

Hydrogeologický posudok

Názov geologickej úlohy:	Nová Merina (parcely KNC 1384/2, 1384/1, 1384/248) k. ú. Trenčín – doplnkový hydrogeologický prieskum, posúdenie vsakovacích parametrov a overenie výdatnosti studne pre závlahu
Číslo geologickej úlohy:	2415115
Objednávateľ:	Nová Merina s.r.o, Digitálny park I, Einsteinova 21, 951 01 Bratislava - Petržalka
Etapu geologických prác:	Odborné hydrogeologické posúdenie v zmysle zákona č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov a zákona č. 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov
Zhotoviteľ:	AQUAMIN, s r. o., Pltnícka 8, 010 01 Žilina
Zodpovedný riešiteľ:	Mgr. Peter Štefanka
Riešiteľ samostatnej časti:	Ing. Eliška Ďugel Václavková
Dátum vypracovania:	18.10.2024
Počet exemplárov:	4

AQUAMIN, s. r. o.:

Mgr. Peter Štefanka
konateľ s. r. o.

ŽILINA
2024

Obsah

1.	ÚVOD	3
1.1.	Cieľ, metodika a rozsah prieskumných prác	3
2.	VŠEOBECNÉ ÚDAJE	4
2.1.	Vymedzenie geologickej úlohy a územia.....	4
2.2.	Geologická preskúmanosť územia	5
2.3.	Geomorfologická charakteristika	5
2.4.	Hydrologická charakteristika	6
2.5.	Klimatická charakteristika.....	7
2.6.	Geologické pomery širšieho okolia skúmaného územia	7
3.	HYDROGEOLOGICKÉ POMERY	9
3.1.	Chránené územia podľa osobitných predpisov	9
4.	DOTERAJŠIA GEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ	16
4.	PODROBNÁ ČASŤ.....	17
4.1	Geologické vyhodnotenie vrtov	17
5.	HYDRODYNAMICKÁ SKÚŠKA NA VRTE VS-3.....	25
4.1.	Výpočet hydraulických parametrov vrtu VS-3	26
4.1.1.	Návrh na optimálne využitie zdroja podzemnej vody	27
4.2.	Hodnotenie vsakovacej schopnosti horninového prostredia – vsakovacie skúšky na vrtoch VS-1 a VS-2	27
5.	ZÁVER	33

1. ÚVOD

Na základe objednávky od spol. Nová Merina s.r.o, Digitálny park I, Einsteinova 21, 951 01 Bratislava - Petržalka, sme vypracovali predkladaný hydrogeologický posudok pod názvom: „**Nová Merina (parcely KNC 1384/2, 1384/1, 1384/248) k. ú. Trenčín – doplnkový hydrogeologický prieskum, posúdenie vsakovacích parametrov a overenie výdatnosti studne pre závlahu**“.

Rozsah a metodika geologických prác bola určená súčasným stavom preskúmanosti, množstvom a kvalitou informácií o geologicko-tektonickej stavbe a hydrogeologických pomeroch skúmaného územia a navrhnutá tak, aby bol dosiahnutý pozitívny výsledok prieskumu.

Predkladaný hydrogeologický posudok je výsledkom hydrogeologického prieskumu, a posúdenia hydrogeologických podmienok vsakovania vôd povrchového odtoku infiltráciou do horninového prostredia a overenie kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov horninového prostredia na posudzovanej lokalite za účelom zabezpečenia úžitkovej vody pre závlahu.

Posudok je vypracovaný v súlade so zákonom č. 364/2004 Z. z. o vodách v znení neskorších predpisov a Nariadením vlády SR č. 269/2010 Z. z. a 452/2010 Z. z., Vyhláškou MŽP SR č. 29/2005 Z. z. o podrobnostiach určovania ochranných pásiem vodárenských zdrojov a o opatreniach na ochranu vôd a Rozhodnutia na ochranné pásma využívaných vodárenských zdrojov vyššie uvedených.

Úlohou posudku sú predovšetkým odborné zisťovania a hodnotenia v zmysle požiadaviek:

Zákona 364/2004 Z. z. o vodách v znení neskorších predpisov, § 37, odstavec 1:

- preskúmanie a zhodnotenie hydrogeologických pomerov príslušnej oblasti,
- zhodnotenie samočistiacich schopností pôdy a horninového prostredia danej lokality v príslušnej oblasti,
- preskúmanie a zhodnotenie možných rizík znečistenia a zhoršenia kvality podzemných vôd.

V rámci posudku boli vykonané terénne technické práce – realizácia 3 ks prieskumného hydrogeologického vrtu s označením VS-1, VS-2 a VS-3. Na prieskumných vrtoch VS-1 a VS-2 boli realizované vsakovacie skúšky a na vrte VS-3 bola zrealizovaná overovacia čerpacia skúška.

Geologické práce sú zdokumentované a vyhodnotené v predkladanej odbornom hydrogeologickom posudku, ktorý je neoddeliteľnou súčasťou tejto úlohy. Hydrogeologický posudok je vypracovaný v zmysle Zákona NR SR č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov a Vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z. v znení neskorších predpisov, ktorou sa vykonáva geologický zákon.

Vzhľadom k cieľu geologickej úlohy popisujeme prírodné pomery územia stručne a podrobnejšie sa zaoberáme zrealizovanými geologickými prácami.

1.1. Cieľ, metodika a rozsah prieskumných prác

Cieľom hydrogeologického posúdenia je poskytnutie základných údajov o hydrogeologických pomeroch v mieste plánovanej výstavby, a posúdenie vsakovania vôd z povrchového odtoku do vsakovacieho systému a overenie výdatnosti studne pre závlahu.

Metodika riešenia geologickej úlohy pozostávala z archívneho spracovania výsledkov hydrogeologického prieskumu v širšom okolí študovaného územia, z realizácie a vyhodnotenia geologických diel, realizácie vsakovacej skúšky a zo spracovania a zhodnotenia výsledkov v predkladanom hydrogeologickom posudku.

