorové vymedzenie skúmaného vodného útvaru

Vrt VZ-3 je vyvrtaný v ľavostrannej časti nivy Rajčianky, v priestore s dobrými prírodnými podmienkami pre situovanie vrtu (vrtov) s využiteľným množstvom vody okolo 3 - 4 l.s⁻¹. Priestorové parametre nivy nie sú síce veľké – vyčlenená plocha je okolo 18 000 m², odhad hrúbky kolektora (štrky náplavov Rajčianky a podložných silneporušených slienitých bridlíc a vápencov) je okolo 10 m.

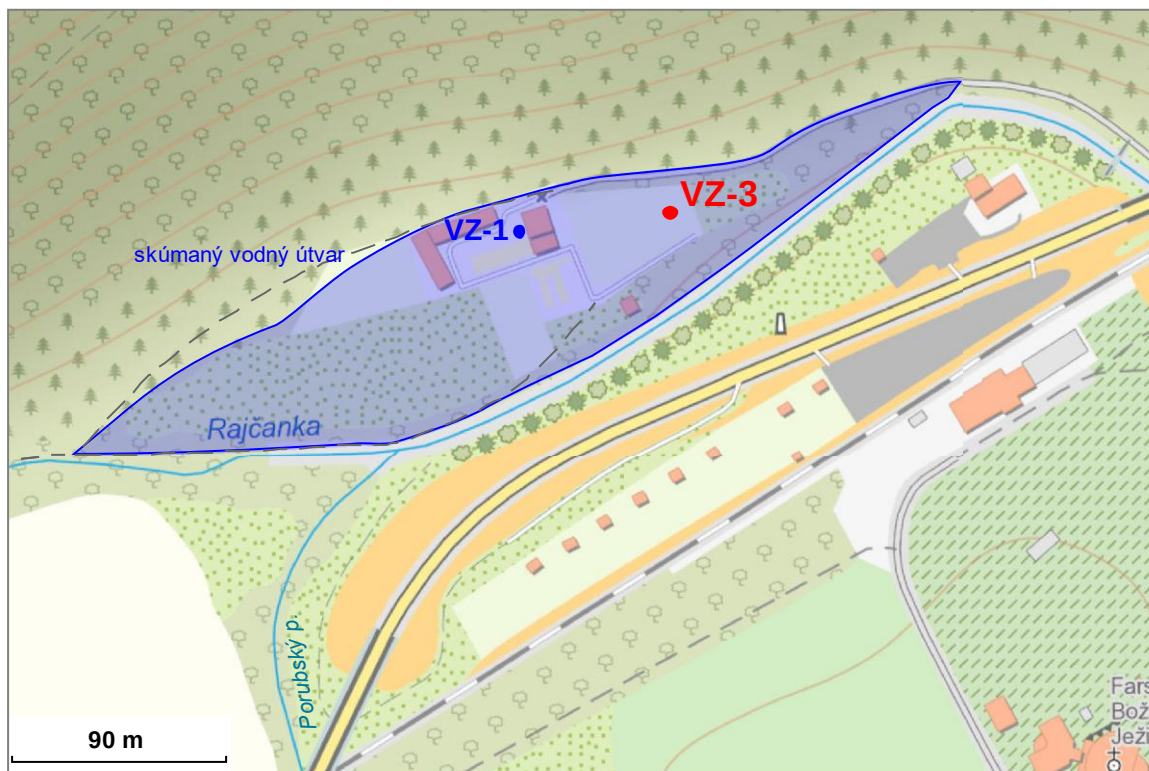
Podložné súvrstvie slienitých bridlíc a vápencov kriedového veku je zaraďované ako celok medzi hydrogeologické izolátory, resp. poloizolátory, ale, ako to dokumentuje aj tento prípad vrtu VZ-3, v prípade vysokého stupňa porušenia môže mať kolektorské podmienky pre podzemnú vodu a s nadložnými štrkami Rajčianky tak tvoria spoločný kolektor.

Kolektor je vymedzený tokom Rajčianky, čo je okrajová podmienka typu H = konštanta, podľa výsledkov doterajších prác s veľmi dobrými podmienkami pre infiltráciu vody toku do kolektora (konštatovanie je urobené s ohľadom na výsledky vrtov v pravostrannej časti nivy).

Je reálne uvažovať, že určité množstvo vody formou skrytého podzemného prítoku prestupuje z príľahlého svahu Skaliek k nive vo vymedzenom priestore, a to zo zóny pripovrchového porušenia a z miest tektonického porušenia zlomami (v súlade s týmto názorom je dokumentovaný stav porušenia slienitých bridlíc a vápencov a pozície narazenej hladiny podzemnej vody počas vrtných prác). Na určenie okrajovej podmienky typu q = konštanta však nemáme žiadne konkrétne údaje, preto s bočným prítokom nie je uvažované.

Ďalším spôsobom dopĺňovania množstiev podzemnej vody môže byť plošná infiltrácia efektívnych zrážok. Avšak ani pre kvantifikovanie tohto javu nie sú k dispozícii žiadne údaje.

Územie s vyčleneným vodným útvarom s plochou 18 832 m² je znázornené na obrázku 4. V ňom sa nachádza aj využívaný zdroj VZ-1. VZ-2 je mimo územia, z vrtu je čerpaná a využívaná voda z triasových vápencov a dolomitov a zvodeň podľa Méryovej – Urbaníka (2016) nie je v kontakte so zvodňou v štrkovom kolektore.



Obrázok 4: Vyčlenenie skúmaného vodného útvaru

7.2 Vrtné práce

Technické parametre vrtu VZ-3 sú: od 0 do 6 m priemer vrtu je 220 mm, od 6 do 12 m 170 mm. Vrt je vystrojený PVC-U rúrami s priemerom 160 mm. Perforovaná časť výstroja (12 % perforácia) v dĺžke 7 m je umiestnená od 4 do 11 m. Priestor medzi stenou vrtu a výstrojom od 0 do 4 m je vyplnený ílovým tesnením, ostatný priestor vyplňa štrkový obsyp.

Geologická stavba v mieste vrtu je nasledovná:

0 - 3 m pod povrchom terénu bola dokumentovaná navážka (štrk s prímесou jemnozrnnej zeminy prekrytý 0,2 m hrubou vrstvou ílu),
 3 - 4,2 m sú štrky strednozrnne prevažne s piesčitou prímесou,
 4,2 – 12 m podložie kvartérnych sedimentov tvorí súvrstvie slienitých bridlíc a vápencov zaradených do spodnej kriedy krížňanského príkrovu (od 4,2 m do 10 m sú dokumentované silne porušené až zvetrané slienité bridlice, do 12 m bol zistený sivý vápenec s ojedinělými vrstvičkami slienitej bridlice).

Hladina podzemnej vody bola zistená v troch úrovniach – v hĺbke 2,6 m, 4,1 m (kontakt štrkov a slienitých bridlíc) a v 7,2 m. Ustálená hladina bola 1,78 m pod terénom.

V priebehu vrtných prác po narazení hladiny podzemnej vody boli v súlade s požiadavkami Štátnej kúpeľnej komisie (príloha 6) merané jej fyzikálne veličiny, ktoré boli: teplota 11 °C, pH 7,9, elektrická vodivosť $540 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, obsah CO_2 $0 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ (merané s použitím Hertlovho prístroja).

Fotodokumentácia vrtného jadra, grafická a písomná dokumentácia vrtu VZ-3 je uvedená v prílohe 1.

7.3 Hydrodynamická skúška

Stav hladiny podzemnej vody vo vrte VZ-3 24 hodín pred začiatkom skúšky od odmerného bodu, ktorým bola hrana pažnice (v ďalšom texte označený ako OB s nadmorskou výškou 412,72 m n. m.), bol 1,46 m (1,04 m pod terénom, 411,26 m n. m.).

Čerpacia skúška bola urobená metódou stupňovitého zvyšovania čerpaného množstva (3 stupne) a s konštantne čerpaným množstvom podzemnej vody (4. stupeň); jej začiatok bol 12. 5. 2023 o 11:45 hodine a skončila 13. 6. 2023 o 11:15. Predel medzi 3. a 4. stupňom tvorila 24-hodinová stúpacia skúška (15. 5 – 16. 5. 2023), ktorá v rovnakom trvaní nasledovala po skončení čerpania (13. 6. – 14. 6. 2023). Počas skúšky vo vrte VZ-3 prevádzka zdrojov VZ-1 a VZ-2 nebola prerušená.

Veľkosť čerpaného množstva na jednotlivých stupňoch bola $1 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, $2,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, $4,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (3 stupne v prvej časti skúšky) a $4,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ (4. stupeň) a sledovali sa zmeny hladiny pozemnej vody.

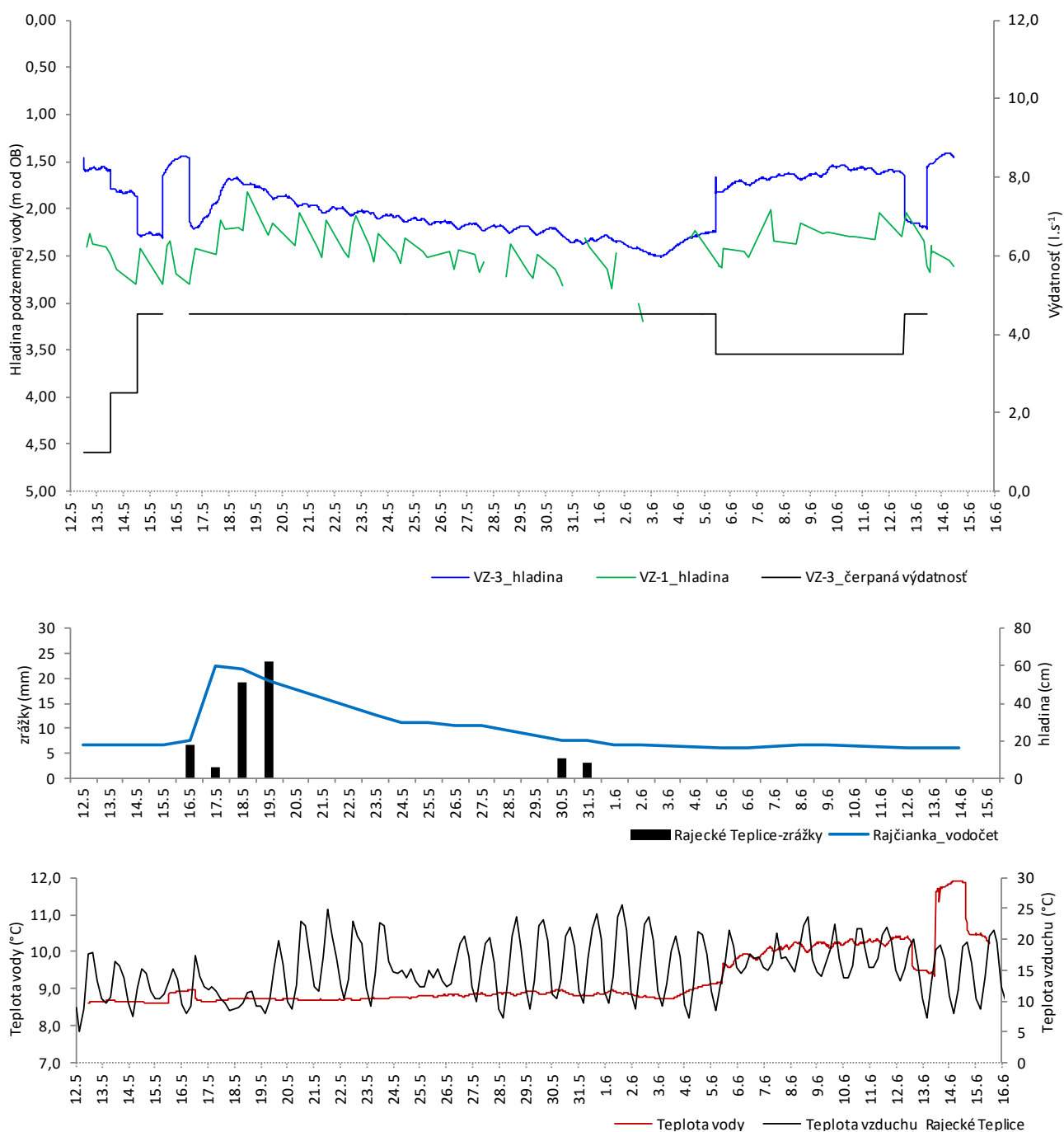
Zo súboru dát v prílohe 2 sú vybrané charakteristické údaje časového priebehu skúšky a prezentované v tabuľke 4, grafické znázornenie všetkých dokumentačných údajov je na obrázku 5.