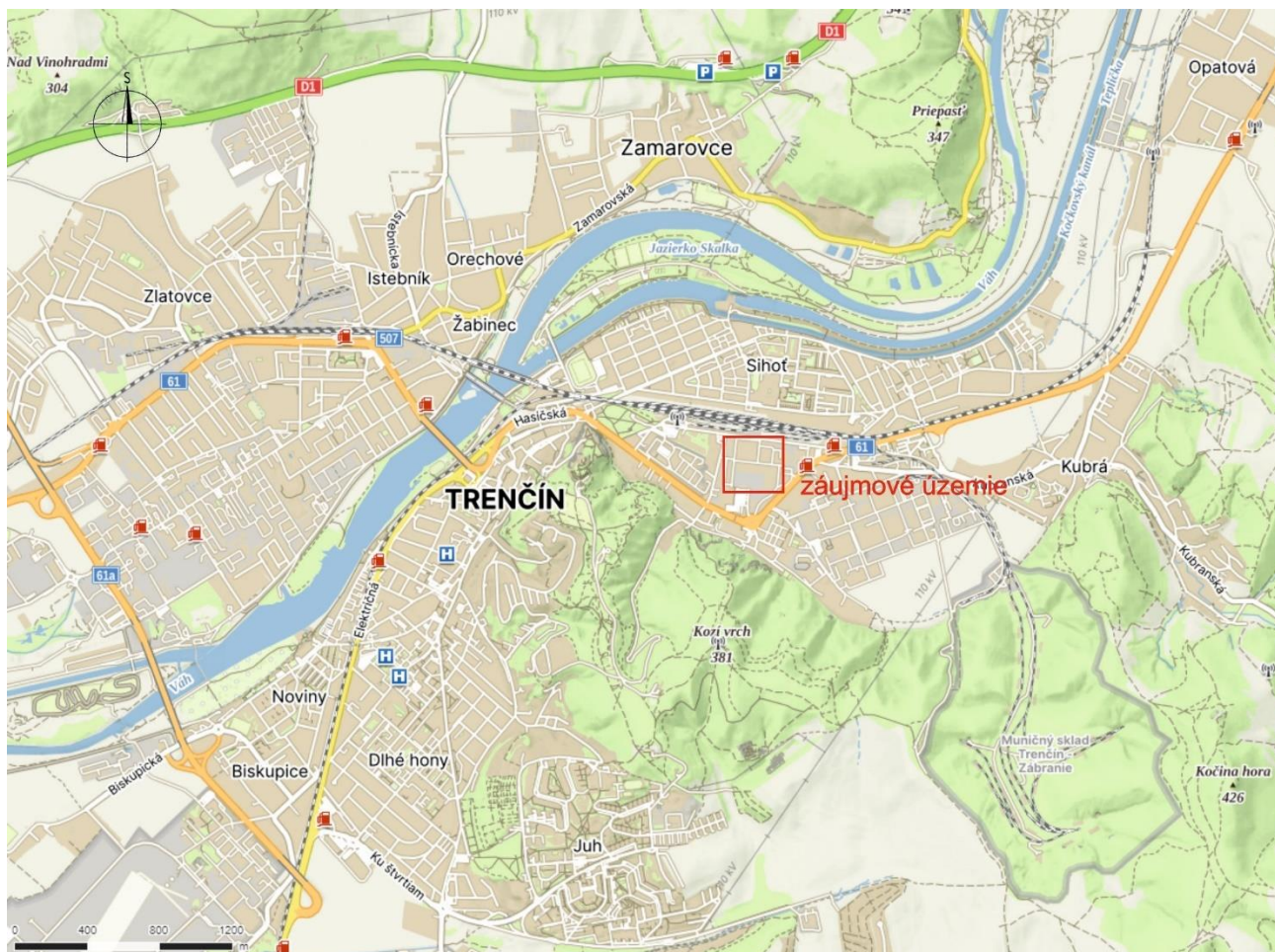
2. VŠEOBECNÉ ÚDAJE

2.1. Vymedzenie geologickej úlohy a územia

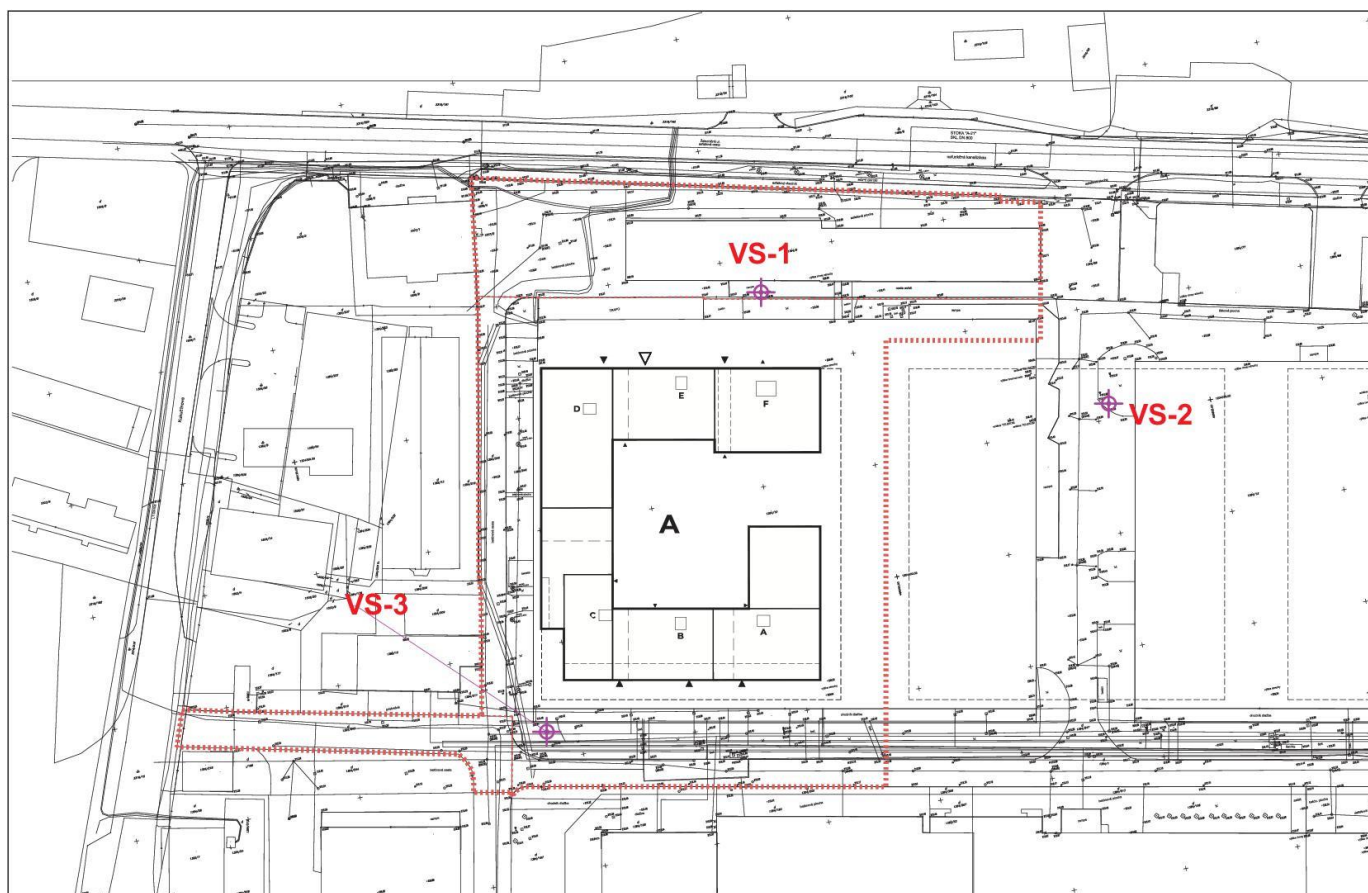
- ⇒ názov geologickej úlohy: „**Nová Merina (parcely KNC 1384/2, 1384/1, 1384/248) k. ú. Trenčín – doplnkový hydrogeologický prieskum, posúdenie vsakovacích parametrov a overenie výdatnosti studne pre závlahu**“
- ⇒ etapa geologických prác: doplnkový hydrogeologický posudok
- ⇒ zhotoviteľ: AQUAMIN s r.o.
- ⇒ názov a identifikačné číslo obce (IČZÚJ) a identifikačné číslo katastrálneho územia (IČÚTJ):

		Názov		Číslo
kraj	→	Trenčiansky	→	3
okres	→	Trenčín	→	309
obec	→	Trenčín	→	505820 (IČZÚJ) 864528 (IČÚTJ)

Predmetné územie sa nachádza v zmysle územnosprávneho členenia SR na území Trenčianskeho kraja, v okrese Trenčín a v katastri obce Trenčín. Situácia záujmového územia je na Obr. 1.



Obrázok 1 ŠIRŠIE OKOLIE POSUDZOVANÉHO ÚZEMIA



Obrázok 2 SITUOVANIE VŔTANÝCH STUDNÍ NA PARC. KN-C Č. 1384/2, 1384/1, 1384/248

2.2. Geologická preskúmanosť územia

Problematika geologických pomerov záujmového územia Trenčín bola predmetom viacerých geologických prác, z ktorých uvádzame:

1. Záverečná správa: Trenčín – Nová Merina – Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum – (Molčan T., 2023).

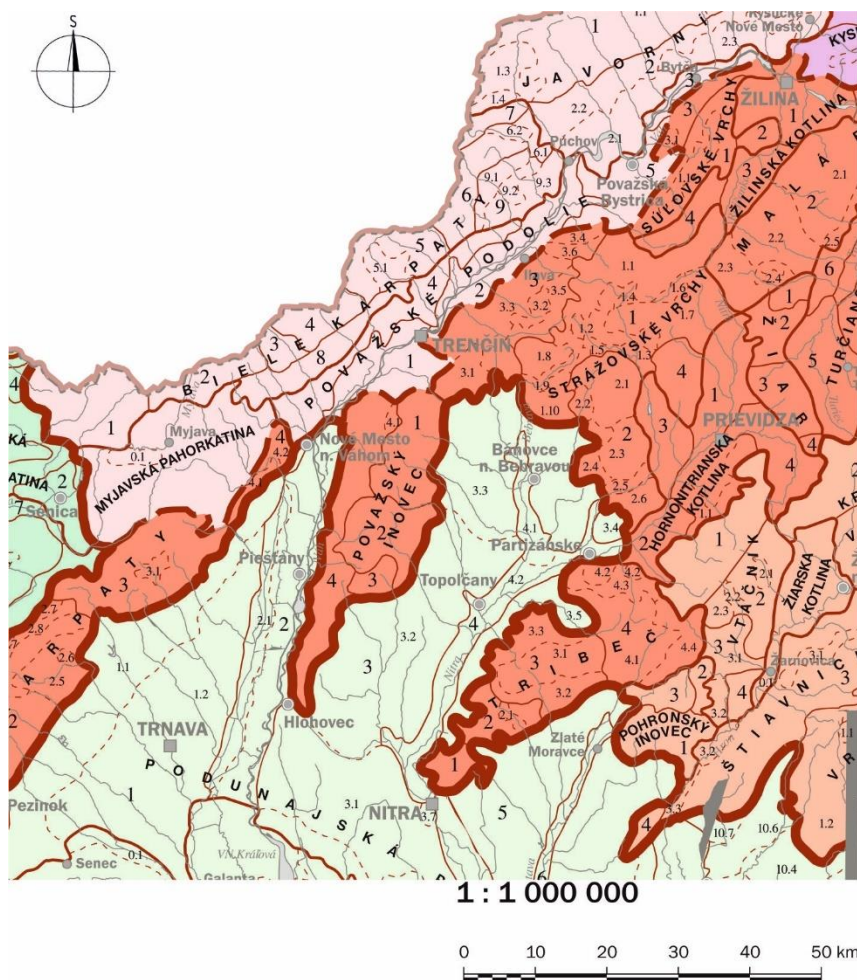
2.3. Geomorfologická charakteristika

V zmysle regionálneho geologického členenia patrí študované územie do oblasti jadrových pohorí, do podoblasti Strážovských vrchov. V zmysle geomorfologického členenia Slovenska (E. Mazúr – M. Lukniš, 1986) patrí predmetné územie do subprovincie Vnútrotných Západných Karpát, celku Strážovských vrchov, podcelku Trenčianskej vrchoviny, časti Teplickej vrchoviny, a do Fatransko – tatranskej oblasti.

Začlenenie skúmaného územia podľa regionálneho geomorfologického členenia Slovenskej republiky (Mazúr in Atlas krajiny 2002) (obr. 3):

Provincia	Subprovincia	Oblasť	Celok
Západné Karpaty	Vnútrotné Západné Karpaty	Fatransko- tatranská	Strážovské vrchy

Skúmané územie patrí do Trenčianskeho kraja (č.k. 3), okresu Trenčín (č.k. 309) a mesta Trenčín (č.k. 505820).



Obrázok 3 Geomorfologická mapa

(podľa Atlasu krajiny SR, 2002)

2.4. Hydrologická charakteristika

Riešené územie z hydrologického hľadiska spadá do povodia rieky Váh – č. hydrologického poradia 1-4-21-09-001, ktorý tvorí hlavný a najvýznamnejším vodný tok v oblasti. Skúmané územie sa nachádza v ľavobrežnej nive Váhu, cca 2 000 m od Váhu.

Váh patrí v rámci Slovenska k veľkým vodným tokom. Je riekou II. rádu a je najdlhšou riekou na Slovensku s celkovou dĺžkou 402,5 km. Plocha povodia rieky je 19.728 km² (pri ústí do Dunaja v Komárne). V Trenčíne (profil Trenčianske Biskupice) má Váh plochu povodia 9267,100 km² a dĺžku toku 238,4 km.

V oblasti stredného Považia je Váh ovplyvnený vodohospodárskymi úpravami najmä v 50-tych rokoch. Rieka je energeticky využívaná a pretvorená na sústavu haťových zdrží s bočnými kanálmi. V katastri mesta sa nachádzajú dva stupne - Skalka pri Trenčíne (Sihot') a Trenčianske Biskupice. V stredovej časti katastra mesta medzi týmito dvoma stupňami sa nachádza priestor tzv. Biskupickej zdrže - územia medzi ukončením Nosického kanála a začiatkom Biskupického kanála.

2.5. *Klimatická charakteristika*

Nadmorská výška študovaného územia sa pohybuje okolo cca 212,0 až 212,5 m n. m. V zmysle klimatického členenia Slovenska patrí uvedená oblasť do teplého okrsku, kotlinového typu, s priemernou teplotou v januári od -4 do -2 °C, v júli 18,5 až 20 °C, s priemerným ročným úhrnom zrážok 600 až 700 mm.

Hĺbku premrznania uvádzame z Technických podmienok TP 3/2009 „Navrhovanie netuhých a polotuhých vozoviek“, zo vzťahu:

$$h_{pr} = 0,05 * \sqrt{I_m n} = 0,05 * \sqrt{350} = 0,94 \text{ m}$$

kde hodnota $I_{n.m}$ – návrhová hodnota indexu mrazu je v zmysle STN 73 6114 „Vozovky pozemných komunikácií“ pre oblasť Trenčína podľa mapy návrhových hodnôt indexu mrazu pre periodicitu $n=0,1$, triedu dopravného zaťaženia I.,II. s ohľadom na miestne klimatické podmienky $I_m = 350$.

2.6. *Geologické pomery širšieho okolia skúmaného územia*

Na geologickej stavbe záujmového územia sa podieľa kvartérny komplex a predkvartérny mezozoický podklad. Kvartérny komplex je zastúpený nivnými fluvialnými sedimentmi. Tieto sú reprezentované prevažne štrkami, menej piesčitými hlinami a pieskami. Súčasný povrch je dotváraný antropogénnou činnosťou vo forme navážok premenlivej mocnosti. Celková mocnosť kvartérnych sedimentov sa pohybuje do 8 - 10 m. V podloží kvartérneho komplexu vystupujú mezozoické súvrstvia tvorené hlavnými dolomitmi hronika triasového veku a slieňovcami a slieňitými vápencami mráznického súvrstvia jurského až kriedového veku.



KVARTÉR

- Holocén vceiku
 - fh: fluvialne sedimenty: litofaciálne nečlenené nivné hĺby, alebo piesčité až štrkavité hĺby dolinných nív a nív horských potokov
- Pleistocén / holocén
 - d: deluviálne sedimenty vceiku: litofaciálne nerozlíšené svahoviny a suliny
- Holocén vceiku
 - hšh: proluviálne sedimenty: prevažne hĺby a piesčité hĺby s úložkami hornín a zahlienenými štrkmi v nívných náplavových kuželoch

MEZOZOIKUM

JURA

Staršia jura

- AJ1: albuginské súvrstvie: hravosivé až čierne, miestami škvrnité, jemnozrnné a ľahšie vápence a výplňové ložce

KVARTÉR

- Pleistocén / holocén
 - dh: deluviálne sedimenty: prevažne hĺby kamenné (podradne piesčito kamenné) svahoviny a suliny

MEZOZOIKUM

TRIAS

Mladší trias

- dT3: hlavné dolomity: svetlé, sivé masívne a vrstevnaté dolomity

- LuT3: luvské vrstvy: jemnozrnné pieskovce, hravosivé ľahšie a ľahšie piesčité bridlce

Stredný trias

- GvT2: gutenbergské súvrstvie (gutenbergské vrstvy): gutenbergské (arnabergské) vápence: hravosivé a čierne hrubolavcovité, vrstevnaté, červikavé vápence

KRIEDA

Staršia - mladšia krieda

- PoK12: porubské súvrstvie: sľefovce, ľahšie piesčité bridlce, pieskovce, piesčité vápence, ortokonglomeráty

Mladšia jura? - staršia krieda

- MzK1: mázurické súvrstvie: sivé a hravosivé sľahšie vápence (niekedy s hľuzami rohovcov), sľahšie, sľefovce, sľahšie bridlce

JURA

Stredná - mladšia jura

- ZdJ23: žďanské súvrstvie: doskovité až ľahcovité, sivozelené, zelené a červené radiolárové vápence a radiolary

KVARTÉR

Mladší pleistocén

- lh: eolicko-deluviálne sedimenty: nevýplňové sprašové hĺby a sprašom podobné zeminy

MEZOZOIKUM

TRIAS

Stredný - mladší trias

- RhT23: ramsaukové dolomity a hlavné dolomity: sivé vrstevnaté dolomity a svetlé, sivé masívne a vrstevnaté dolomity

KRIEDA

Mladšia jura? - staršia krieda

- vJK1: svetlosivé masívne vápence, vyššie vrstevnaté sivé sľahšie vápence a hľuzami čiernych rohovcov

BRADLOVÉ PÁSMO

BRADLOVÉ PÁSMO

Snežnické vrstvy

- sv: pieminské vápence: hravosivé škvrnité sľahšie vápence s rohovcami a sľahšie

MANÍNSKA SKUPINA

- rhvK1: sivé, hravosivé organogénne až slabokrínoidové vápence s čiernymi rohovcami

NEOGÉN

MIOCÉN

Egenburg

- KIE: čausianske súvrstvie - kľačiansky zlepenec: zlepenec, pieskovce

MEZOZOIKUM

KRIEDA

Staršia krieda

- vuK1: voľcovské, jedľovinské a kolecké vrstvy: ľahové prúdy, hyaloklastity a dajky alkalických bazaltov a limburgitov

TRIAS

Stredný - mladší trias

- rel: reifinské vápence: sivé vrstevnaté a hľuznaté vápence s rohovcami

KRIEDA

- dandK: roj dajok andezitov trenčianskeho hrádneho kopca

BRADLOVÉ PÁSMO

BRADLOVÉ PÁSMO

Jarmutské súvrstvie

- fk12: pieskovce, bridlce, sľefovce, zlepenec - flyšové sekvenencie

NEOGÉN

MIOCÉN

Egenburg

- čsC: čausianske súvrstvie: bazálne sedimenty

Obrázok 4: GEOLOGICKÁ MAPA SKÚMANEJ LOKALITY

(podľa portálu geology.sk)

3. HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

Z hľadiska hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba a kol., 1984) je skúmané územie súčasťou hydrogeologického rajónu QM 038 – Kvartér Trenčianskej kotliny a príslušné mezozoikum Trenčianskej vrchoviny a jeho čiastkového rajónu VH-10 (aluviálna niva Váhu), ktorého určujúcim typom priepustnosti je medzizrnová priepustnosť. Hydrogeologické pomery lokality sú odrazom geologickej stavby a tektoniky územia. Vymedzenie rajónu je podmienené predovšetkým priestorovou kontinuitou hlavného kolektora podzemných vôd, ktorým sú kvartérne sedimenty poriečnej nivy Váhu a jeho hlavných prítokov.

Z hľadiska vymedzených útvarov podzemných vôd SR, v zmysle Rámcovej smernice EÚ o vodách 2000/60/ES, sú akumulácie podzemných vôd čiastkového rajónu zaraďované do útvaru medzizrnových podzemných vôd kvartérnych náplavov Váhu a jeho prítokov severnej časti oblasti povodí Váh (SK1000500P).

Kvartérne fluviálne sedimenty predstavujú z hydrogeologického i vodárenského hľadiska v záujmovej oblasti najpriaznivejší a najvýznamnejší hydrogeologický celok. Hydrogeologickým kolektorom sú štrkovité pleistocénne sedimenty, v ktorých je vytvorená súvislá nádrž podzemných vôd s voľnou hladinou. Priaznivost' zvodnenia štrkových súvrství závisí najmä na ich hrúbke, stupni zahĺbenia, granulometrickom zložení v horizontálnom i vertikálnom smere, a s tým súvisiacich možnosti doplnenia zásob podzemných vôd (Maheľ. M. et al., 1981). Generalizovaný smer prúdenia podzemných vôd širšieho okolia lokality vcelku sleduje tok rieky Váh.

Štrkovité sedimenty sú zaraďované do dosť silnej až silnej triedy priepustnosti a vysokej až veľmi vysokej triedy prietočnosti ($T > 1.10 - 3.9.10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$). Priepustnosť štrkov sa pohybuje v rozpätí $k = 3.59.10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (Horváth, 2010 - hodnoty vypočítané z kriviek zrnitosti). Zásoby podzemných vôd sú dopĺňované jednak zrážkami a jednak brehovou infiltráciou z povrchových tokov. Charakteristickým znakom pre hladinu podzemnej vody je jej vertikálne a horizontálne kolísanie - sonda SHMÚ č. 156 – z dlhodobého pozorovania - kolísanie HPV 1,25 m (Ročenka SHMÚ, 2015).

Značný vplyv na výdatnosť kvartérnych sedimentov má aj podložie krasových mezozoických hornín, ktoré dopĺňajú zásoby podzemnej vody. Viaceré pramene boli pozorované hlavne na okrajoch aluviálnej nivy. V nemalej miere sú to aj okrajové zlomy, ktoré ohraničujú dolinu Váhu (Maheľ. M. et al., 1981).

Pod kvartérnymi sedimentami sa nachádzajú horniny paleogénu (pliocén) a mezozoika. Lokálne už bola zistená komunikácia podzemných vôd kvartérnych uloženín s podložitým mezozoikom. To podmieňuje možnosť rozsiahlejšej dotácie náplavov aj podzemnými vodami z okrajových území, čomu nasvedčujú aj viaceré drenážne toky.

Minerálne vody

V Trenčianskej kotline vyviera viacero menších minerálnych prameňov studených obyčajných a zemitých kyseliek. Nachádzajú sa najmä na územiach okolo Kubry, Soblahova a Trenčianskej Turnej. Tieto pramene sú málo výdatné, ich výdatnosť neprekračuje $1,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Vo vlastnom skúmanom území ani v jeho kontaktnom okolí nie je zistený, ani evidovaný žiadny zdroj minerálnej vody, prírodný liečivý zdroj ani prírodný zdroj minerálnych stolových vôd, do územia nezasahuje ani žiadne ochranné pásmo.