Tabuľka 4: Vybrané údaje z dokumentácie hydrodynamической skúšky vo vrte VZ-3

dátum	hladina				Q (l.s ⁻¹)		s (m)		teplota vody (°C)		poznámka
	začiatok		koniec		začiatok	koniec	začiatok	koniec	začiatok	koniec	
	m od OB	m n. m.	m od OB	m n. m.							
12.5.2023	1,46	411,26	-	-	-	-	-	-	8,60	-	pred čerpaním
12.5. - 13.5.2023	1,55	411,17	1,59	411,13	1,00	1,00	0,09	0,13	8,60	8,70	I. stupeň
13.5. - 14.5.2023	1,59	411,13	1,87	410,85	2,50	2,50	0,13	0,41	8,70	8,66	II. stupeň
14.5. - 15.5.2023	1,87	410,85	2,31	410,41	4,50	4,50	0,41	0,85	8,66	8,61	III. stupeň
15.5. - 16.5.2023	2,31	410,41	1,47	411,25	-	-	-	-	8,61	8,97	stúpacia skúška
16.5. - 1.6.2023	1,47	411,25	2,38	410,34	4,5	4,5	0,01	0,92	8,97	8,84	IV. stupeň
1.6. - 2.6.2023	2,38	410,34	2,51	410,21	4,5	4,5	0,92	1,05	8,84	8,72	
2.6. - 5.6.2023	2,51	410,21	2,25	410,47	4,5	4,5	1,05	0,79	8,72	9,16	
5.6. - 12.6.2023	2,25	410,47	1,64	411,08	3,5	3,5	0,79	0,18	9,16	10,25	
12.6. - 13.6.2023	1,64	411,08	2,22	410,50	4,5	4,5	0,18	0,76	10,25	9,34	
13.6. - 14.6.2023	2,22	410,50	1,46	411,26	-	-	-	-	9,34	11,88	stúpacia skúška

Z časového priebehu skúšky v dňoch 12. 5. – 15. 5. 2023 je zrejmé, že hladina pri čerpaných množstvách $1 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$, $2,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ a $4,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ mala ustávajúci trend s minimálnym znížením počas čerpania na I. a II. stupni, zníženie na III. stupni dosiahlo 0,85 m. Dobré podmienky doplňovania odčerpaných množstiev podzemnej vody v súčinnosti s priepustnosťou kolektora (hodnotenie hydraulických

vlastností je náplňou nasledujúcej podkapitoly) potvrdila stúpacia skúška, v priebehu ktorej hladina dosiahla stav pred začiatkom čerpacej skúšky.



Obrázok 5: Graf hydrodynamickej skúšky vo vrte VZ-3

Vzhľadom na parametre čerpaného množstva, malého zníženia hladiny podzemnej vody a priebeh stúpajúcej skúšky v 1. časti skúšky bolo určené, že konštantná výdatnosť čerpajúcej skúšky IV. stupňa bude $4,5 \text{ l.s}^{-1}$. V dobe od 16. 5. 2023 do 3. 6. 2023 bola čerpaná výdatnosť stála, hladina kolísala od 2 m do 2,25 m. Pohyb hladiny podzemnej vody spôsobený čerpaním bol narušený už 16. mája o 17. hodine, kedy hladina napriek nezmenenej výdatnosti začala stúpať až do 1,67 m. Dôvodom tohto javu bolo zvýšenie vodného stavu Rajčianky z približne 0,2 m na 0,58 – 0,6 m. Od uvedeného dátumu časový priebeh hladiny už nebol narušený prírodnými činiteľmi, hladina poklesávala do 2,50 – 2,51 m (3. 6. 2023), čo je zároveň aj maximálna hĺbka v priebehu čerpajúcej skúšky. Od 2. 6. 2023 do 5. 6. 2023 bol prerušený odber podzemnej vody z vrtu VZ-1, čo sa prejavilo na vzostupe hladiny vo VZ-3 pri nezmenenej výdatnosti z 2,51 m do 2,25 m. Hladina vo vrte VZ-1 za rovnaké obdobie vystúpila z 3,19 m do 2,24 m. Od 5. 6. 2023 do 12. 6. 2023 bolo upravené čerpané množstvo vody z $4,5 \text{ l.s}^{-1}$ na $3,5 \text{ l.s}^{-1}$, hladina podzemnej vody kolísala od 2,05 m do 1,64 m pred skončením skúšky.

Priebeh stúpajúcej skúšky v dňoch 13. 6. – 14. 6. 2023 bol identický s priebehom skúšky v dňoch 15. 5. 2023 – 16. 5. 2023; hladina dosiahla v priebehu skúšky stav pred začiatkom čerpajúcej skúšky.

V tabuľke 4 ako aj v texte sú dáta o hladine podzemnej vody uvedené v m od OB a v m n. m. V tabuľke 5 sú dôležité údaje pre výpočet využiteľného množstva vody prepočítané na m pod terénom doplnené o hrúbku zvodnenca.

Tabuľka 5: Údaje o hladine podzemnej vody a hrúbke zvodnenca vo vrte VZ-3

dátum	hladina pod terénom (m)	hrúbka zvodnenca (m)	zníženie (m)	poznámka
12.5.2023	1,04	8,96	-	pred čerpacou skúškou
13.5.2023	1,17	8,83	0,13	koniec I. stupňa
14.5.2023	1,45	8,55	0,41	koniec II. stupňa
15.5.2023	1,89	8,11	0,85	koniec III. stupňa
16.5.2023	1,05	8,95	-	po stúpajúcej skúške
13.6.2023	1,8	8,2	0,76	koniec IV. stupňa
3.6.2023	2,09	7,91	1,05	maximálna hladina
14.6.2023	1,04	8,96	-	po stúpajúcej skúške

Teplota podzemnej vody pred začiatkom skúšky bola $8,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$, v priebehu čerpania kolísala medzi $8,66 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – $10,25 \text{ }^{\circ}\text{C}$, na konci čerpajúcej skúšky bola nameraná hodnota $9,34 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Odber vody z vrtu VZ-1 nebol počas skúšky prerušený. Významný aspektom odberu vody je fakt, že odber čerpaním nie je kontinuálny, ponorné čerpadlo je aktivované podľa množstva vody, resp. úrovne hladiny vo vodojeme. Na obrázku 4 je znázornený aj časový priebeh hladiny vo VZ-1, ktorá pred začiatkom skúšky vo vrte VZ-3 bola 2,5 m od OB. Trend priebehu zmien hladiny je identický s grafom hladiny vo VZ-3, väčšia rozkolísanosť hladiny v rámci jednotlivých dní ($0,1 \text{ m}$ – $0,47 \text{ m}$) je spôsobená

nielen vplyvom čerpacej skúšky vo VZ-3, ale aj odberom vody. V tabuľke 6 sú z dokumentácie vrtu VZ-1 v prílohe 2 vybraté podstatné údaje a podané v tabuľke 6.

Tabuľka 6: Údaje o hladine podzemnej vody vo vrte VZ-1

dátum	hladina podzemnej vody				minimálna a maximálna hladina (m)	poznámka
	začiatok		koniec			
	m od OB	m n.m.	m od OB	m n.m.		
12.5.2023	2,5	411,16	-	-	-	pred čerpaním
12.5. - 13.5.2023	2,41	411,25	2,48	411,08	2,27 - 2,64	I. stupeň
13.5. - 14.5.2023	2,48	411,18	2,81	410,85	2,48 - 2,81	II. stupeň
14.5. - 15.5.2023	2,81	410,85	2,81	410,85	2,42 - 2,81	III. stupeň
15.5. - 16.5.2023	2,81	410,85	2,81	410,85	2,34 - 2,81	stúpacia skúška
16.5. - 1.6.2023	2,81	410,85	2,85	410,81	1,83 - 2,85	IV. stupeň
1.6. - 2..6.2023	2,85	410,85	3,19	410,47	2,49 - 3,19	
2.6. - 5.6.2023	3,19	410,47	2,60	411,06	2,24 - 3,19	
5.6. - 12.6.2023	2,60	411,06	2,29	411,37	2,01 - 2,63	
12.6. - 13.6.2023	2,29	411,37	2,61	411,05	2,20 - 2,61	
13.6. - 14.6.2023	2,61	411,05	2,61	411,05	2,35 - 2,61	stúpacia skúška

Povolená minimálna hladina vo vrte VZ-1 je 2,7 m od OB, 410,96 m n. m., povolené množstvo podzemnej vody je $3,56 \text{ l.s}^{-1}$. Minimálna hladina bola prekračovaná počas skúšky vo vrte VZ-3 s výdatnosťou $4,5 \text{ l.s}^{-1}$. Zároveň však je potrebné upozorniť na to, že množstvo $3,56 \text{ l.s}^{-1}$ nie je čerpané konštantne a kontinuálne. Ponorné čerpadlo vo VZ-1 pri začiatku odberu musí mať vyšší výkon pre prečerpávanie vody do vodojemu, ktorý je približne o 100 m vyššie ako vrt VZ-1. Potvrdzujú to údaje zaznamenané z prietokomeru v dobe od 5. 6. 2023 do 13. 6. 2023 uvedené v tabuľke 7.

Tabuľka 7: Čerpané množstvá podzemnej vody z vrtu VZ-1

dátum	hodina	m ³	l.s ⁻¹
5.6.2023	10:56	82535	
	12:00	82565	0,13
	13:00	82588	6,39
	14:00	82613	6,94
	15:00	82636	6,39
	16:00	82664	7,78
	17:00	82681	4,72
6.6.2023	12:00	82802	0,93
	16:00	82898	6,67
7.6.2023	12:00	83006	1,50
	16:00	83049	2,99
8.6.2023	12:00	83244	2,71
	16:00	83318	5,14

dátum	hodina	m ³	l.s ⁻¹
9.6.2023	12:00	83466	2,06
	16:00	83490	1,67
10.6.2023	12:00	83701	2,93
	16:00	83726	1,74
11.6.2023	12:00	83937	2,93
	16:00	83959	1,53
12.6.2023	12:00	84101	1,97
	16:00	84182	5,63
13.6.2023	8:00	84231	0,85
	11:45	84292,5	4,56

Z údajov je zrejmé, že pri vyššom odbere vody je potrebný vyšší okamžitý výkon čerpadla, čo sa prejavuje na väčšom čerpanom množstve podzemnej vody ako je $3,56 \text{ l.s}^{-1}$ a ojedinele krátkodobo dosahuje viac ako 7 l.s^{-1} . Priemerný denný odber však neprekračuje $3,56 \text{ l.s}^{-1}$.

Na záver tejto časti podkapitoly sú v tabuľke 8 uvedené charakteristické údaje o pozícii hladiny podzemnej vody vo VZ-3 a VZ-1. Úrovně hladiny neboli extrémne odlišné – vo VZ-3 sa hladina pohybovala od 411,26 m n. m. do 410,21 m n. m., vo VZ-1 od 411,18 m n. m. do 410,47 m n. m.

Tabuľka 8: Vybrané údaje o hladine podzemnej vody vo vrtoch VZ-3 a VZ-1

dátum	VZ-3		VZ-1		poznámka
	m od OB	m n. m.	m od OB	m n. m.	
12.5.2023	1,46	411,26	2,50	411,16	pred čerpacou skúškou vo VZ-3
13.5.2023	1,59	411,13	2,48	411,18	koniec I. stupňa
14.5.2023	1,87	410,85	2,81	410,85	koniec II. stupňa
15.5.2023	2,31	410,41	2,81	410,85	koniec III. stupňa
16.5.2023	1,47	411,25	2,81	410,85	hladiny po stúpacej skúške
3.6.2023	2,51	410,21	3,19	410,47	maximálne hladiny
13.6.2023	2,22	410,50	2,61	411,05	koniec IV. stupňa
14.6.2023	1,46	411,26	2,61	411,05	hladiny po stúpacej skúške

Z vrtu VZ-2 je využívaná podzemná voda s obehom v triasových vápencoch a dolomitoch hronika, prítok vody do vrtu zo štrkového kolektora náplavov Rajčianky je odizolovaný. Základné štatistické charakteristiky z monitoringu hladiny (databázu monitoringu poskytol objednávateľ) sú uvedené v tabuľke 9 s členením na obdobie pred a počas čerpacej skúšky vo vrte VZ-3. Grafické zobrazenie všetkých dát je na obrázku 5.