3.1. Chránené územia podľa osobitných predpisov

Zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny legislatívnou formou zabezpečuje zachovanie rozmanitosti podmienok a foriem života na zemi, vytvorenie podmienok na trvalé udržanie, obnovovanie a racionálne využívanie prírodných zdrojov, ekologickej stability. Vymedzuje územnú a druhovú ochranu a ochranu drevín.

Územnou ochranou prírody sa v zmysle zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny rozumie osobitná ochrana prírody a krajiny v legislatívne vymedzenom území v druhom až piatom stupni ochrany.

Chránené územia

V zmysle zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny sa v širšom riešenom území z veľkoplošných chránených území nachádza CHKO Biele Karpaty, z maloplošných chránených území sa v širšom okolí nachádza PR Zamarovské jamy (k.ú. Zamarovce a Kubrá) (viď obrázok 5).

Skúmaná lokalita sa nenachádza v žiadnom z uvedených veľkoplošných ani maloplošných chránených území, nie je ani v kontakte s ich ochranným pásmom. V zmysle zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v celom posudzovanom území platí I. stupeň ochrany.

Natura 2000

Sústavu NATURA 2000 tvoria 2 typy území:

- osobitne chránené územia (Special Protection Areas, SPA) – vyhlasované na základe smernice o vtákoch - v národnej legislatíve: chránené vtáčie územia (CHVÚ);
- osobitné územia ochrany (Special Areas of Conservation, SAC) – vyhlasované na základe smernice o biotopoch - v národnej legislatíve: územia európskeho významu - pred vyhlásením, po vyhlásení je územie zaradené v príslušnej národnej kategórii chránených území.

V širšom riešenom území sa nachádzajú oba typy území:

Územia európskeho významu

- územie európskeho významu 302. Váh pri Zamarovciach (SKUEV0397).

Skúmané územie nezasahuje do žiadneho z týchto území.



Obrázok 5: Vymedzenie chránených území

Vodohospodársky chránené územia

Územie sídelného útvaru Trenčín patrí do vodohospodársky chránenej oblasti Strážovské vrchy, vyhlásenej NV SR č. 13/1987 zo 6. 2. 1987 (www.vuvh.sk). Vyžaduje sa tu územná ochrana s prioritou zachovania prirodzenej akumulácie podzemných vôd.

Skúmané územie sa nachádza severne od chránenej vodohospodárskej oblasti, ktorej hranica prebieha po toku rieky Váh, teda do nej nespadá. Pri uplatňovaní vodohospodárskych záujmov je potrebné vychádzať z § 31 zákona č. 364/2004 – zákon o vodách.

Povodie vodárenského toku sa v riešenom území ani v jeho širšom okolí nenachádza.

Z vodohospodársky významných tokov sa v širšom riešenom území nachádzajú recipienty Váh, Biskupický kanál Trenčín – Piešťany, Opatovský potok, Turniansky potok a Drietomica.

VODÁRENSKÝ ZDROJ SIHOŤ TREŇČÍN

Záujmové územie je súčasťou ochranného pásma II. stupňa vodárenského zdroja Sihoť Trenčín. Ochranné pásmo II. stupňa sa rozprestiera od ľavého brehu rieky Váh, resp. Nosického kanála smerom na juhovýchod do doliny toku Kubrica k okrajom Strážovských vrchov. Uvedené ochranné pásmo vodárenského zdroja Sihoť Trenčín boli určené Rozhodnutím č. PLVH 3412/1988-405 zo dňa 30.12.1988 podľa § 19 zákona č. 138/1973 Zb. o vodách „ochranné pásmo na ochranu výdatnosti, akosti a zdravotnej nezávadnosti vodného zdroja“, zobrazené je na obr. 6.

Väčšia časť ochranného pásma II. stupňa (okrem časti v intraviláne mesta Trenčín) sa zároveň nachádza aj v chránenej vodohospodárskej oblasti Strážovské vrchy.

Podľa administratívneho členenia sa v katastrálnom území Trenčína nachádza aj prírodná rezervácia Trubárka, vyhlásená v roku 1982 o výmere 7,4 ha a podľa vyhlášky KÚŽP v Trenčíne č. 2/2004 z 1.10.2004 - ú. od 1.11.2004 so 4. stupňom ochrany, na ochranu zachovalého xerothermného skalného a lesostepného biotopu s výskytom zriedkavých druhov flóry a fauny.

Vodárenský zdroj Sihoť Trenčín sa nachádza na ľavej strane aluviálnej nivy rieky Váh v husto obývanej severnej časti mesta Trenčín, nazývanej sídlisko Sihoť.

Ochranného pásma I. stupňa vodárenského zdroja Sihoť Trenčín, ktoré má rozsah 70 x 120 m. Pásmo je oplotené, zatravnené a vysadené stromami i kríkmi najmä po obvode územia. Vo vnútri oploteného areálu sa nachádza čerpacia stanica a budova chlórovacího zariadenia. V severozápadnom okraji je vo vnútri pásma umiestnená aj trafostanica, ktorej budova tvorí zároveň časť severného oplotenia.

Ochranné pásmo II. stupňa sa rozprestiera od ľavostranného brehu Nosického kanála Váhu smerom na juhovýchod a hranica je vyčlenená nasledovne:

- severná hranica: potok Teplička od sútoku s Kubrianskym potokom, ďalej na juhozápad popri Nosickom kanále po sútoku so starým riečištom Váhu - juhozápadná hranica: rozvodnica prechádzajúca od Trenčianskeho hradu cez masív Vápenice (306 m n. m.) a vrchu Zábranie (328 m n. m).
- juhovýchodná hranica: ďalej po rozvodnici po kótu Kočina hora (426 m n. m.) smerom na sever po okraji intravilánu obce Kubrica,
- severovýchodná hranica: je tvorená Kubrianskym potokom od obce Kubrica o sútoku s Tepličkou.

Okolo vodárenského zdroja sú zo všetkých strán chodníky vykladané zámkovou dlažbou, alebo asfaltové vyvýšené oproti telesu komunikácie. Popri chodníkoch sú vedené miestne komunikácie štandardnej obytnej zóny vybudované s asfaltovým povrchom opatrené kanalizačnými vpustmi na odvedenie zrážkových vôd. Mesto Trenčín má vybudovanú kanalizačnú sieť a odpadové vody sú odvedené do čistiarny odpadových vôd.

Okolie je zastavané 3-4 poschodovými obytnými domami, niektoré majú prízemie usporiadané pre prevádzku zariadení komerčnej vybavenosti a služieb (potraviny, lekáreň atď.) V blízkosti sa nachádza napr. základná škola, ihrisko, kúpalisko, zimný štadión.

Základné údaje o vodárenskom zdroji

Vodárenský zdroj Sihoť Trenčín sa nachádza na severovýchodnom okraji intravilánu mesta, v aluviálnej nive rieky Váh, v husto zastavanej a osídlenej časti mesta, na sídlisku Sihoť.

Technické parametre zdroja:

Označenie objektu	Sihoť vŕtaná studňa
Hĺbka	10,00 m
Priemer zabudovania	300 mm
Výdatnosť	40,0 l.s ⁻¹ .

O vŕtanej studni sa nezachovala žiadna prvotná litologická ani technická dokumentácia. Vyššie uvedené údaje o zdroji sme prevzali z popisu, ktorý bol publikovaný v práci ZSVAK š.p., prevádzka Bratislava (Drevenák J., 1988). Podľa tejto správy je hĺbka studne 10,0 m. V súčasnosti je vodárenský zdroj Sihoť Trenčín nevyužívaný, vykonáva sa len pravidelné začerpanie a odber kontrolných vzoriek podzemnej vody. Je pripravený ako záložný zdroj pri zvýšení spotreby vody pre mesto Trenčín.

Úlohou práce bolo posúdiť režim navrhovanej činnosti – realizácia výstavby Obchodného centra a vsakovanie vôd povrchového odtoku v ochrannom pásme II. stupňa vodárenského zdroja Sihoť Trenčín

Pri posudzovaní zraniteľnosti podzemnej vody v záujmovom území sme vychádzali z poznatkov o geologických a hydrogeologických pomeroch územia a o pokryvnej vrstve, ktorá pri dostatočnej hrúbke pôsobí ako ochranná vrstva proti prieniku povrchového znečistenia. Pokryvné útvary v aluviálnej nive Váhu pozostávajú z preplavených piesčitých hĺn, piesčito-hlinitých zemín až silno zahlinených hrubozrnných štrkov alebo rôznych antropogénnych navážok.

Podľa hydrogeologických prieskumov realizovaných v okolí vodárenského zdroja Sihoť Trenčín je hrúbka pokryvných sedimentov pomerne premenlivá a významná je aj prítomnosť rôznych heterogénnych navážok.

W. Rehse navrhol empirickú metódu výpočtu čistiaceho efektu pôd a najvrchnejšej časti nespevnených horninových prostredí, ktorá uvažuje s transferom znečistenia od povrchu až po zvodnené prostredie vo vertikálnom smere a potom vo zvodnenom horninovom prostredí v horizontálnom smere. Táto metóda hodnotenia vychádza z kategorizácie pôd a nespevnených horninových prostredí (podľa granulometrického zloženia). Rôznym prostrediam priradil určité hodnoty indexov, ktoré vyjadrujú jeho čistiace vlastnosti a definoval potrebnú hrúbku týchto hornín, pre významné odstránenie znečistenia ($M_d < C_1$).

Potrebná hrúbka vrstvy M_i pre odstránenie znečistenia v nesaturovanej zóne vo vertikálnom smere sa vypočíta sčítaním vlastností a hrúbky jednotlivých vrstiev:

$$M_i = h_1 \cdot I_1$$

$$M_i = h_1 \cdot I_1 + h_2 \cdot I_2 + h_3 \cdot I_3 + h_4 \cdot I_4 + \dots$$

M_i - stupeň (rozsah) čistiaceho efektu h , - hrúbka horninového prostredia I , - príslušný index prostredia.

Tab. 1 Charakteristika horninového prostredia

Charakteristika horninového prostredia	H [m]	I = 1 / H
Humus, 5-10 % humus, 5-10 % íl	1,2	0,8
Íl bez puklín zmršťovania, ílovité bahno, ílovité náplavy, veľmi zaľovaný piesok	2	0,5
Ílovitý silt až silt	2,5	0,4
Silt, siltovitý, piesok, piesok málo siltovitý a málo ílovitý	3,0-4,5	0,33-0,22
Jemno až strednozrný piesok	6	0,17
Stredno až hrubozrný piesok	10	0,10
Hrubozrný piesok	15	0,07
Štrk siltovitý, bohatý na piesok a íl	8	0,13
Štrk málo siltovitý, bohatý na piesok	12	0,08
Jemno až strednozrný štrk, bohatý na piesok	25	0,04
Stredno až hrubozrný, málo piesčitý štrk	35	0,03
Valúpy	50	0,02

Vysvetlivky: H = hrúbka vrstvy potrebná pre odstránenie znečistenia

I = index horninového prostredia

Priamo v území vodárenského zdroja nepoznáme presnú hrúbku vrstvy pokryvných sedimentov a ani úroveň hladiny podzemnej vody. Na základe granulometrickej charakteristiky by sme mohli zistené aluviálne sedimenty (hrubozrnné zahlinené štrky s valúnmi do priemeru 150 mm) podľa tabuľky č. 1 zaradiť do kategórie štrk siltovitý, bohatý na piesok a íl. Ako vyplýva z uvedenej tabuľky pre dosiahnutie dostatočného samočistiaceho efektu by bola potrebná hrúbka nesaturovanej zóny (t.j. zóny nad hladinou podzemnej vody) minimálne 8,0 m. Vzhľadom na existujúce podmienky možno konštatovať, že tento predpoklad nemôže byť v danom území splnený, nakoľko hladina podzemnej vody (podľa okolitých prieskumov) je už v úrovni od 2,0 - 5,0 m p.t. (výpočet M_{i1} pre lepší prípad a

M.i2 pre horší) a zistená hrúbka pôvodných náplavových pokryvných hĺn v širšej oblasti je na základe uvedeného možno povedať, že samočistiaca schopnosť prítomného horninového prostredia v nesaturovanej zóne nie je dostatočná ($M.i < 1$).

Ak je $M.i < 1$ značí, že odstránenie znečistenia nie je úplné a bude potrebné pokračovať v hodnotení čistiaceho efektu v horizontálnom smere vo zvodenom prostredí podľa vzťahu $M_i = 1 - M.i$. Potrebná vzdialenosť L na horizontálny prestup pre odstránenie znečistenia bude $L = M_i / I_a$.

Tab. 2 Charakteristika horninového prostredia

Charakteristika horninového prostredia	L [m]		$I_a = 1 / L$
Štrk málo siltový s veľmi bohatým podielom piesku	a	100	0,01
	b	150	0,007
	c	170	0,006
	d	200	0,005
Jemno až strednozrný štrk s bohatým podielom piesku	a	150	0,007
	b	200	0,005
	c	220	0,0045
	d	250	0,004
Stredno až hrubozrný štrk, málo piesčité	a	200	0,005
	b	250	0,004
	c	270	0,0037
	d	300	0,0033
Štrky a valúny	a	300	0,0033
	b	340	0,0029
	c	360	0,0028
	d	400	0,0025

Vysvetlivky : L – horizontálna dráha potrebná pre odstránenie znečistenia

I_a – index horninového materiálu zvodeného prostredia

a – rýchlosť < 3 m / deň ($< 3,47 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$)

b – rýchlosť medzi 3 a 20 m / deň ($3,47 \cdot 10^{-5} - 2,31 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$)

c – rýchlosť medzi 20 a 50 m / deň ($2,31 \cdot 10^{-4} - 5,79 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$)

d – rýchlosť > 50 m / deň ($> 5,79 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$)

Koeficient filtrácie zvodených piesčitých štrkov, ktoré sú zdrojom podzemnej vody v záujmovej oblasti je pomerne vysoký, čo znamená aj možnosť vyššej rýchlosti prúdenia. Hodnoty koeficientu filtrácie vypočítané v rámci HG prieskumu a následne horizontálna dráha „ L “ pre úplné odstránenie prípadného znečistenia určená podľa výpočtu je nasledovná:

$$M_{i2} = 1 - M_{d2} = 1 - 0,65 = 0,35 \quad L_2 = \frac{M_{i2}}{I_a} = \frac{0,35}{0,005} \text{ až } \frac{0,35}{0,004} = 70,0 \text{ m až } 87,5 \text{ m}$$

Čistiaci efekt horninového prostredia v celom rozsahu možného transportu znečistenia (vo vertikálnom aj horizontálnom smere) možno určiť ako $M_x = M.i + M$. Odstránenie znečistenia je úplné ak $M_x = 1$.

Ďalšie empirické riešenie vychádza z predpokladu 50-dňového zdržania podzemnej vody v horninovom prostredí, ktoré je potrebné pre bakteriologickú dekontamináciu. Výsledky po dosadení priemerných parametrov a maximálnom čerpanom množstve sú nasledovné:

Dosadené hodnoty:

Q - čerpané množstvo (0,020 a 0,040 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$),

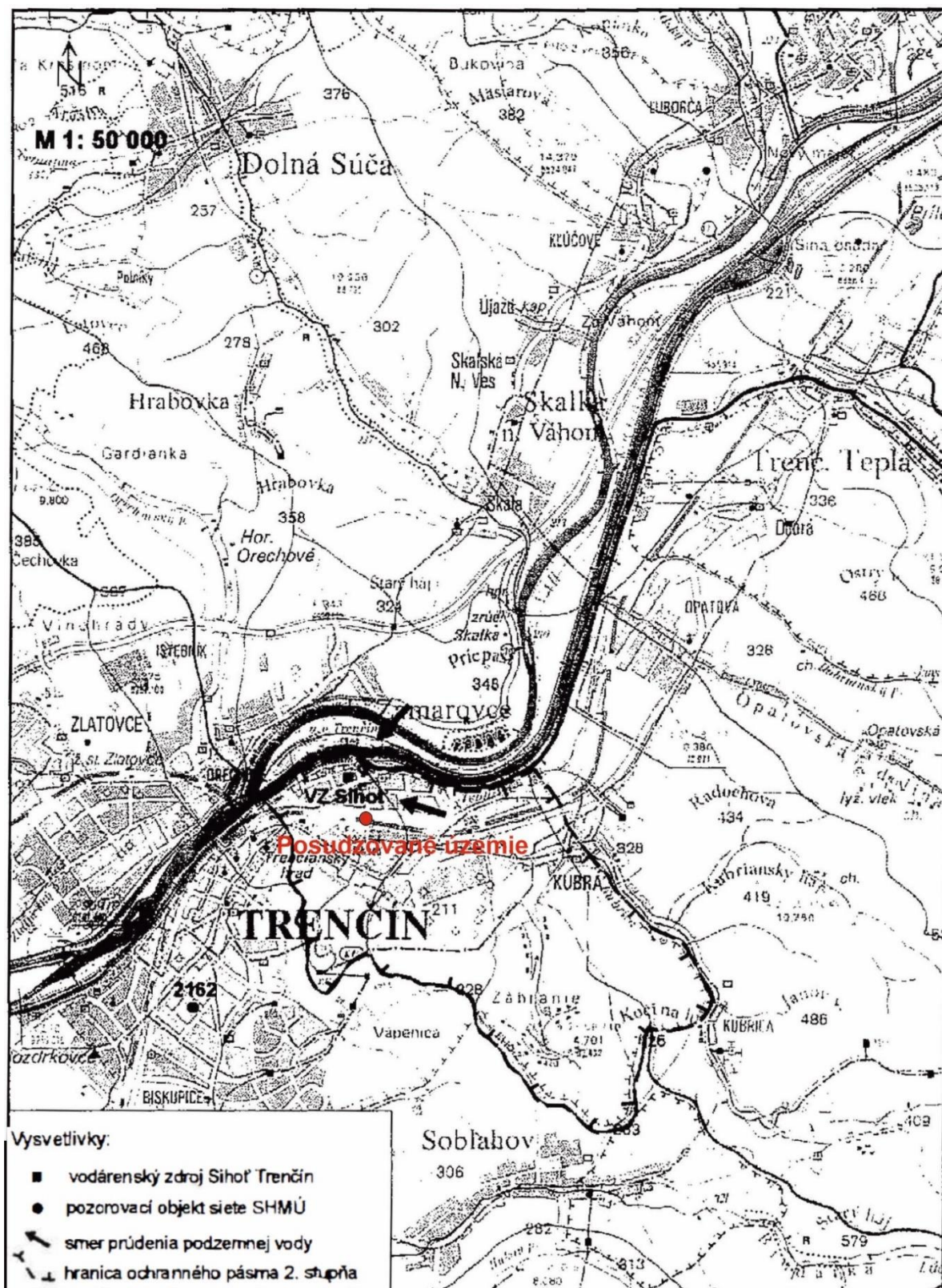
t - čas 50 dni v sekundách,

H - hrúbka zvodnenej vrstvy alebo dĺžka filtračnej časti vrtu (9,0 m) μ - účinná pórovitosť štrkov (0,20),

$$L_{50} = \sqrt{\frac{Qt}{\pi H \mu}} = 123,63 \text{ až } 174,85 \text{ m.}$$

Dráha 50 dňového zdržania vody v horninovom prostredí je podľa vyššie uvedeného vzťahu Sichardta v závislosti od čerpaného množstva 123,63 až 174,85 m. Na základe vyššie uvedených výpočtov podľa W. Rehseho i Sichardta je aj v najlepšom teoretickom prípade, keď nadložie tvorí cca 2,0 m vrstva hlín v horizontálnom smere potrebná dĺžka minimálne 20 - 25 m pre vytvorenie dostatočného čistiaceho efektu.