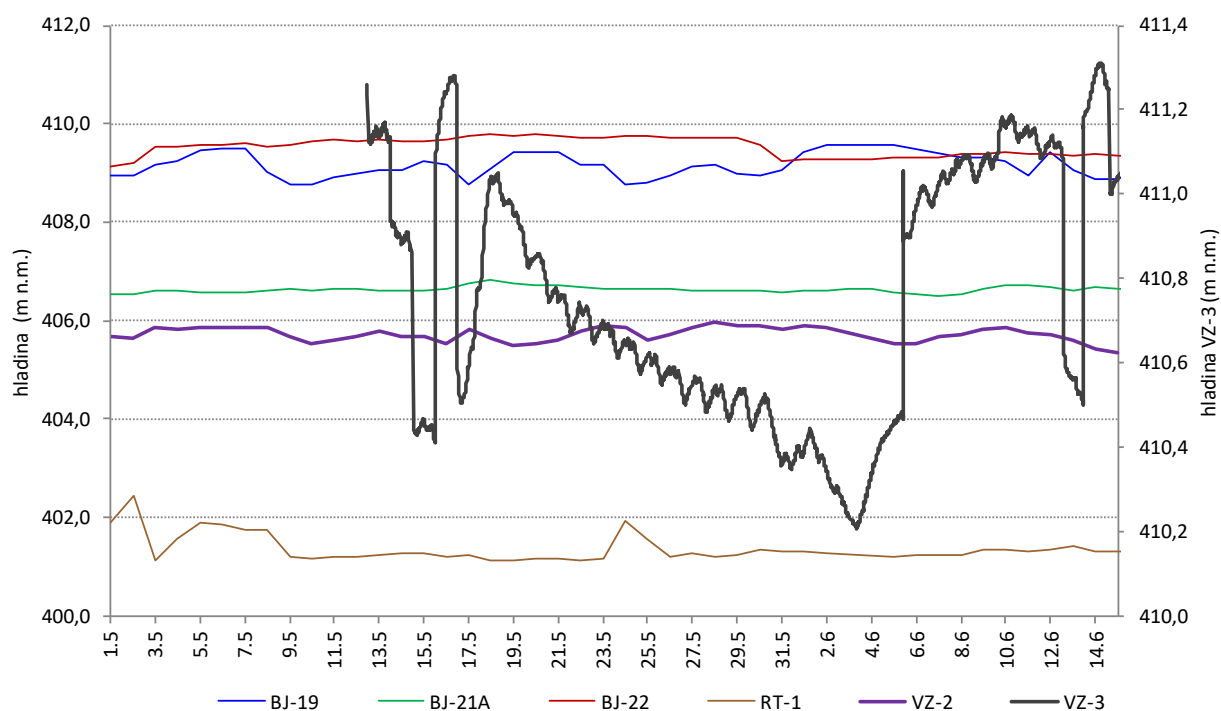
Tabuľka 9: Štatistické údaje o hladine podzemnej vody vo vrte VZ-2

dátum	minimum (m n. m.)	maximum (m n. m.)	priemer (m n. m.)
01.05. - 14.06.2023	405,34	405,97	405,72
01.05. - 12.05.2023	405,52	405,88	405,74
13.05. - 14.06.2023	405,52	405,88	405,74

Krátko sa zmienime aj o *prírodných liečivých zdrojoch a zdrojoch minerálnej vody*, ktoré sú sledované v rámci lokálneho automatického monitoringu kúpeľov Rajecké Teplice. V tabuľke 10 sú uvedené štatisticky spracované dáta monitoringu z obdobia pred a počas skúšky vo vrte VZ-3. V grafickom vyjadrení sú údaje vo vzťahu k dynamickej hladine vo vrte VZ-3 znázornené na obrázku 6.

Tabuľka 10: Štatistické údaje monitoringu zdrojov v Rajeckých Tepliciach

zdroj	parameter	01.05.-12.05.2023			12.05.2023 - 13.06.2023			13.06.2023 - 30.06.2023		
		minimum	maximum	priemer	minimum	maximum	priemer	minimum	maximum	priemer
BJ-19	hladina [m n.m.]	408,74	409,53	409,13	408,74	410,84	409,16	408,74	409,62	409,23
	Q [l.s^{-1}]	2,53	3,01	2,81	0,95	3,02	2,79	2,38	3,02	2,72
	teplota [$^{\circ}\text{C}$]	35,2	35,7	35,5	35,2	35,8	35,5	35,2	35,8	35,5
BJ-22	hladina [m n.m.]	408,89	409,78	409,51	409,21	409,88	409,58	409,31	409,53	409,41
RT-1	hladina [m n.m.]	401,11	402,45	401,64	401,11	402,43	401,30	401,11	401,77	401,31
	Q [l.s^{-1}]	0,61	3,80	2,06	0,60	3,80	2,08	0,63	3,80	2,00
	teplota [$^{\circ}\text{C}$]	35,3	38,2	38,0	37,7	39,4	38,0	37,9	38,3	38,1
BJ-21A	hladina [m n.m.]	406,50	406,73	406,59	406,46	406,85	406,65	406,46	406,89	406,66
	Q [l.s^{-1}]	4,62	4,93	4,84	4,60	4,93	4,77	4,60	4,93	4,76
	teplota [$^{\circ}\text{C}$]	31,8	32,6	32,1	31,8	32,7	32,2	31,8	32,7	32,2

**Obrázok 6:** Grafy hladiny v zdrojoch BJ-19, BJ-22, BJ-21, RT-1 a VZ-1 počas hydrodynamickej skúšky vo vrte VZ-3

Vizuálne porovnanie časového priebehu hladín v zdrojoch BJ-19, BJ-22 a BJ-21A a vo vrte VZ-2 ukazuje, že exploatačný režim spomenutých zdrojov nie je ovplyvnený odberom vody z vrtu VZ-3. Kolísanie hladiny je funkciou zmien v čerpaní vody. Komentár ku vzťahu testovaného vrtu VZ-3 verzus využívané zdroje BJ-19, BJ-22, BJ-21A, RT-1 a VZ-2 je náplňou podkapitoly 7.5.

7.3.1 Stúpacie skúšky a hydraulické parametre kolektorov

V priebehu hydrodynamickej skúšky boli vykonané dve 24-hodinové skúšky, ktorých údaje boli použité pre výpočet hydraulických parametrov. Výpočet bol urobený v programe CERPW v. 2.5 firmy GEOSOFT (obrázky 7 a 8). Program je založený na Jacobovej logaritmickej aproximácii Theisovej rovnice prúdenia podzemnej vody v radiálnych súradniciach, používanej v tvare

$$s = \frac{Q}{4\pi T} W(u)$$

kde Q – výdatnosť ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

s - zníženie (m)

$W(u)$ – studňová funkcia

Pre posúdenie správnosti zvoleného priamkového úseku údajov zo stúpacích skúšok (obrázky 7 a 8) sme použili metodiku podľa Jetela (1998), ktorá využíva hodnotu logaritmickej prepočtovej diferencie d . Stanovený koeficient prietochnosti transformujeme na parameter $Y_T = \log T + 9$. Z údajov o skúške vypočítame index prietochnosti $Y = \log q + 9$, kde q ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$) je štandardná merná výdatnosť. Logaritmickú prepočtovú diferenciu následne vyjadríme

$$d = Y_T - Y$$

Vo vrtoch s hĺbkou do 50 – 100 m hodnota celkovej prepočtovej diferencie d má podľa Jetela (1982) rozpätie $d = -0,15$ až $+0,30$.

Hodnoty hydraulického parametra T z priamkových úsekov skúšky boli nasledovné:

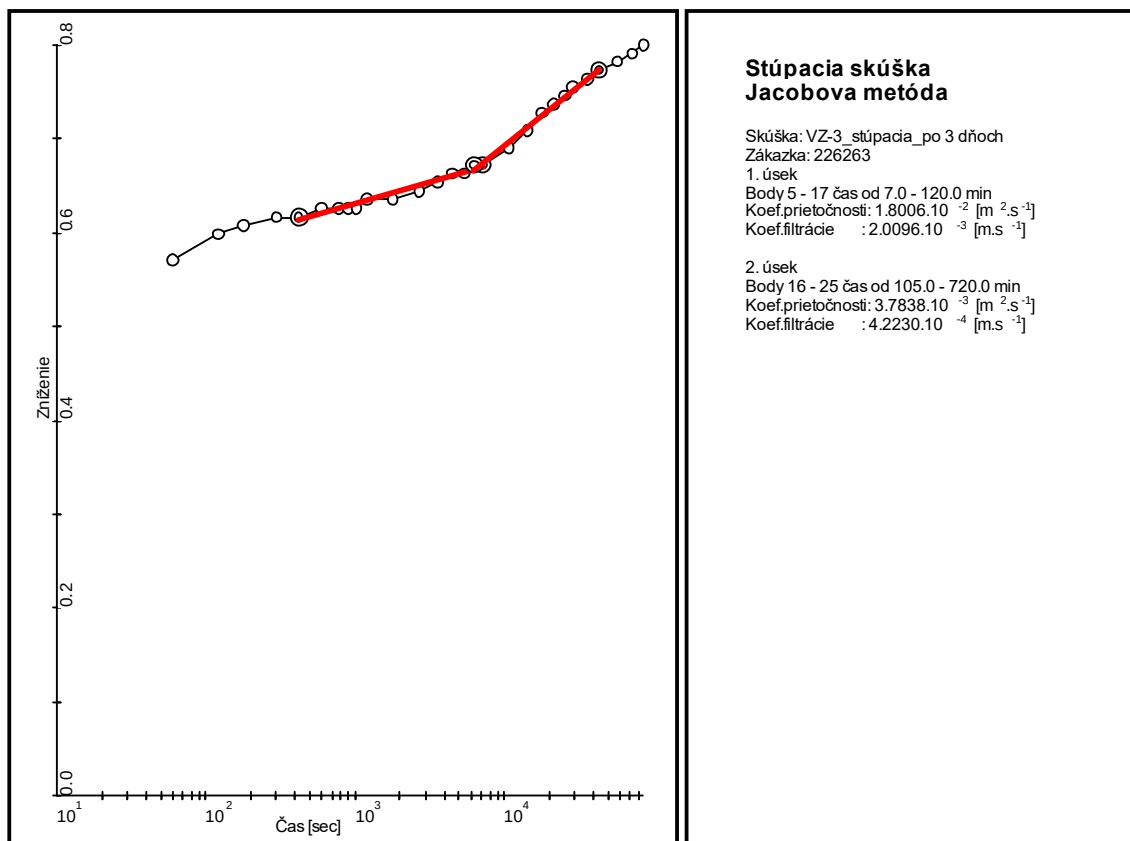
Stúpacia skúška po 3 dňoch čerpania, 15. 5. – 16. 5. 2023:	$T = 1,8006 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$d = 0,62$
	$T = 3,7838 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$d = -0,05$
Stúpacia skúška po 27 dňoch čerpania, 13. 6. – 14. 6. 2023	$T = 3,6685 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$d = 0,93$
	$T = 4,2105 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$	$d = -0,01$

Z uvedenej analýzy vyplýva, že hodnoty prepočtovej diferencie sú priaznivejšie pre úsek s vypočítanou hodnotou T rádovo $\text{n} \cdot 10^{-3}$.

Z pohybu hladiny počas stúpacích skúšok (grafické znázornenie jej pohybu je okrem obrázku 4 aj na obrázkoch 7 a 8) a časových údajov 1. stúpajúcej skúšky na obrázku 7 možno konštatovať, že nástup hladiny bol plynulý bez skokovitých zmien a stav hladiny po skončení merania bol rovnaký ako pred začiatkom čerpajúcej skúšky (1,46 m od OB pred skúškou, 1,47 m od OB po stúpajúcej skúške).

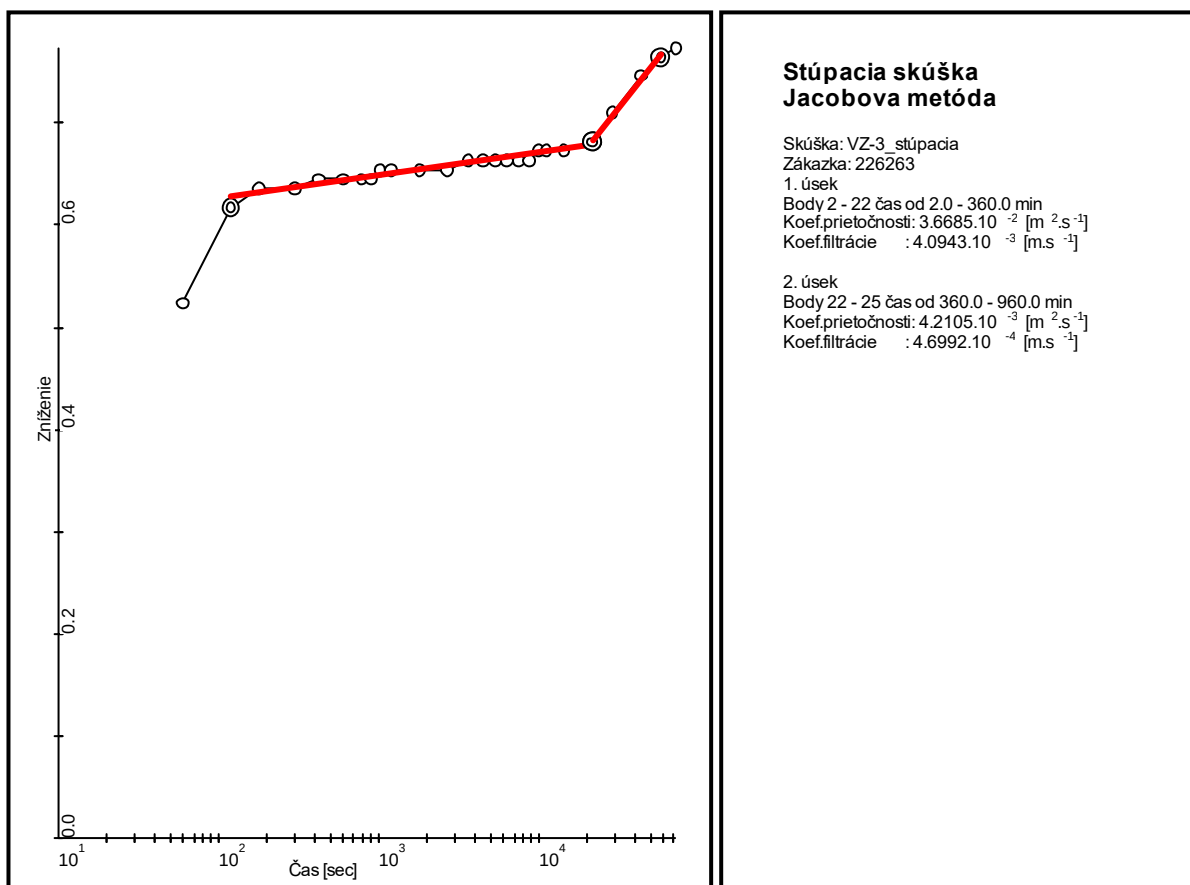
Podobný scenár pohybu hladiny bol dokumentovaný aj počas 2. stúpajúcej skúšky (obrázok 8). Podľa posledného údaje hladina bola vyššie ako pred začiatkom čerpajúcej skúšky (1,46 m od OB pred skúškou, 1,41 m od OB po stúpajúcej skúške). Ešte je potrebné zdôrazniť, že odber vody z vrtu VZ-1 počas stúpacích skúšok nebol prerušený.

Podľa záverečných údajov stúpacích skúšok je zjavné, že sa už prejavil efekt okrajovej podmienky $H = \text{konštanta}$, ktorou je tok Rajčianka. Ako už bolo spomenuté, nie je vylúčený ani prestup vody zo svahu Skaliek.



Označenie skúšky: VZ-3_stúpacia_po 3 dňoch				Zákazka: 226263			
Výdatnosť 2.670 [l/s]				Hladina pred skúškou 231.00 [cm]			
Mocnosť 8.96 [m]				Vzdialenosť od osi 0.0800 [m]			
Typ hladiny : Vlnná neúplný vrt				Dĺžka čerpania 3.0 [dni]			
Hĺbka vrtu 12.00 [m]				Hĺbka mer.bodu 0.00 [m]			
Dĺžka filtra 8.00 [m]				Odhad koef.anizotropie 1.0000 [-]			
Čas[min]	Meranie[cm]	Čas[min]	Meranie[cm]	Čas[min]	Meranie[cm]	Čas[min]	Meranie[cm]
1.0	172.0						
2.0	169.0						
3.0	168.0						
5.0	167.0						
7.0	167.0						
10.0	166.0						
13.0	166.0						
15.0	166.0						
17.0	166.0						
20.0	165.0						
30.0	165.0						
45.0	164.0						
60.0	163.0						
75.0	162.0						
90.0	162.0						
105.0	161.0						
120.0	161.0						
180.0	159.0						
240.0	157.0						
300.0	155.0						
360.0	154.0						
420.0	153.0						
480.0	152.0						
600.0	151.0						
720.0	150.0						
960.0	149.0						
1200.0	148.0						
1440.0	147.0						

Obrázok 7: Vyhodnotenie stúpacej skúšky v programe CERPW (15. 5. – 16. 5. 2023)



Označenie skúšky: VZ-3_stúpacia				Zákazka: 226263			
Výdatnosť 4.500 [l/s]				Hladina pred skúškou 222.00 [cm]			
Mocnosť 8.96 [m]				Vzdialenosť od osi 0.0800 [m]			
Typ hladiny : Vofná neúplný vrt				Dĺžka čerpania 32.0 [dni]			
Hĺbka vrtu 12.00 [m]				Hĺbka mer.bodu 0.00 [m]			
Dĺžka filtra 8.00 [m]				Odhad koef.anizotropie 1.0000 [-]			
Čas[min]	Meranie[cm]	Čas[min]	Meranie[cm]	Čas[min]	Meranie[cm]	Čas[min]	Meranie[cm]
1.0	168.0						
2.0	158.0						
3.0	156.0						
5.0	156.0						
7.0	155.0						
10.0	155.0						
13.0	155.0						
15.0	155.0						
17.0	154.0						
20.0	154.0						
30.0	154.0						
45.0	154.0						
60.0	153.0						
75.0	153.0						
90.0	153.0						
105.0	153.0						
125.0	153.0						
145.0	153.0						
165.0	152.0						
185.0	152.0						
240.0	152.0						
360.0	151.0						
480.0	148.0						
720.0	144.0						
960.0	142.0						
1200.0	141.0						

Obrázok 8: Vyhodnotenie stúpacej skúšky v programe CERPW (13. 6. – 14. 6. 2023)

Hydraulické parametre stanovené z údajov obidvoch stúpacích skúšok sú veľmi blízke a majú tieto hodnoty:

- koeficient prietochnosti $T = 3,783 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, $T = 4,210 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$,
- koeficient filtrácie $k = 4,223 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $k = 4,699 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Uvedené hodnoty sú výrazne vyššie ako hodnoty parametrov rovnakého kolektora (náplavov Rajčianky) a sú obsiahnuté v tabuľke 11.

Tabuľka 11: Hydraulické parametre

označenie vrtu	$k \text{ (m} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$	$T \text{ (m}^2 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$	poznámka
GM-5	$3,105 \cdot 10^{-4}$	$8,592 \cdot 10^{-5}$	Méryová et al., 1996
GM-7	$4,545 \cdot 10^{-4}$	$1,257 \cdot 10^{-5}$	Méryová et al., 1996
HV-1	-	7,10.2004	odhad T podľa $Q \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$ a $s \text{ (m)}$ v tab. 3
VZ-1	$1,349 \cdot 10^{-4}$	$9,444 \cdot 10^{-4}$	Kandera, 2017
VZ-3	$4,210 \cdot 10^{-3}$	$4,699 \cdot 10^{-4}$	

Podľa klasifikačných kritérií Krásneho (1986) je prietochnosť testovaného kolektora v miestach vrtov VZ-3 a VZ-1 vysoká (II. trieda prietochnosti), priepustnosť je hodnotená ako dosť silná – II. trieda z 8-dielnej klasifikačnej škály Jetela (1982).

7.4 Chemické zloženie a kvalita podzemnej vody

Podľa chemického zloženia a miesta lokalizovania vrtu VZ-3 (ako aj zdroja VZ-1) možno podzemnú vodu hodnotiť ako vodu s fluviogénnou mineralizáciou, s výrazným vplyvom povrchovej vody na tvorbu zloženia a kvality vody. Chemické zloženie je odrazom miešania infiltrovanej vody z Rajčianky a vodou akumulovanou v kolektore, presnejšie v kolektoroch štrkov a silneporušených slienitých bridliciach a vápencoch. Hodnota mineralizácie a typ chemického zloženia sú určované intenzitou miešania vôd, prúdenia a chemickej aktivity horninového prostredia kolektorov. Vzhľadom na stav ochrany územia v okolí vrtu VZ-3 vplyv antropogénnej činnosti možno označiť za nízky.

Z hydrogeochemického hľadiska podľa Gazdovej klasifikácie (Gazda, 1974) je podzemná voda A2, základného, výrazného vápenato-hydrogénuhličitanového typu (zložka A2 dosahuje 85,43 cz%). Podľa celkovej mineralizácie, ktorá je zistená v hodnotách 495 - 498 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ podzemnú vodu klasifikujeme ako vodu so strednou mineralizáciou. Súčet koncentrácií Ca^{2+} a Mg^{2+} je 3,16 $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Koncentrácia vodíkových iónov podľa nameraných hodnôt v malom rozsahu 7,31 – 7,35 zaraďujú podzemnú vodu medzi vody slaboalkalické.

Z vrtu VZ-3 boli v priebehu čerpacej skúšky odobraté 3 vzorky podzemnej vody, súčasťou odberu bolo aj terénne meranie fyzikálno-chemických parametrov, ktorých hodnoty sú podané v tabuľke 12.

Tabuľka 12: Údaje z terénnych meraní

dátum	teplota vody (°C)	elek. vodivosť ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	pH
15.5.2023	9,7	549	7,34
31.5.2023	11,2	550	7,31
16.6.2023	9,8	572	7,32

Hlavným zdrojom dopĺňovania prírodných množstiev podzemnej vody je infiltrácia vody z Rajčianky. Odber a analýza vzorky vody tohto toku nebola projektovaná, pre hodnotenie chemického zloženia je použitá archívna analýza z roku 2016 prevzatá od Méryovej – Urbaníka (2016). Súbor dát vybraných zložiek chemického zloženia podzemnej vody vrtu VZ-3 dopĺňujú údaje zo zdrojov VZ-1 a VZ-2 tiež z roku 2016 a sú uvedené v tabuľke 13.

Tabuľka 13: Vybrané chemické ukazovatele podzemnej vody vo vrtoch a vody Rajčianky

dátum odberu vzorky vody	VZ-3			VZ-1	VZ-2	Rajčianka
	15.5.2023	31.5.2023	13.6.2023	31.10.2016	25.7.2016	3.8.2016
teplota (°C)	9,70	11,20	9,80	8,10	18	16,7
pH	7,35	7,31	7,31	7,92	7,45	8,33
CHSK _M (mgO ₂ ·l ⁻¹)	0,32	<0,3	<0,30	<0,30	0,32	1,76
Na ⁺ (mg·l ⁻¹)	4,50	4,60	4,20	6,50	6,8	4,9
K ⁺ (mg·l ⁻¹)	1,70	1,70	1,70	-	1,80	1,6
NH ₄ ⁺ (mg·l ⁻¹)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,27
Ca ²⁺ (mg·l ⁻¹)	95,80	96,20	101,00	107,00	84,2	78,6
Mg ²⁺ (mg·l ⁻¹)	13,90	15,10	15,60	17,50	21,4	15,1
Fe ²⁺ (mg·l ⁻¹)	0,01	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	0,04
Mn ²⁺ (mg·l ⁻¹)	0,01	0,005	0,0017	0,0060	0,006	0,017
Cl ⁻ (mg·l ⁻¹)	6,03	5,32	4,96	9,93	7,45	4,25
SO ₄ ²⁻ (mg·l ⁻¹)	31,40	32,90	30,70	31,00	32,7	23,4
NO ₃ ⁻ (mg·l ⁻¹)	4,87	4,24	4,64	9,50	5,9	5,14
NO ₂ ⁻ (mg·l ⁻¹)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,05
HCO ₃ ⁻ (mg·l ⁻¹)	323,00	323,00	-	-	341,60	282
mineralizácia (mg·l ⁻¹)	495,00	498,00	-	-	513,00	425
voľný CO ₂ (mg·l ⁻¹)	13,20	6,60	-	-	17,60	1,32
S ₁	3,88	3,87	-	-	5,42	4,95
S ₂	10,68	10,20	-	-	9,55	8,05
A ₂	85,43	85,42	-	-	85,02	86,96
Mg/Ca	0,24	0,26	-	-	0,42	0,32

Z prehľadu údajov o obsahoch hlavných zložiek chemického zloženia podzemnej vody vo vrte VZ-3 je zjavné, že chemické zloženie počas skúšky bolo stabilné, v hydrochemickom režime neboli zistené zmeny. Podľa obsahov indikátorov sekundárneho znečistenia (ChSK-Mn, NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺), ktoré sú v podzemnej vode zastúpené vo veľmi nízkych koncentráciách, je konštatované, že na formovaní chemického zloženia podzemnej vody sa nepodieľajú žiadne antropogénne činitele.