Vzhľadom na premenlivosť pokryvných útvarov litologicky i v hrúbke treba vzhľadom na možné riziká ohrozenia vodárenského zdroja - je v zastavanom území - uvažovať s väčšou opatrnosťou a počítať s najnepriaznivejšími podmienkami. V reálnych podmienkach horninového prostredia hodnoteného zdroja bude priemerná vzdialenosť na odstránenie hygienického znečistenia v medziach okolo 100 - 120 m a v najnepriaznivejšom prípade sa približuje k hodnote cca 185 m pri čerpanom množstve podzemnej vody $40,0 \text{ l.s}^{-1}$. Vzdialenosť medzi Vodárenským zdrojom Sihoť a skúmaným územím pre výstavbu OV Trenčín – Biskupice je cca 3,5 km. Infiltráciou vôd povrchového odtoku nedôjde ku ovplyvneniu vodárenského zdroja Sihoť Biskupice.



Obrázok 6 Prehľadná situácia záujmového územia – ochranného pásma II. stupňa vodárenského zdroja a posudzovanej lokality

4. Doterajšia geologická preskúmanosť

V roku 2023 (Molčan T., 2023) boli realizované geologické diela V-1 až V-4 (príloha č. 2 a 4) a dynamické penetračné skúšky DPS-1 až DPS-4 (príloha č.5) bola overená geologická stavba územia do hĺbky cca 8 - 15 m. Z litologicko – genetického hľadiska sa jedná o komplex antropogénnych, polygenetických, fluviálnych štrkovitých a jemnozrnných kvartérnych sedimentov, ktorých podložie je tvorené triasovými dolomitmi a jurskými až kriedovými slieňovcami a slienitými vápencami. Geologické pomery územia sú interpretované v inžinierskogeologických profiloch 1-1/ až 3-3/ a A,B,C a D (príloha č. 3). Geologickými prácami realizovanými v blízkom okolí skúmaného územia bola zdokumentovaná nasledovná geologická stavba:

TR 17 212,29 m n. m. (M. Vilšer, 1958)

0,0 – 1,2 m Svetlohnedá, veľmi jemná piesčitá hlina, nízkoplastická, mäkká

1,2 – 1,5 m Svetlošedý sypký piesok

1,5 – 4,4 m Hnedý, vápencový dobre opracovaný štrk, až veľmi hrubej veľkosti so sypkým pieskom

4,4 – 8,4 m Pestrý štrk až veľmi hrubej veľkosti s prímiesou šedého sypkého piesku

Podzemná voda narazená v hĺbke 4,4 m, ustálená v hĺbke 4,2 m.

S-2 212,25 m n. m. (M. Mesko, 1997)

0,0 – 0,1 m asfaltový koberec

0,1 – 0,3 m podsypová vrstva – ostrohranné úlomky vápencov Ø 1-3 cm – navážka

0,3 – 0,5 m asfaltová drť – úlomky vápencov obalené asfaltom – navážka

0,5 – 2,1 m íl štrkovitý, hnedý, pevnej konzistencie, prímies tvoria valúny Ø 1-10 cm

2,1 – 6,0 m štrk dobre zrnený, hnedý, Ø val. 3-10 cm, ojedinále 10-15 cm

Hladina podzemnej vody narazená: 3,30 m ustálená: 3,30 m.

HV-1 210,90 m n. m. (J. Bulko, 1998)

0,0 – 0,2 m betón

0,2 – 0,5 m štrk piesčitý, svetlohnedý, kyprý, valúny do veľkosti 1-3 cm, max. 10 cm - navážka

0,5 – 0,7 m štrk piesčitý, svetlohnedý, kyprý, valúny do veľkosti 1-3 cm, max. 10 cm, s uhoľným prachom – navážka

0,7 – 1,9 m hlina svetlohnedá, hrdzavo a šedohnedo mramorovaná, nivná, pevná

1,9 – 8,7 m štrk piesčitohlinitý až piesčitý, svetlohnedý až šedohnedý, valúny do veľkosti 2- 4-8 cm, menej do 12-15-20 cm, materiál: pieskovce, vápence, granitoidy, medzerná výplň: piesčitá hlina, tuhá, až piesok stredno – hrubozrnný, obsah asi 30-40%

8,7 – 10,0 m vápenec svetlošedý, rozpukaný na ostrohranné úlomky do veľkosti 3-10 cm, max. 20 cm, výplň puklín: slienitý íl žltej a svetlohnedej farby, tuhý-pevný – mezozoikum

Podzemná voda narazená: -2,70 m ustálená: -2,68 m.

V-101 212,42 m n. m. (J. Bulko, 1999)

0,0 – 0,1 m trávnatý drn

0,1 – 0,7 m štrk hlinitopiesčitý, hnedý, valúny 3-7 cm – navážka

0,7 – 1,1 m hlina s uhoľným prachom a úlomkami tehly, čierna – navážka

1,1 – 1,3 m piesok strednozrnný, hlinitý, svetlohnedý, stmelený

1,3 – 1,6 m piesok, jemno-strednozrnný, hlinitý, svetlohnedý, stmelený

1,6 – 9,6 m štrk piesčitý, čistý, svetlohnedý až šedohnedý, valúny do veľkosti 3-5 cm, zaoblené, materiál – pieskovce, vápence, granitoidy, medzerná výplň – piesok strednozrnný, slabo hlinitý, obsah asi 40%, od 9,1 m stmelený, medzerná výplň – hlinitý piesok vápnitý

9,6 – 10,0 m vápenec svetlohnedý, žilkovaný, rozpukaný na úlomky do veľkosti 4-10 cm, trhliny vyplnené hnedým piesčitým ílom – mezozoikum

Podzemná voda narazená: -4,15m ustálená: -4,10m.

HTM-4 (J. Bulko, 1999)

0,0 – 4,0 m navážka

4,0 – 8,0 m štrk piesčitý, val. Ø 4-100 mm, max. 150-200 mm, ojedinelé balvany do 400-600 mm, piesok stredno-hrubozrnný ca 30% uľahlý, sivý až sivohnedý

Podzemná voda ustálená -5,0 m.

V-1 211,08 m n. m. (T. Molčan, P. Štefanka)

kvartér

0,0 – 0,5 m ornica – hlina humusovitá, hnedá až tmavohnedá, charakteru siltu so strednou plasticitou (F5/MI), tuhej konzistencie;

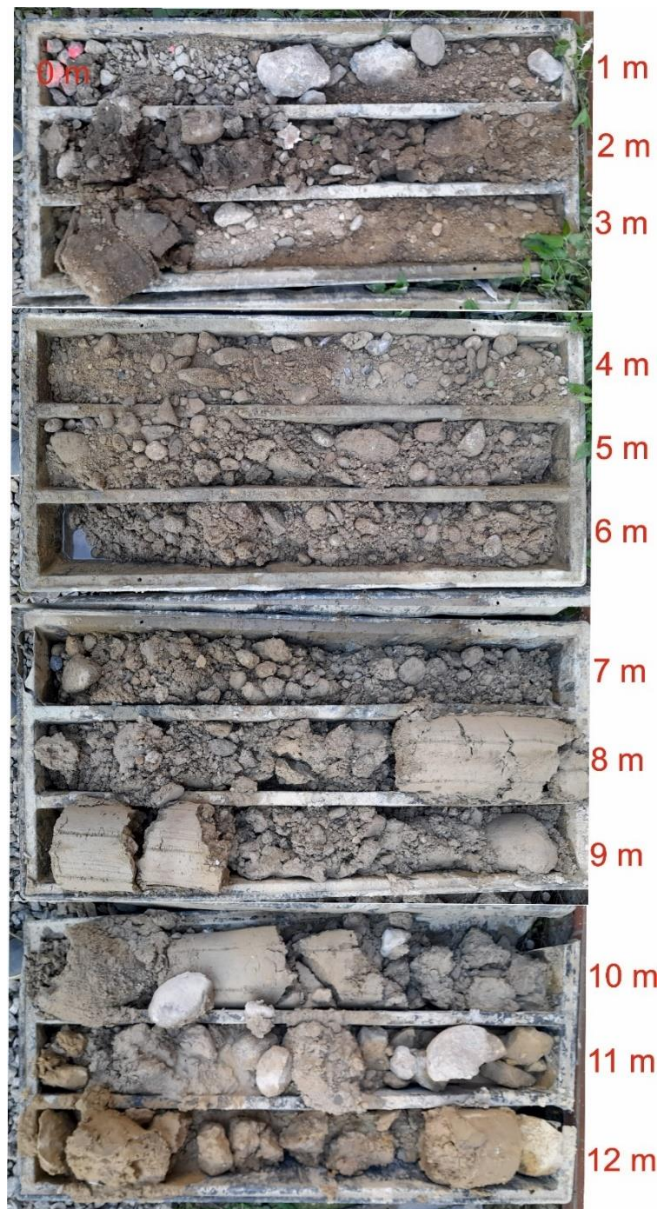
0,5 – 2,0 m íl so strednou plasticitou (F6/CI), polygenetický, svetlohnedej farby, sivo šmuhovitý, pevnej konzistencie, na báze s piesčitou prímiesou až s prechodmi do ílu piesčitého (F4/CS) resp. piesku ílovitého (S5/SC);

2,0 – 8,0 m štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F) až štrk dobre zrnený (G1/GW), fluviálny, do 4,0 m sivohnedej až hnedosivej farby, ďalej svetlo hnedosivý, hrubé zrná sú zaoblené, pestrého zloženia, veľkosti do 2-5 cm, ojedinele do 10- 12 cm, výplň je tvorená pieskom s prímiesou jemnozrnej zeminy.

4. PODROBNÁ ČASŤ

4.1 Geologické vyhodnotenie vrtov

Prieskumné hydrogeologické vrty s označením VS-1, VS-2, VS-3 na parcelách KN-C č. 1384/2, 1384/1, 1384/248 boli odvrtné do hĺbky VS-1 (12,00 m), vrt VS-2 (12,50) m a vrt VS-3 (9,00 m). Vrtne práce realizovala spoločnosť Ing. Jozef Hajčík, Brvnište. Geologické a prieskumné práce pomocou vrtnej súpravy UGB jadrovým spôsobom pod vedením vrtmajstra J.Burdeja. V nasledovnom texte sú vrty vyhodnotené podľa vyvrtaného vrtného jadra.