Ďalej možno konštatovať, že napriek časovému odstupu medzi analýzami vody z vrtoch VZ-3 a VZ-1, hodnoty komponentov v tabuľke 13 sú veľmi blízke, reprezentujú identickú zvrstvenú v štrkovom kolektore a v podložných porušených slienitých bridliciach a vápencoch.

Hlavným mineralizačným procesom podzemnej vody v zdroji VZ-2 je rozpúšťanie vápencov a dolomitov. Genetický koeficient Mg/Ca 0,42 poukazuje na obeh v prostredí s prevahou vápencov (v tomto prípade strednotriasového veku). Podľa Méryovej – Urbaníka (2016) typ chemického zloženia je A_2 , základného, výrazného vápenato-hydrogénuhličitanového typu (zložka A_2 dosahuje 83 - 85 cz%). Hodnoty vybraných zložiek chemického zloženia podzemnej vody sú blízke zložkám podzemnej vody vo vrtoch VZ-3 a VZ-1 napriek obehu vody v odlišných litologických typoch kolektorov.

Ani chemické zloženie vody Rajčianky nevykazuje výrazné odchýlky v chemickom zložení. Podľa Gazdovej klasifikácie (Gazda, 1974) je povrchová voda A_2 , základného, výrazného vápenato-hydrogénuhličitanového typu (zložka A_2 dosahuje 83 cz%). Celková mineralizácia je nižšia ako mineralizácia vody vo vrtoch VZ-3 a VZ-2, a to 425 $mg.l^{-1}$. Hodnota pH pri odbere v auguste 2016 bola 8,33, čo je hodnota charakteristická pre vodu povrchových tokov v letnom období, v ktorom dochádza k intenzívnej fotosyntetickej asimilácii zelených organizmov (Fláková et al., 2010).

Na záver tejto časti podkapitoly sa v stručnosti zmienime o chemickom zložení minerálnej vody využívanej v kúpeľoch Rajčské Teplice. Podľa Méryovej et al. (1996) chemické zloženie minerálnej vody všetkých zdrojoch sa výhradne formuje v karbonátoch chočského príkrovu, s prevahou dolomitov (koeficient Mg/Ca sa pohybuje medzi 0,75 – 0,86). Voda má základný výrazný $Ca-Mg-HCO_3$ typ, so zastúpením A_2 zložky okolo 86 – 88 cz %, mineralizácia je od 652 do 817 $mg.l^{-1}$, teplota od 36,5 do 38,6 °C. Minerálna voda vo všetkých prírodných liečivých zdrojoch je podľa Vyhlášky MZ SR č.100/2006 Z.z. klasifikovaná ako prírodná liečivá voda, nízkomineralizovaná, hydrogénuhličitanová, vápenato-horečnatá, neutrálna, nízkotermálna, hypotonická.

Kvalita podzemnej vody

Kvalitatívne vlastnosti podzemnej vody vo vrte VZ-3 boli vyhodnotené podľa vyhlášky č. 91/2023 Z. z., v ktorej sa, okrem iného, ustanovujú limitné hodnoty pitnej vody; ďalšími legislatívnymi predpismi boli vyhláška č. 100/2018 Z. z. (obsahuje limity rádiologických ukazovateľov) a vyhláška č. 636/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu pitnej vody (surovej vody) a triedy upraviteľnosti.

Kvalita podzemnej vody bola posúdená podľa ukazovateľov týchto vybraných skupín:

- mikrobiologické a biologické ukazovatele,
- fyzikálne a chemické ukazovatele,
- rádiologické ukazovatele.

V tabuľkách v ďalšom texte podkapitoly sú použité skratky NMH, MH a OH. Podľa vyhlášky č. 91/2023 Z. z. je ich význam nasledovný:

NMH – najvyššia medzná hodnota; najvyššia medzná hodnota je limit zdravotne významného ukazovateľa kvality pitnej vody, ktorého prekročenie vylučuje použitie vody ako pitnej vody,

MH – medzná hodnota; medzná hodnota je limit ukazovateľa kvality pitnej vody, ktorého prekročením stráca pitná voda vyhovujúcu kvalitu v ukazovateli s prekročeným limitom,

OH – odporúčaná hodnota; odporúčaná hodnota je limit alebo rozsah hodnôt ukazovateľa kvality pitnej vody, ktoré sú žiaduce z hľadiska ochrany zdravia; prekročenie alebo nedodržanie odporúčanej hodnoty nevylučuje použitie vody ako pitnej vody,

KTJ – kolónie tvoriace jednotky,

MPN – metóda najpravdepodobnejšieho počtu.

Mikrobiologické a biologické ukazovatele

Výsledky troch analýz sú uvedené v tabuľke 14. Prekročenie limitných hodnôt je zvýraznené tučným písmom, sú to koliformné baktérie (2x prekročený limit), v jednom prípade boli zistené Escheria coli a enterokoky. Ostatné ukazovatele boli stanovené v nulových obsahoch, príp. pod limitnými hodnotami.

Tabuľka 14: Výsledky mikrobiologicko-biologických analýz

ukazovateľ	jednotka	limit	druh limitu	15.5.2023	31.5.2023	13.6.2023
Escherichia coli	KTJ/10 ml	0	NMH	0	0	2
Koliformné baktérie	KTJ/10 ml	0	NMH	32	10	2
Enterokoky	KTJ/10 ml	0	NMH	5	0	0
Kultivovateľné mikroorganizmy pri 22 °C	KTJ/1 ml	2x10 ²	MH	10	9	29
Kultivovateľné mikroorganizmy pri 36 °C	KTJ/1 ml	50	MH	9	0	10
Bezfarebné bičkovce	jedinice/ml	0	MH	0	0	0
Živé organizmy	jedinice/ml	0	MH	-	0	0
Vláknité baktérie	jedinice/ml	0	MH	-	0	0
Mikromycéty stanovené mikroskopicky	jedinice/ml	0	MH	-	0	0
Mŕtve organizmy	jedinice/ml	30	MH	-	0	0
Železité a mangánové baktérie	pokr.poľa %	10	MH	-	0	0
Abiosestón	pokr.poľa %	10	MH	-	3	2
Clostridium perfringens	KTJ/10 ml	0	MH	-	0	0

Fyzikálne a chemické ukazovatele

Zo skupín ukazovateľov uvedených vo vyhláške č. 91/2023 Z. z. bola kvalita vody posúdená podľa vybraných skupín - anorganické, organické ukazovatele, ukazovatele, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť vlastnosti pitnej vody a látky, ktorých prítomnosť v pitnej vode je žiaduca.

Výsledky analýz sú podané v tabuľkách 15 a 16.

Tabuľka 15 : Výsledky analýzy anorganických ukazovateľov

ukazovateľ	jednotka	limit	druh limitu	13.6.2023
antimón	$\mu\text{g.l}^{-1}$	10	NMH	<1
arzén	$\mu\text{g.l}^{-1}$	10	NMH	<1
bór	mg.l^{-1}	1,5	NMH	0,02
dusičnany	mg.l^{-1}	50	NMH	4,64
dusitany	mg.l^{-1}	0,5	NMH	<0,01
fluoridy	mg.l^{-1}	1,5	NMH	<0,1
chróm celkový	$\mu\text{g.l}^{-1}$	50	NMH	<1,0
kadmium	$\mu\text{g.l}^{-1}$	5	NMH	<0,3
kyanidy celkové	$\mu\text{g.l}^{-1}$	50	NMH	<5
meď	mg.l^{-1}	2	NMH	<0,001
nikel	$\mu\text{g.l}^{-1}$	20	NMH	<1
olovo	$\mu\text{g.l}^{-1}$	10	NMH	<1
ortuť	$\mu\text{g.l}^{-1}$	1	NMH	<0,2
selén	$\mu\text{g.l}^{-1}$	10	NMH	<1

Tabuľka 16: Výsledky analýzy organických ukazovateľov

ukazovateľ	jednotka	limit	druh limitu	13.6.2023
benzén	$\mu\text{g.l}^{-1}$	1	NMH	<0,1
chlórbenzén	$\mu\text{g.l}^{-1}$	10	MH	<0,1
dichlórbenzény	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,3	MH	<0,075
1,2-dichlóretán	$\mu\text{g.l}^{-1}$	3	NMH	<0,3
aldrin	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,03	NMH	<0,02
4,4'-DDE	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,1	NMH	<0,0,1
4,4'-DDT	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,1	NMH	<0,0,1
dieldrin	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,03	NMH	<0,0,1
endrin	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,1	NMH	<0,0,1
hexachlórbenzén	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,1	NMH	<0,0,1
heptachlór	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,03	NMH	<0,0,1
heptachlórepoxid	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,03	NMH	<0,0,1
lindan (gama-HCH)	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,1	NMH	<0,0,1
metoxychlór	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,1	NMH	<0,0,2
pesticídy spolu	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,5	NMH	<0,1
suma polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU)	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,1	NMH	<0,025
benzo(a)pyrén	$\mu\text{g.l}^{-1}$	0,01	NMH	<0,003
tetrachlóretén a trichlóretén	$\mu\text{g.l}^{-1}$	10	NMH	<1

Z prehľadu číselných údajov v tabuľkách 15 a 16 je evidentné, že anorganické aj organické ukazovatele boli analyzované vo veľmi nízkych obsahoch, ani v jednom ukazovateli neboli dosiahnuté ani limitné hodnoty, resp. boli zistené veľmi nízke množstvá pod detekčnými limitmi použitej prístrojovej techniky.

Tabuľka 17 obsahuje údaje o ukazovateľoch, ktoré sú doplnené o sodík, a ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť vlastnosti pitnej vody.

Tabuľka 17: Výsledky analýzy ukazovateľov, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť kvalitu pitnej vody

ukazovateľ	jednotka	limit	druh limitu	15.5.2023	31.5.2023	13.6.2023
absorbancia pri 254 nm	-	0,08	MH	-	-	0,01
amónne ióny	mg.l ⁻¹	0,5	MH	<0,02	<0,02	<0,02
farba	mg.l ⁻¹ Pt	20	MH	-	-	<2
CHSK-Mn	mg.l ⁻¹	3	MH	0,32	<0,3	<0,3
chloridy	mg.l ⁻¹	250	MH	6,03	5,32	4,96
mangán	µg.l ⁻¹	50	MH	0,01	0,005	1,7
pH		6,5 - 9,5	MH	7,35	7,31	7,31
sírany	mg.l ⁻¹	250	MH	31,40	32,90	30,7
teplota vody	°C	8 - 12	MH	9,70	11,20	9,8
zákal	FNU	5	MH	-	-	<1
pach	-	bez zápachu	MH	-	-	prijateľný
železo celkové	mg.l ⁻¹	0,2	MH	0,01	<0,005	<0,005
el. vodivosť	mS.m ⁻¹	125	MH	54,90	55	57,2
sodík	mg.l ⁻¹	200	MH	4,50	4,60	4,2

Hodnotenie výsledkov je rovnaké ako v predchádzajúcom prípade, nebolo dokumentované žiadne prekročenie limitov uvedenými vo vyhláške č. 91/2023. Výsledky analýzy sú v súlade s celkovým kladným hodnotením kvality podzemnej vody.

V tabuľke 18 sú uvedené číselné údaje o obsahoch žiaducich látok v pitnej vode. Všetky údaje vyhovujú limitom vyššie spomenutej vyhlášky.

Tabuľka 18: Výsledky analýzy látok, ktorých prítomnosť v pitnej vode je žiaduca

ukazovateľ	jednotka	limit	druh limitu	13.6.2023
vápnik	mg.l ⁻¹	>30	OH	101,00
horčík	mg.l ⁻¹	10 - 30	OH	15,60
vápnik a horčík	mmol.l ⁻¹	1,1 - 5	OH	3,16
draslík	mg.l ⁻¹	1 - 10	OH	1,7

Hodnotenie výsledkov stanovenia rádiologických ukazovateľov (tabuľka 19) je rovnaké, ako hodnotenie predchádzajúcich skupín ukazovateľov – neboli prekročené limity, voda z pohľadu hodnôt týchto ukazovateľov je vhodná pre pitné účely.

Tabuľka 19: Výsledky analýzy rádiologických ukazovateľov

ukazovateľ	jednotka	limit	druh limitu	8.3.2022
celková objemová aktivita alfa	Bq.l ⁻¹	0,1	indikačná hodnota	<0,04
celková objemová aktivita beta	Bq.l ⁻¹	0,5	indikačná hodnota	<0,1
objemová aktivita radónu	Bq.l ⁻¹	100	indikačná hodnota	14,8

Podľa kritérií vyhlášky č. 636/2004 Z. z. pre surovú vodu podzemná voda vo vrte VZ-3 vyhovuje všetkým skupinám ukazovateľov okrem mikrobiologických ukazovateľov; podzemná voda je zaradená

do kategórie A1, v ktorej úprava vody je určená len dezinfekciou alebo jednoduchou fyzikálnou úpravou a dezinfekciou.

Na záver zhodnotenia chemického zloženia a kvality možno konštatovať, že podzemná voda vo vrte VZ-3 podľa výsledkov analýz vzoriek odobratých počas hydrodynamickej skúšky *spĺňa všetky požiadavky na kvalitu pitnej vody, okrem prekročenia niektorých mikrobiologických ukazovateľov.*

7.5 Hodnotenie výsledkov vrtu VZ-3 vo vzťahu k zdrojom VZ-1, VZ-2, prírodným liečivým zdrojom, prírodným minerálnym zdrojom a zdrojom minerálnej vody v Rajeckých Tepliciach

Podľa časového priebehu hladiny podzemnej vody vo vrte VZ-3 a zdroji VZ-1 na obrázku 5 je nesporné, že bol dokumentovaný hydraulický vplyv čerpacej skúšky vo VZ-1 (vzdialenosť medzi nimi je 65 m). Trend pohybu hladiny je rovnaký, vo VZ-1 je však dosť výrazne ovplyvnený aj odberom vody, ktorý nie je kontinuálny a s rovnakým čerpaným množstvom (tabuľka 7). Ešte je potrebné upozorniť na fakt, že v priebehu skúšky vo vrte VZ-3 s $Q=4,5 \text{ l.s}^{-1}$ nebolo dosiahnuté ustálené prúdenie, pri čerpanom množstve $Q=3,5 \text{ l.s}^{-1}$ už je možné reálne s ním uvažovať.

Hlavnými ukazovateľmi vzťahu obidvoch objektov sú úrovne hladiny podzemnej vody v absolútnych výškach v tabuľke 8. Dynamická hladina vo VZ-3 kolísala od 411,26 m n. m. do 410,21 m n. m., vo VZ-1 od 411,16 m n. m. do 410,47 m n. m. Výsledky hydrodynamickej skúšky vo vrte VZ-3 možno považovať za identické s výsledkami skúšky vo VZ-1 (Kandera, 2017). Charakteristické údaje z testovania obidvoch vrtov sú podané v tabuľke 20.

Tabuľka 20: Vybrané údaje hydrodynamických skúšok vo vrtoch VZ-3 a VZ-1

Vrt	hladina pred skúškou (m n. m.)	maximálne Q (l.s^{-1})	s (m)	hladina (m n. m.)	konštantné Q (l.s^{-1})	s (m)	hladina (m n. m.)
VZ-3	411,25	4,81	1	410,2	3,56	0,29	410,96
VZ-1	411,26	4,5	1,05	410,24	3,5	0,18	411,08

Pre návrh, resp. výpočet využiteľného množstva podzemnej vody pre vrt VZ-3 je relevantná výdatnosť $3,5 \text{ l.s}^{-1}$ čerpaná v v dňoch 5. 6. – 12. 6. 2023. Hladina vo VZ-3 mala stúpajúci trend od 410,47 m n. m. do 411,08 m n. m. (tabuľka 4), vo VZ-1 od 411,06 m n. m. do 411,37 m n. m. (tabuľka 6), pričom odber vody nebol prerušený, kolísal medzi $7,78 \text{ l.s}^{-1}$ a $0,85 \text{ l.s}^{-1}$ (tabuľka 7).

Na základe uvedeného a výsledkov hydrodynamických skúšok možno konštatovať, že:

- vrty VZ-3 a VZ-1 sú situované v ľavostrannej časti nivy toku Rajčianka (obrázok 4) s plochou $18\,832 \text{ m}^2$, v ktorej, napriek nevelkej ploche, sú veľmi dobré podmienky pre akumuláciu vyššieho prírodného množstva podzemnej vody ako v susedných územiach nivy na pravom brehu toku,

- hydraulické parametre kolektora (spoločný kolektor štrkov náplavov Rajčianky a silneporušených podložných slienitých bridlíc a vápencov) charakterizujú prostredie ako vysokoprietočné a dosť silne priepustné,
- podmienky pre doplňovanie prírodných aj využiteľných množstiev podzemnej vody sú dobré, podľa výsledkov skúšky vo vrte VZ-3 je pravdepodobné, že vo vyčlenenom území prevažuje dotačná funkcia toku nad drenážnou, a to aj v období nízkych prietokov; v súlade s uvedeným sú výdatnosti vrtov k pomere ku zníženiam a dokumentačné údaje stúpacích skúšok (obrázky 7 a 8),
- a údaje o hrúbkach zvodnenca (pred skúškou hrúbka bola 8,96 m, počas maximálneho zníženia 7,91 m, tabuľka 5),
- podľa dokumentácie hydrodynamickej skúšky vplyv na úroveň hladiny vo vrte VZ-1 mala nielen čerpacia skúška vo vrte VZ-3, ale údaje naznačujú väčší vplyv odberu vody s prečerpávaním do vodojemu,
- všetky závery sú zohľadnené pri výpočte využiteľného množstva podzemnej vody pre vrt VZ-3.

Všetky zdroje vo výverovej oblasti minerálnej vody v Rajeckých Tepliciach bez výnimky (BJ-19, BJ-22, BJ-21A, RT-1 a VZ-2) sú situované v stredotriasových vápencoch a dolomitoch. Obeh a režim minerálnej vody nie je prepojený s obehom a režimom obvyčajnej podzemnej vody v štrkoch náplavov Rajčianky.

Údaje o exploatačnom režime vo vrte VZ-2 s členením na obdobie pred skúškou vo vrte VZ-3 (1. 5. – 12. 5. 2023), na dobu skúšky (12. 5. – 14. 6. 2023) a celé obdobie od 1. 5. do 14. 6. 2023 sú prezentované v tabuľke 9, grafické zobrazenie dát je na obrázku 6. Podľa štatistických hodnôt úrovne hladiny v uvedených obdobiach je evidentný ustálený exploatačný režim bez hydraulického vplyvu skúšky vo vrte VZ-3. Úroveň hladiny vo vrte VZ-2 kolísala v úzkom intervale od 405,52 m n. m. do 405,88 m n. m.

Podobné hodnotenie režimu hladiny vyplýva aj z dát zdrojov BJ-19, BJ-22, BJ-21A a RT-1 (tabuľka 10, obrázok 6). Úrovne hladiny minerálnej vody sa zvyšujú v smere prúdenia juh – sever. Najnižšia je v zdroji RT-1 (minimum 401,11 m n. m., maximum 402,45 m n. m.), v zdrojoch BJ-19 a BJ-22 kolísala medzi 408,74 m n. m. a 410,84 m n. m. V zdroji BJ-21A (vedľa Rajčianky) hladina kolísala od 406,46 m n. m. do 406,89 m n. m. o cca 1 m vyššie ako vo VZ-2. *Vplyv čerpacej skúšky vo vrte VZ-3 na zmeny hladiny vo všetkých zdrojoch minerálnej vody je vylúčený.*

7.6 Súčasné odbery podzemnej vody

Podľa vodohospodárskej bilancie množstva podzemnej vody (Slivová et al., 2022) je v čiastkovom rajóne VH 20 hydrogeologického rajónu PQ 029 zatiaľ k dispozícii $109,08 \text{ l.s}^{-1}$ využiteľného množstva podzemnej vody. K bilančnému profilu 2960 Rajčianka ústie využiteľné množstvo podzemnej vody je $34,46 \text{ l.s}^{-1}$, z tohto množstva využívané množstvo v roku 2021 bolo $9,55 \text{ l.s}^{-1}$; podstatná časť využívaného množstva vody bola zo zdrojov VZ-1 a VZ-2, a to $6,9 \text{ l.s}^{-1}$.

Zo zdroja VZ-1 v mesiacoch apríl a máj 2023 bol priemerný odber podzemnej vody $3,12 \text{ l.s}^{-1}$ a $2,44 \text{ l.s}^{-1}$ (údaje prepočítané pre celodenné kontinuálne čerpanie), zo zdroja VZ-2 priemerné odberné množstvo vody v uvedených mesiacoch bolo $3,67 \text{ l.s}^{-1}$ a $3,85 \text{ l.s}^{-1}$.

8. VÝPOČET VYUŽITEĽNÉHO MNOŽSTVA PODZEMNEJ VODY PRE VRT VZ-3

8.1 Metodika výpočtu využiteľného množstva podzemnej vody

Metodika bola zvolená s ohľadom na predmet výpočtu, a tým bol hydrogeologický vrt VZ-3 ako záchytný objekt a jeho vzťah s existujúcim vodárenským zdrojom podzemnej vody VZ-1.

Základom metodiky je vyhodnotenie údajov hydrodynamickej skúšky spojené so stanovením hydraulických parametrov kolektora podzemnej vody – koeficientu prietočnosti $T [\text{m}^2.\text{s}^{-1}]$ a koeficientu filtrácie $k [\text{m.s}^{-1}]$. Skúška bola vykonaná vo vrte s predpokladaným celým otvoreným kolektorom. Metodika a výsledky sú náplňou podkapitoly 7.3.1.

Pre návrh využiteľného množstva podzemnej vody boli použité dva zdroje dát - okrem súborov dát hydrodynamickej skúšky (12. 5. 2023 – 14. 6. 2023) boli použité aj údaje z monitoringu prírodných liečivých zdrojov v Rajeckých Tepliciach vrátane vodárenského zdroja VZ-2. Výpočet zohľadňuje aj závery hodnotenia vzťahu vrtu VZ-3 a zdroja VZ-1 v podkapitole 7.5.

Doplňujúcou metódou návrhu využiteľného množstva podzemnej vody bolo modelovanie s použitím nástroja MLU for Windows (analytický program na modelovanie prúdenia podzemných vôd, pre výpočet hladín a znížení, analýzu údajov hydrodynamickej skúšky vo zvodnencoch – UNESCO Edition of MLU for Windows (Hemker – Post, 2010). Program pre hodnotenie nameraných údajov, optimalizáciu parametrov konkrétneho zvodneného prostredia a prognózu vývoja hladín využíva sadu analytických nástrojov - napr. Theis, Hantush, Neuman, Boulton, Papadopoulos, Moench. Teoretický základ metód analytického riešenia pre rôzne systémy prúdenia podzemných vôd, z ktorých vychádza program MLU, bol publikovaný v Journal of Hydrology (Hemker – Maas, 1987, Hemker, 1999).

8.2 Výpočet využiteľného množstva podzemnej vody

V priebehu skúšky vo vrte VZ-3 bolo dlhodobo čerpané s množstvami $4,5 \text{ l.s}^{-1}$ a $3,5 \text{ l.s}^{-1}$. Doba čerpania s výdatnosťou $4,5 \text{ l.s}^{-1}$ bola 21 dní (14. 5. – 15. 5. 2023 a 16. 5. – 5. 6. 2023). Zníženie bolo síce malé, len 1,05 m (pripomínam, že hrúbka zvodneného kolektora bola 8,96 m, teoretické zníženie o 1/3 vodného stĺpca je 2,99 m), ale bol registrovaný vplyv na hladinu podzemnej vody vo VZ-1 v súčinnosti s neprerušným odberom (obrázok 5). Z tohto dôvodu bolo v ďalšom kroku uvažované aj s čerpaným množstvom $3,5 \text{ l.s}^{-1}$ v dobe od 5. 6. 2023 do 12. 6. 2023.