Obrázok 7 DOKUMENTÁCIA VRTNÝCH JADIER VRTU VS-1

Geologický profil vrtu – VS -1

Hĺbka (m)	Litológia
0,0 – 0,5	Betón – navážka íl štrkovitý (F2/CGY)
0,5 – 1,3	navážka – charakteru štrku s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-FY), svetlo hnedosivej farby, s obsahom obliakov a úlomkov betónu;
1,3 – 8,3	štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-F), fluvialny, svetlo hnedosivej farby, hrubé zrná sú zaoblené, pestrého zloženia, veľkosti do 1-3-8 cm, menej do 10-12 cm, výplň je tvorená pieskom s prímiesou jemnozrnnej zeminy;
8,3 – 9,0	karbonáty – slieňovce, zvetrané a vrtaním porušené, sivohnedej farby, charakteru ílu štrkovitého (F2/CG), resp. triedy R6-R5, úlomky veľkosti do 1-5-7 cm;
9,0 – 12,0	karbonáty – slieňovce, slabo zvetrané, vrtaním porušené, rozpukané, sivej farby, triedy R3-R2;

Hydrogeologický posudok.....19



Obrázok 9 DOKUMENTÁCIA VRTNÝCH JADIER VRTU VS-2

Geologický profil vrtu – VS-2

Hĺbka (m)	Litológia
0,0 – 0,2	navážka – charakteru ílu štrkovitého (F2/CGY), hnedej farby, s obsahom obliakov, úlomkov tehál a stavebného odpadu;
0,2 – 1,6	navážka – charakteru štrku s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-FY), svetlo hnedosivej farby, s obsahom obliakov a úlomkov betónu;
1,6 – 9,0	štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-F), fluvialny, svetlo hnedosivej farby, hrubé zrná sú zaoblené, pestrého zloženia, veľkosti do 1-3-8 cm, menej do 10-12 cm, výplň je tvorená pieskom s prímiesou jemnozrnnej zeminy;
9,0 – 9,5	štrk siltovitý (G4/GM), fluvialny, svetlohnedej farby, hrubé zrná majú pestré zloženie s prevahou karbonátov, sú zaoblené, veľkosti do 3-5-8 cm;
9,5 – 12,5	karbonáty – dolomity, zvetrané a vŕtaním porušené, svetlo žltkastosivej farby, charakteru štrku ílovitého (G5/GC), resp. triedy R6-R5, úlomky veľkosti do 2-4 cm;

Hydrogeologický posudok.....22



Obrázok 11 DOKUMENTÁCIA VRTNÝCH JADIER VRTU VS-1

Geologický profil vrtu – VS -3

Hĺbka (m)	Litológia
0,0 – 0,6	navážka – charakteru štrku ílovitého (G5/GCY), hnedej farby, s obsahom obliakov, úlomkov tehál a betónu;
0,6 - 2,6	navážka – charakteru štrku s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-FY), svetlo hnedosivej farby, s obsahom obliakov a úlomkov betónu;
5,0 – 8,5	štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F), fluvialny, svetlo hnedosivej farby, hrubé zrná sú zaoblené, pestrého zloženia, veľkosti do 1-3-8 cm, menej do 10-12 cm, výplň je tvorená pieskom s prímiesou jemnozrnej zeminy;
8,5 – 9,0	karbonáty – dolomity, zvetrané a vrtaním porušené, žltohnedej farby, charakteru štrku ílovitého (G5/GC), resp. triedy R6-R5, úlomky veľkosti do 1-3 cm;

Hydrogeologický posudok.....24

5. HYDRODYNAMICKÁ SKÚŠKA NA VRTE VS-3

Pred realizáciou hydrodynamickej skúšky, bol vrt prečistený airliftovým spôsobom pomocou vzduchového kompresora Atlas Copco dňa 15.10.2024.

Overovacia čerpacia skúška bola zrealizovaná po prečistení vrtu a to pomocou ponorného čerpadla E-Tech VS 30/4-6" s motorom 5,5 kW.

Overovacia čerpacia skúška (ďalej OČS) na vrte VS-3 bola vykonaná za účelom overenia funkcie objektu a jeho predpokladanej využiteľnosti.

Počas OČS bola sledovaná hladina podzemnej vody od ústia pažnice, výdatnosť čerpaním, teplota vody a elektrická vodivosť. Hladina podzemnej vody počas čerpania bola sledovaná pomocou hladinového snímača a kontrolovaná pomocou akusticko-vizuálneho hladinomeru. Čerpané množstvo bolo sledované prietokomerom a kontrolované odmernou nádobou. Teplota podzemnej vody bola sledovaná ortuťovým a elektrickým teplomerom. Vodivosť bola meraná terénnym prenosným prístrojom Hach-Lange.

Hladina podzemnej vody pred zahájením čerpacej skúšky bola dokumentovaná vo vrte VS-3 v úrovni 4,2 m od odmerného bodu na ochrannej pažnici.

Čerpacia skúška bola stupňovitá realizovaná s čerpaním výdatnosti $Q_1 = 5,30 \text{ l/s}$. Tabelárne spracovanie čerpacej skúšky je spracované v tab. 4.

Následne uvádzame hladinu podzemnej vody pri jednotlivých stupňoch čerpania počas overovacej čerpacej skúšky:

Tab. 3 Prvý stupeň overovacej čerpacej skúšky

Etapu overovacej HDS	Čas	Hladina statická	Hladina dynamická	Výdatnosť
	(t-hodiny)	(m)	(m)	(l.s ⁻¹)
1.	10	4,75	4,93	5,31

Počas čerpacej skúšky bola sledovaná i úroveň pieskovania studne v **Imhoffovom kuželi**. Na základe uvedených meraní možno konštatovať, že po prečistení vrtu počas čerpania nedochádzalo k pieskovaniu.

Čerpacou skúškou bola overená výdatnosť $Q = 5,31 \text{ l/s}$ pri hladine podzemnej vody 4,93 m od O.B. je nutné upozorniť, že realizovaná čerpacia skúška bola orientačná.

Tab. 4 Údaje z overovacej čerpacej skúšky na vrte VS-3

Etapu HDS	Dátum a čas	Hladina podzemnej vody	Výdatnosť čerpaním	Teplota podzemnej vody
		(m od O.b.)	(l.s ⁻¹)	(°C)
Pred HDS	15.10.2024 9:00:00	4,75	-	-
$Q_1=5,3 \text{ l.s}^{-1}$	15.10.2024 10:00:00	4,80	5,10	10,10
	15.10.2024 10:01:00	4,83	5,20	10,50
	15.10.2024 10:02:00	4,85	5,15	10,52
	15.10.2024 10:03:00	4,90	5,30	11,00
	15.10.2024 10:05:00	4,91	5,31	10,58
	15.10.2024 10:07:00	4,90	5,32	10,60
	15.10.2024 10:10:00	4,91	5,30	10,70
	15.10.2024 10:13:00	4,92	5,20	10,50
	15.10.2024 10:16:00	4,91	5,20	11,00
	15.10.2024 10:20:00	4,91	5,30	10,58

Etapla HDS	Dátum a čas	Hladina podzemnej vody	Výdatnosť čerpaním	Teplota podzemnej vody
		(m od O.b.)	(l.s ⁻¹)	(°C)
	15.10.2024 10:25:00	4,92	5,15	10,60
	15.10.2024 10:30:00	4,91	5,20	10,70
	15.10.2024 10:40:00	4,91	5,30	10,50
	15.10.2024 11:00:00	4,92	5,21	11,00
	15.10.2024 11:30:00	4,91	5,25	10,58
	15.10.2024 12:00:00	4,91	5,30	10,60
	15.10.2024 13:00:00	4,92	5,31	10,70
	15.10.2024 16:00:00	4,93	5,28	10,50
	15.10.2024 17:00:00	4,93	5,30	10,60
	15.10.2024 18:00:00	4,93	5,28	10,74
	15.10.2024 19:00:00	4,93	5,25	10,50
	15.10.2024 19:01:00	4,80		
	15.10.2024 19:03:00	4,73		
	15.10.2024 19:05:00	4,74		
	15.10.2024 19:10:00	4,75		
	15.10.2024 19:15:00	4,75		
	15.10.2024 19:20:00	4,75		
	15.10.2024 19:30:00	4,75		
	15.10.2024 20:00:00	4,75		
	15.10.2024 20:15:00	4,75		
	15.10.2024 20:30:00	4,75		
	15.10.2024 21:00:00	4,75		
	15.10.2024 22:00:00	4,75		

Na záver overovacej čerpacej skúšky bola odobratá vzorka podzemnej vody na laboratórne spracovanie (výsledky laboratórnej analýzy sú spracované v prílohe č. 1 HG posudku). V podzemnej vode sa neprejavil vplyv znečistenia. V resp. neprejavil sa vplyv výraznej antropogénnej činnosti v rámci posudzovaného územia. Podzemnú vodu je možné vzhľadom na jej kvalitu požívať na technické účely resp. na závlahu.

Overovacia čerpacia skúška bola ukončenú stúpacou skúškou.

4.1. Výpočet hydraulických parametrov vrtu VS-3

Z výsledkov orientačnej čerpacej skúšky sme vypočítali základné hydraulické parametre zvodneného prostredia pri konštantnom čerpanom množstve vrt VS-3 $Q=5,30 \text{ l.s}^{-1}$. Pri výpočtoch bola použitá Dupuitova rovnica:

$$T = 0,366 \cdot Q \frac{\log \frac{R}{r_0}}{s} [m^2 \cdot s^{-1}]$$

vrt VS-3

kde T – koeficient prietochnosti ($m^2 \cdot s^{-1}$)

Q – výdatnosť čerpania $0,0053 \text{ m}^3 \cdot s^{-1}$

s – zníženie hladiny v čerpanom vrtu 0,18 m

r_0 – polomer vrtu 0,1 m

R – polomer depresného kužeľa vyvolaného čerpaním podľa vzťahu Kusakina,

$$R = 650 \cdot \sqrt{Q \cdot s} [m] = 5,618 \text{ m}$$

$$T = 4,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

Koeficient prietochnosti vyjadruje mieru schopnosti zvodneného kolektora určitej hrúbky prepúšťať vodu s danou kinematickou viskozitou. Má rozmer plochy delenej časom a číselne sa rovná objemovému prietoku zvodneným kolektorom jednotkovej šírky a zvodnenej hrúbky, pri jednotkovom hydraulickom gradiente.