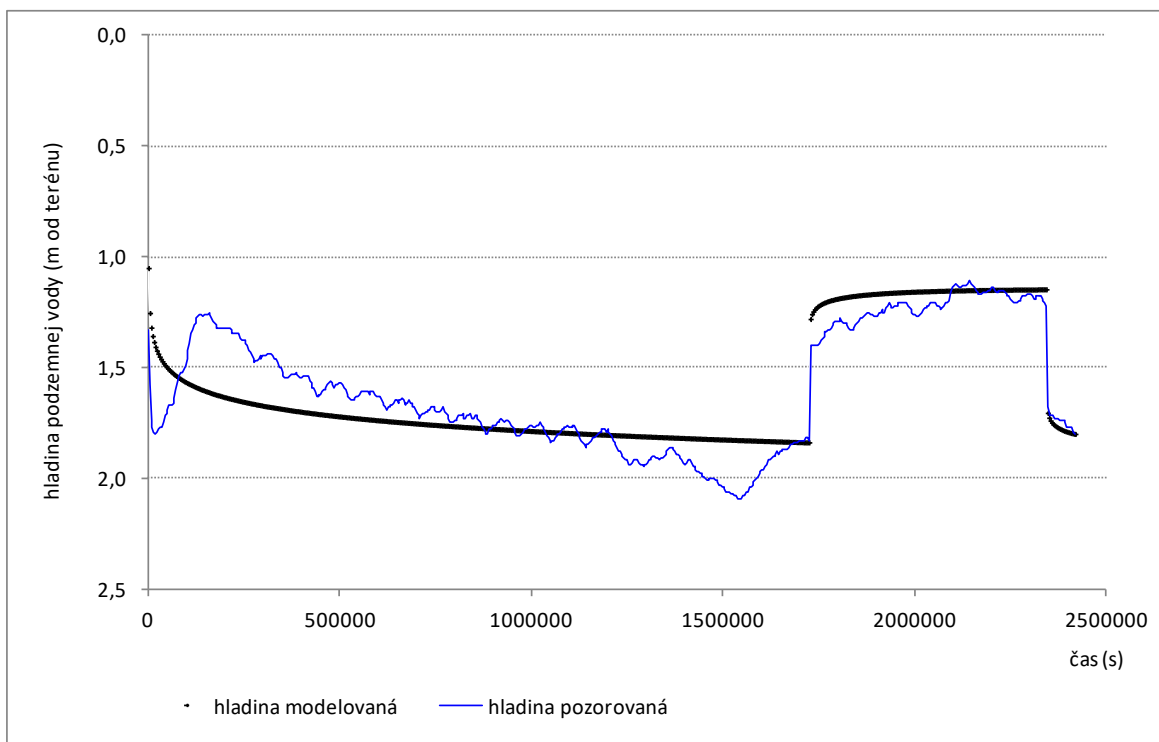
Po analýze údajov hydrodynamickej skúšky vo VZ-3 (výsledky charakterizujúce priebeh skúšky sú uvedené v tabuľkách 4, 6, 8 a 20) sa javí, že optimálne využiteľné množstvo podzemnej vody pre vrt VZ-3 s ohľadom na neovplyvnenosť parametrov zdroja VZ-1 je spomínaných $3,5 \text{ l.s}^{-1}$. V ďalšom texte je uvedené zdôvodnenie tohto využiteľného množstva podzemnej vody.

Hladina vo VZ-3 po znížení čerpaného množstva zo $4,5 \text{ l.s}^{-1}$ na $3,5 \text{ l.s}^{-1}$ okamžite reagovala vzostupom od 2,05 m od OB (410,67 m n. m. – 411,08 m n. m.), rovnaká reakcia bola aj vo VZ-1, a to z 3,19 m od OB (410,47 m n. m.) na 2,24 m od OB (411,42 m n. m.) Veľkosť zníženia vo VZ-3 bola len 0,18 m. V čase od 5. 6. 2023 do 13. 6. 2023 bolo z VZ-1 priemerne čerpané $3,58 \text{ l.s}^{-1}$ (tabuľka 7), spoločný odber podzemnej vody z VZ-3 a VZ-1 bol cca 7 l.s^{-1} . Z obrázka 5 je zjavné, že hladina vo VZ-1 je výrazne ovplyvnená samotným odberom vody, než čerpaným množstvom $3,5 \text{ l.s}^{-1}$ z VZ-3. Ešte je potrebné pripomenúť, že vodný stav Rajčianky (graf je súčasťou obrázku 5) bol ustálený.

Pre využiteľné množstvá podzemnej vody čerpaných z vrtov dôležitým elementom sú časové zmeny hladiny, resp. zníženia počas dlhodobého odberu. Prognóza zmien hladiny podzemnej vody bola urobená v prostredí programu MLU pre množstvá $4,5 \text{ l.s}^{-1}$ a $3,5 \text{ l.s}^{-1}$.

V prvom kroku boli iteračnou metódou z nameraných údajov čerpacej skúšky modelované hydraulické parametre prostredia. Stanovený bol koeficient prietochnosti $T = 3,785 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, čo je hodnota porovnateľná s hodnotou $4,210 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (2. priamkový úsek na obrázku 8), model je považovaný za verifikovaný.

Výsledky modelovania sú uvedené v prílohe 4, grafické zobrazenie nameraného a modelovaného zníženia hladiny je na obrázku 9.



Obrázok 9: Namerané a modelované zníženie hladiny podzemnej vody vo vrte VZ-3

Vzhľadom na fakt, že hlavným zdrojom dopĺňovania množstiev podzemnej vody je tok Rajčianka, ktorej vodnosť, hlavne v Rajeckej kotline s prítokmi odvodňujúcich paleogénne a kriedové horniny, rýchlo reaguje na časopriestorové zmeny v úhrnoch zrážok, a to aj na krátkodobé, ale výdatné (obrázok 2), prognóza vývoja dynamickej hladiny podzemnej vody bola urobená na 1 rok s čerpaným množstvom $4,5 \text{ l.s}^{-1}$ a $3,5 \text{ l.s}^{-1}$, výsledky sú podané v tabuľke 21.

Tabuľka 21: Prognóza hladiny podzemnej vody vo vrte VZ-3 po 1 roku

čerpané množstvo (l.s^{-1})	čas (sec)	hladina podzemnej vody		
		(m od OB)	(m od terénu)	m n. m.
4,5	31557600	2,53	2,11	410,19
3,5	31557600	2,31	1,89	410,41

Hladina podzemnej vody s čerpaným množstvom $4,5 \text{ l.s}^{-1}$ počas roka pri rovnakých podmienkach, aké boli počas hydrodynamickej skúšky by bola len o 0,02 m nižšia ako bola dosiahnutá počas skúšky (2,09 m pod terénom, 410,19 m n. m.). Treba však upozorniť na to, že prognóza je urobená bez akceptácie odberu vody z VZ-1.

Pri kontinuálnom odbere vody s výdatnosťou $3,5 \text{ l.s}^{-1}$ hladina by mala byť v úrovni 410,41 m n. m (1,89 m pod terénom); v závere čerpania s týmto množstvom 12. 6. 2023 hladina bola v úrovni 411,08 m n. m. (1,22 m pod terénom), pričom VZ-1 bol v prevádzke (údaje o čerpanom množstve sú v tabuľke 7).

Minimálna hladina podzemnej vody počas exploatácie zo zdroja VZ-1 je určená na 410,96 m n. m. Táto úroveň bola prekročená len počas čerpania VZ-3 s výdatnosťou $4,5 \text{ l.s}^{-1}$, počas čerpania s výdatnosťou $3,5 \text{ l.s}^{-1}$ hladina bola medzi 411,06 m n. m. – 411,37 m n. m. (tabuľka 6).

Na základe uvedeného je navrhnuté pre VZ-3 využiteľné množstvo podzemnej vody $3,5 \text{ l.s}^{-1}$, minimálna hladina počas exploatácie v úrovni 410,41 m n. m.

Záverom je konštatované, že vrt VZ-3, ako aj zdroj VZ-1, sú vyhotovené v spoločnom kolektore štrkov náplavov Rajčianky s podložnými silneporušenými slienitými bridlicami a vápencami. Sledované parametre čerpacej skúšky – čerpané množstvo a zmeny hladiny, ako aj priebeh stúpacích skúšok s dosiahnutím stavu hladiny pred začiatkom skúšky v priebehu 24 hodín umožňujú konštatovať, že obidva objekty sú situované v miestach s dostatočnou akumuláciou a dobrými podmienkami pre doplňovanie množstiev podzemnej vody.

8.3 Kategorizácia a využiteľnosť podzemnej vody

Množstvo podzemnej vody $3,5 \text{ l.s}^{-1}$ pre vrt VZ-3 je navrhnuté klasifikovať ako využiteľné množstvo pre záchytný objekt so zaradením do kategórie B podľa vyhlášky č. 51/2008 Z. z. v znení neskorších predpisov. Neoddeliteľnou súčasťou návrhu je údaj o maximálnej dynamickej hladine počas exploatácie, ktorá je určená 1,89 m pod úrovňou terénu – 410,41 m n. m.

Navrhované využiteľné množstvo podzemnej vody pre vrt VZ-3 v katastri obce Rajecké Teplice, v okrese Žilina je odporúčené zaradiť k využiteľným množstvám podzemnej vody hydrogeologického rajónu QP 029 Paleogén a kvartér časti Žilinskej kotliny a východného okraja Súľovských vrchov, čiastkového rajónu VH 20 (čiastkový rajón paleogénu).

Chemické zloženie a kvalita vody, okrem mikrobiologických vlastností, hodnotené podľa platnej legislatívy vyhovuje zámerom objednávateľa – využitie vrtu vodárenského zdroja podzemnej vody.

9. VPLYV VYUŽÍVANIA VRTU VZ-3 NA KVALITU PODZEMNEJ VODY

Na základe vyhodnotenia dosiahnutých výsledkov, ako aj prevádzkovej dokumentácie využívaného zdroja VZ-1 (Kandera, 2017), možno predpokladať, že pri dodržaní navrhnutých parametrov exploatácia nebude mať negatívny dopad na kvalitu podzemnej vody. Chemické zloženie vody počas skúšky bolo stabilné.

Hlavným donorom prírodných ako aj využiteľných množstiev podzemnej vody je tok Rajčianka, ktorá nie je zaradená do siete tokov SHMÚ so sledovaním kvality povrchovej vody. V povodí toku v Rajeckej kotline sa nenachádzajú veľké priemyselné firmy, poľnohospodárska činnosť je prevažne sústredená mimo územia nivy, všetky obce v povodí Rajčianky západne od Rajeckých Teplíc (po Fačkov

vrátane) je odkanalizovaná. Na základe uvedeného je reálne predpokladať dobrú kvalitu vody toku bez negatívneho vplyvu na kvalitu infiltrovanej vody do kolektora.

10. NÁVRH NA OPTIMÁLNE VYUŽITIE VRTU VZ-3 A JEHO OCHRANU

10.1 Spôsob exploatacie vrtu VZ-3

Exploatacia podzemnej vody z vrtu VZ-3 je možná len s použitím ponorného čerpadla. Odporúčaná maximálna hĺbka osadenia čerpadla je 10 m pod úrovňou terénu. Vzhľadom na to, že kolektor tvoria štrky prevažne s piesčitou prímесou a silneporušené slienité bridlice a vápence je odporúčané zapínať čerpadlo s plynulým nárastom čerpaného množstva. Do podmienok využívania zdroja je zahrnutý aj údaj o kritickej dynamickej hladine počas odberu, ktorá je určená na 410,41 m n.m.

10.2 Návrh prevádzkového monitoringu

Pred začiatkom exploatacie vrtu VZ-3 je odporúčené do vrtu inštalovať registračnú sondu pre zaznamenávanie zmien hladiny a teploty podzemnej vody a prietokomer pre meranie odoberaného (čerpaného) množstva podzemnej vody. Ďalej je odporúčené po určitom časovom období vyhodnotiť režimové parametre vo vzťahu k exploatacii zdroja VZ-1 a ku klimatickým a hydrologickým prvkom.

10.3 Návrh opatrení na ochranu vrtu VZ-3 a návrh ochranných pásiem

Ochrana vodárenských zdrojov podzemnej vody je podľa vyhlášky č. 29/2005 Z. z. zabezpečovaná určením ochranných pásiem a opatreniami I., II. a v odôvodnených prípadoch aj III. stupňa. Ochrana vrtu VZ-3 ako budúceho vodárenského zdroja podzemnej vody je „uľahčená“ existenciou ochranných pásiem prírodných liečivých a prírodných minerálnych zdrojov v Rajeckých Tepliciach.

Z hľadiska ochrany vrtu VZ-3 ako budúceho vodárenského zdroja podzemnej vody je niekoľko pozitívnych faktov:

- vrt VZ-3 ako aj zdroj VZ-1 sa nachádzajú v ochrannom pásme II. stupňa spomínaných zdrojov s minerálnou vodou,
- v širšom okolí sa nenachádzajú priemyselné podniky, okrem menších remeselných prevádzok;
- poľnohospodárska činnosť je sústredená mimo nivy Rajčianky, na územia Rajeckej kotliny, tvorených paleogénom,
- v roku 2002 bola dokončená preložka štátnej cesty Žilina – Rajec, ktorá prechádzala centrom Rajeckých Teplic. Preložka cesty, zarezaná do masívu Skaliek, sa po premostení Rajčianky pri Kanskej napája na pôvodnú cestu. Cesta, vzhľadom na blízkosť prírodných liečivých zdrojov a prírodných minerálnych zdrojov je vybavená prvkami, ktoré zabraňujú vtekaniu vôd z telesa cesty do Rajčianky.

Na základe uvedených faktov je odporúčané pre vrt VZ-3 zriadiť len ochranné pásmo I. stupňa s rozmermi 10 x 10 m, ktoré je navrhnuté oplotiť. Parcela č. 571, na ktorej sa vrt nachádza, je vo vlastníctve objednávateľa úlohy.

10.4 Vplyv využívania vrtu VZ-3 na životné prostredie

Z vrtu VZ-3 bude exploatovaná podzemná voda z kolektora štrkov náplavov Rajčianky a z podložných silneporušených slienitých bridlíc a vápencov (platí aj pre zdroj VZ-1). Hlavným donorom je tok Rajčianka, ktorý zrejme plní túto funkciu aj počas nízkych prietokov.

Ak platí tento predpoklad, potom sa vynára ďalšia otázka – aký vplyv bude mať odber podzemnej vody na prietokové pomery toku?

Celkové využiteľné množstvo podzemnej vody by bolo $7,06 \text{ l.s}^{-1}$. Určiť vplyv na prietok Rajčianky nie je objektívne možné, pre exaktné závery chýbajú hydrologické režimové dáta. Optimálna pozícia pozorovacích objektov na toku by bola v úrovni západného a východného ohraničenia skúmaného vodného útvaru na obrázku 4 a pozorovací vrt aj v pravostrannej časti nivy. Na toku Rajčianka je síce osadená vodočerná lata pre sledovanie vodného stavu (obrázok 1), ale z hľadiska pozície VZ-3 a VZ-1 nie je vhodná, prietok je ovplyvňovaný skrytým prestupom minerálnej vody.

Zatiaľ možno uviesť, že pri dodržaní podmienok exploatacie nepredpokladá sa negatívny vplyv na životné prostredie.

11. ÚDAJE O ULOŽENÍ GEOLOGICKEJ DOKUMENTÁCIE

Prvotná geologická dokumentácia, ktorá pozostáva z denných hlásení vrtnej súpravy a z denných hlásení o vykonávaní hydrodynamickej skúšky, ako aj prvotná dokumentácia hydrodynamickej skúšky sú archivované u zhotoviteľa geologických prác. Prvotnú dokumentáciu z analýz vzoriek podzemnej vody archivuje INGEO-ENVILAB, s. r. o. Žilina.

12. ZÁVER A ODPORÚČANIA

Cieľ úlohy geologických prác realizovaných v extraviláne Rajeckých Teplíc - zhotoviť vrt s disponibilným množstvom podzemnej vody $3 - 4 \text{ l.s}^{-1}$ bol splnený.

Vrt VZ-3, ako aj existujúci využívaný zdroj VZ-1, sú situované v náplavoch Rajčianky, kolektorom podzemnej vody sú štrky náplavov a silneporušené slienité bridlice a vápence v podloží uloženín. Sledované parametre čerpacej skúšky vo vrte VZ-3 – čerpané množstvo a zmeny hladiny, ako aj priebeh stúpacích skúšok s dosiahnutím stavu hladiny pred začiatkom skúšky v priebehu 24 hodín umožňujú konštatovať, že obidva objekty sú situované v miestach ľavobrežnej časti nivy toku Rajčianka s dostatočnou akumuláciou a dobrými podmienkami pre doplňovanie množstiev podzemnej vody.

Medzi hlavné výstupy riešenia geologickej úlohy patrí výpočet využiteľného množstva podzemnej vody pre menovaný vrt tak, aby kvantitatívne a kvalitatívne parametre zdroja VZ-1 neboli ovplyvnené.

Na základe dosiahnutých výsledkov prác pre vrt VZ-3 je navrhnuté využiteľné množstvo podzemnej vody $3,5 \text{ l.s}^{-1}$ s minimálnou úrovňou hladiny 410,41 m n. m. so zaradením do kategórie B a s pričlenením k využiteľným množstvám podzemnej vody hydrogeologického rajónu QP 029 Paleogén a kvartér časti Žilinskej kotliny a východného okraja Súľovských vrchov, čiastkového rajónu VH 20 (čiastkový rajón paleogénu).

Z hodnotenia chemického zloženia a kvality podzemnej vody vo vrte VZ-3 vyplýva, že:

- z genetického hľadiska podzemná voda patrí medzi vody s fluviogénnou mineralizáciou, typ A_2 , základný, výrazný vápenato–hydrogénuhličitanový (zložka A_2 dosahuje 85,43 cz%),
- podľa celkovej mineralizácie 495 - 498 mg.l^{-1} podzemná voda je klasifikovaná ako voda so strednou mineralizáciou; súčet koncentrácií Ca^{2+} a Mg^{2+} je 3,16 mmol.l^{-1} , koncentrácia vodíkových iónov podľa nameraných hodnôt v malom rozsahu 7,31 – 7,35 zaraďujú podzemnú vodu medzi vody slaboalkalické,
- podzemná voda podľa výsledkov analýz vzoriek odobratých počas hydrodynamickej skúšky *spĺňa všetky požiadavky na kvalitu pitnej vody, okrem skupiny mikrobiologických ukazovateľov*. Odporúčané je vrt pred začiatkom využívania dezinfikovať a kvalitu vody overiť kontrolnými analýzami.

Podľa hodnotenia vzťahu vrtu VZ-3 a zdroja VZ-1 vyplýva, že odber vody v množstve $3,5 \text{ l.s}^{-1}$ nebude mať nepriaznivý vplyv na schválené parametre pre VZ-1 – využiteľné množstvo podzemnej vody $3,56 \text{ l.s}^{-1}$, minimálnu úroveň 410,96 m n. m. Z ďalšieho hodnotenia vzťahu medzi vrtom VZ-3 a prírodnými liečivými zdrojmi, prírodnými minerálnymi zdrojmi, zdrojmi minerálnej vody ale hlavne vzťahu so zdrojom VZ-2 je konštatované, že exploatacia z vrtu VZ-3 nijakým spôsobom neovplyvní parametre uvedených zdrojov.

Súčasťou správy je aj rámcový návrh ochrany vrtu VZ-2 a monitoringu (kapitola 10), ktorý vychádza zo súčasného legislatívneho stavu ochrany prírodných liečivých zdrojov a prírodných minerálnych zdrojov v Rajeckých Tepliciach. Je navrhnuté len ochranné pásmo I. stupňa s rozmermi 10x10 m pre ochranu vrtu a blízkeho okolia.

Z hodnotenia dopadu využívania vrtu VZ-3 na životné prostredie, zamerané na tok Rajčianku, ktorá je hlavným zdrojom pre doplňovanie množstiev podzemnej vody v priestore vrtu VZ-3 a zdroja VZ-1 je konštatované, že v súčasnej dobe nie je možné urobiť objektívne posúdenia uvedeného pre absenciou pozorovacích objektov povrchovej a podzemnej vody. Vzhľadom na dlhodobé využívanie

zdroja VZ-1 sa prikláňa k tomu, že odber nemá, resp. nebude mať negatívny účinok na prietokové pomery Rajčianky.

13 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Atlas krajiny Slovenskej republiky, 2002: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky a Slovenská agentúra životného prostredia Banská Bystrica.
- Gazda, S. 1974: Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a jeho genetická klasifikácia. Zborník III. Celoštátnej geologickej konferencie. Publ. SGÚ Bratislava. 43 – 50.
- Fľaková, R. – Ženišová, Z. – Seman, M. 2010: Chemická analýza vody v hydrogeológii. Monografia. SAH Bratislava.
- Hemker, C. J. 1999: Transient well flow in layered aquifer systems: the uniform well-face drawdown solution. *Journal of Hydrology*, 225. 19 – 44.
- Hemker, C. J. – Maas, C. 1987: Unsteady flow to wells in layered and fissured aquifer systems. *Journal of Hydrology*, 90. 231 – 253.
- Hemker, C. J. – V. Post, 2010: MLU for Windows. Wellflow modeling in multilayer aquifer systems. UNESCO edition. Amsterdam.
- Jetel, J. 1982: Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. ÚÚG Praha.
- Jetel, J. 1998: Určovanie hydraulických parametrov hornín hydrodynamickými skúškami pri hodnotení využiteľného množstva podzemných vôd. Manuskript – Geologická služba Slovenskej republiky Bratislava.
- Kandera, K. 2017: SLK Rajecké Teplice – studňa VZ-1 – využiteľné množstvá vôd. Záverečná správa. Manuskript – Geofond Bratislava.
- Krásny, J. 1986: Klasifikace transmisivity a její použití. *Geologický průzkum*. Ročník 28. 6. 177 – 179.
- Klago, M. – Matečková, E. – Sandanus, M. 1976: Rajecké Teplice, hydrogeologický prieskum termálnych vôd. Záverečná správa. Manuskript – archív INGEО a.s. Žilina.
- Kovářík, K. 1992: Manuál k programu CERP. Manuskript - archív INGEО a.s. Žilina.
- Litva, J. 1965: Hydrogeologický prieskum vodného zdroja pre kotelňu v Rajeckých Tepliciach. Záverečná správa. Manuskript – archív INGEО a.s. Žilina.
- Mello, J. – Potfaj, M. – Teťák, F. Havrila, M. – Rakús, M.†- Buček, S. – Foli, I. Nagy, A. – Salaj, J. – Maglay, J. – Pristaš, J. – Fordinál, K. 2005: Geologická mapa stredného Považia M 1 : 50 000. ŠGÚDŠ Bratislava.
- Méryová, E. - Malatinská, A. – Urbaník, J. 1996: Rajecké Teplice – ochranné pásma. Záverečná správa. Manuskript – archív INGEО a.s. Žilina.
- Méryová, E. – Frličková, M. 2004: Rajecké Teplice – zdroj pitnej vody. Hydrogeologický posudok. Manuskript – archív INGEО a.s. Žilina.
- Méryová, E. – Urbaník, J. 2016: Rajecké Teplice – zdroj pitnej vody. Záverečná správa. Manuskript – archív INGEО, a.s. Žilina.
- Méryová, E. – Urbaník, J. 2019: Revízia ochranných pásiem prírodných liečivých zdrojov a prírodných minerálnych zdrojov v Rajeckých Tepliciach vrátane zakázaných činností v navrhovaných ochranných pásmach. Manuskript – archív INGEО, a. s, Žilina.

- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 452/2019 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 282/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd. Čiastka
- Slivová, V. – Belan, M. – Brezianská, K. – Čaučík, P. – Kurejová Stojkovová, M. – Lehotová, D. – Leitman, Š. – Molnár, Ľ. 2022: Vodohospodárska bilancia SR. Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2021. SHMÚ Bratislava.
- Šalaga, I. – Šalagová, V. – Frličková, M. – Urbaník, J. 1995: Paleogén Žilinskej kotliny a východného okraja Súľovských skál. Záverečná správa. Manuskript – archív INGeo, a.s. Žilina.
- Šuba, J. – Bujalka, P. – Cibulka, Ľ. – Frankovič, J. – Hanzel, V. – Kullman, E. – Porubský, A. – Pospíšil, P. – Škvarka, L. – Šubová, A. – Tkáčik, P. – Zakovič, M. 1984: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. 2. vydanie. SHMÚ Bratislava.
- Vandrová, G. 1987: Rajecké Teplice – náhradný zdroj termálnej vody. Záverečná správa. Manuskript – archív INGeo, a.s. Žilina.
- Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 636/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú požiadavky na kvalitu surovej vody a na sledovanie kvality vody vo verejných vodovodoch. Čiastka č. 271/2004 Zbierky zákonov.
- Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon. Čiastka 020/2008 Zbierky zákonov.
- Vyhláška Ministerstva životného prostredia č. 29/2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o určovaní ochranných pásiem vodárenských zdrojov, o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v ochranných pásmach vodárenských zdrojov. Čiastka 016/2005 Zbierky zákonov.
- Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 100/2018 Z. z. o obmedzovaní ožiarenia obyvateľov z pitnej vody, z prírodnej minerálnej vody a z pramenitej vody.
- Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 79/2022, ktorou sa ustanovujú ochranné pásma prírodných liečivých zdrojov a prírodných minerálnych zdrojov v Rajeckých Tepliciach a druhy zakázaných činností v ochranných pásmach prírodných liečivých zdrojov a prírodných minerálnych zdrojov v Rajeckých Tepliciach. Čiastka č. 29/2022 Zbierky zákonov.
- Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 91/2023 Z. z., ktorou sa ustanovujú ukazovatele a limitné hodnoty kvality pitnej vody a kvality teplej vody, postup pri monitorovaní pitnej vody, manažment rizík systému zásobovania pitnou vodou a manažment rizík domových rozvodných systémov.
- Zakovič, M. 1988: Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1 : 200 000, list 26 Žilina. GÚDŠ Bratislava.
- Zakovič, M. et al. 1990: Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR, list 26 Žilina. GÚDŠ Bratislava.
- Zákon č. 569/2007 Z.z. o geologických prácach (geologický zákon). Čiastka č. 237/2007 Zbierky zákonov.