Koeficient filtrácie bol vypočítaný podľa vzťahu:

$$k = \frac{T}{b} [m \cdot s^{-1}]$$

Kde T- koeficient prietochnosti ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$)

b – dĺžka perforácie (m)

vrt VS-3 kf = 3,169 · 10⁻³ m.s⁻¹.

4.1.1. Návrh na optimálne využitie zdroja podzemnej vody

Odporúčené maximálne odberné množstvo z vrtu VS-3 pre vydanie povolenia orgánom štátnej vodnej správy je 5,30 l.s⁻¹, a to čerpaním s minimálnou hladinou podzemnej vody 4,30 m od O.B., ktorá umožňuje trvalo udržateľné využívanie zdroja VS-3.

Ponorné čerpadlo odporúčame umiestniť do hĺbky 8,0 m od O.B. (ústie pažnice vrtu), na výtlačné potrubie je nutné osadiť prietokomer a vzorkovací kohútik.

Monitorovanie kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov využívaného zdroja je nevyhnutné pre získanie informácií a to nielen z hľadiska zisťovania momentálneho stavu na zdroji VS-3, ale predovšetkým pre potrebu dlhodobého prehodnocovania získaných údajov (obraz dlhodobého vývoja prípadných zmien režimu zdroja). Presnosť a hodnovernosť údajov závisí od kvality vykonávaných meraní a zberu dát.

Počas využívania zdroja odporúčame merať jedenkrát denne v rovnakom čase nasledovné parametre:

- **celkové odberné množstvo** – prietokomerom ($\text{m}^3/\text{deň}$) - povinnosť merať odoberané množstvo vôd vyplýva aj z § 21 zákona NR SR č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov,
- **teplotu vody** - teplomerom ($^{\circ}\text{C}$),
- **hladinu podzemnej vody** – elektrickým hladinomerom (m), resp. pásmom s Rangovou píšťalou.

Sledovanie kvality podzemnej vody počas využívania zdroja VS-3 je potrebné zabezpečovať v akreditovanom laboratóriu, ktorého odborne spôsobilí pracovníci vykoná odber vzorky podzemnej vody zo zdroja pred začatím jeho využívania a to minimálne 1 deň po začatí čerpania podzemnej vody z vrtu VS-3.

4.2. Hodnotenie vsakovacej schopnosti horninového prostredia – vsakovacie skúšky na vrtoch VS-1 a VS-2

Z hľadiska posúdenia možnosti vypúšťania dažďových vôd do vsakovacích drénov sú rozhodujúce dve základné inžiniersko-hydrogeologické podmienky:

1. Dno vsakovacích objektov musí byť situované **minimálne 1,0 m, v prípade vsakovacích studní minimálne 1,5 m** nad maximálnou hladinou podzemných vôd (STN 75 6402).
2. Priepustnosť vsakovacej vrstvy by mala byť v rozsahu **$k_f = 5 \cdot 10^{-3}$ až $5 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$.**

Na lokalite boli zrealizované 2 ks vsakovacie skúšky:

Vsakovacia skúška vo vrtanej sonde označenej v koordinačnej situácii ako vsak VS-1 a vsak VS-2.

Vyhodnotenie – vsakovacích skúšok

Na lokalite Trenčín – Nová Merina boli pre overenie vsakovacích parametrov zrealizované 2 vsakovacie skúšky na prieskumnom vrte s označením VS-1 a VS-2.

Vsakovacia skúška bola realizovaná v hydrogeologickom prieskumnom vrte VS-1 a VS-2 na overenie schopností horninového prostredia vsakovať vodu z povrchového odtoku. Skúšky boli realizované vo vrte VS-1 s hĺbkou 12,5 m, a vo vrte VS-2 s hĺbkou 12,0 m, dočasne vystrojenom perforovanou PVC pažnicou priemeru 160 mm. Vŕtaný priemer vrtu bol 245 mm, priestor medzi stenou návrtu a pažnicou bol vyplnený obsypom premytého štrku frakcie 4 – 8 mm. Celkovo boli realizované 2 vsakovacie skúšky a to vo vrte VS-1 a VS-2, ktoré boli situované v mieste navrhovaného povrchového vsakovacieho zariadenia.

Vrty boli po geologickej dokumentácii a vykonaní vsakovacej skúšky ponechané pre budúce využitie. Prehľad realizovaných vrtov je v nasledujúcej tabuľke 5.

Technické a geologické práce boli realizované v nasledovnom rozsahu:

- realizácia a vystrojenie vrtu, 2ks
- vsakovacie skúšky s ustálenou hladinou 1 ks.

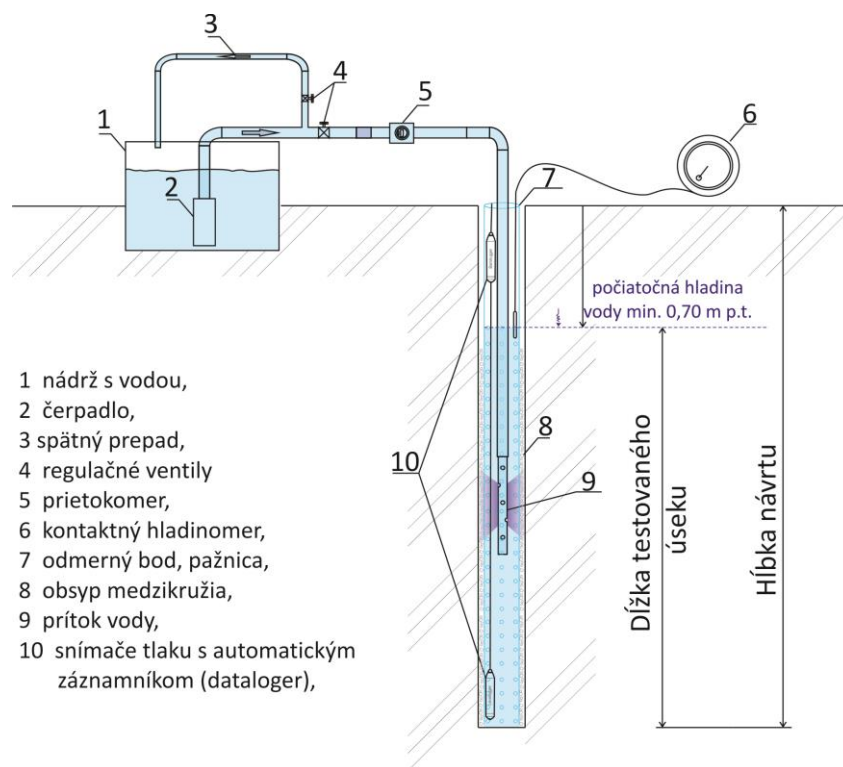
TAB. 5 PREHĽAD REALIZOVANÝCH VSAKOVACÍCH SKÚŠOK

Vrt	Dátum realizácie skúšky	perforovaný úsek pažnice	Vyhodnotenie skúšky
VS-1	15. 10. 2024	3,0 – 12,0 m	s ustálenou hladinou
VS-12	15. 10. 2024	7,0 – 12,5 m	s ustálenou hladinou

K realizácii nalievacích skúšok boli použité nasledovné meradlá a zariadenie:

- na transport vody do skúšobného vrtu z požiarneho hydrantu bolo použité rýchlomontážne potrubie – hasičské hadice typu „C“,
- meranie prietoku bolo vykonané regulačnou a meracou zostavou GEOPRO a.s., pozostávajúcou z:
 - prietokomeru s maximálnym prietokom 180 l/min, s digitálnym čítaním a nulovaním,
 - dvoch regulačných ventilov a jedného uzatváracieho ventilu,
- kontaktný hladinomer NPKe typ G30 s presnosťou 0,01m,
- kontinuálny snímač tlaku Levellogger Edge M5 a Barologger s automatickým záznamníkom.

Schéma zariadenia a vykonávania vsakovacej skúšky je zobrazená na obrázku 13.



Obrázok 13: SCHÉMA ZARIADENIA A REALIZÁCIE NALIEVACEJ SKÚŠKY

Vsakovacie skúšky boli vykonávané v zmysle ČSN 75 9010 formou skúšky s ustálenou hladinou, kde vsakovací vrt VS-1 bol naplnený vodou. Počas skúšky bol meraný a regulovaný prítok vody do vrtu. Skúška bola vhodná pre zeminy štrky a piesky triedy G1 až G3 a S1 až S3.

Na výpočet vsakovacích charakteristík horninového prostredia z výsledkov vsakovacej skúšky bol použitý výpočet podľa ČSN 75 9010 podľa rovnice:

$$k_v = \frac{Q_{zk}}{A_{zk}}$$

kde k_v = koeficient vsaku, [m.s⁻¹]

Q_{zk} = prítok vody do vsakovacieho návrtnu počas skúšky, [m³.s⁻¹]

A_{zk} = skúšobná vsakovacia plocha behom skúšky, [m²],

Vsakovacia plocha A_{zk} bola stanovená podľa prílohy G, ČSN 75 9010 podľa rovnice:

$$A_{zk} = \pi \cdot r^2 \cdot v$$

kde r = polomer skúšobného vrtu, [m]

v = výška vodného stĺpca, [m].

Koeficient vsaku k_v vyjadruje rýchlosť infiltrácie zrážkových vôd do horninového prostredia vo vsakovacom zariadení pri atmosférickom tlaku a pri hydraulickom sklone $i = 1$.

Priebeh vsakovacích skúšok a ich vyhodnotenie v grafickej a číselnej forme je spracované vo výsledkovom protokole. Súčasťou vyhodnotenia vsakovacích skúšok je protokol o realizácii a vyhodnotení skúšok obr. 14.

Protokol o realizácii a vyhodnotení infiltračnej skúšky na **vsakovacom objekte s označením VS-1** je na **obr. 14.** a s označením **VS-2** je na **obr. 15.**

Výsledky testovania infiltračných charakteristík horninového prostredia možno zhrnúť nasledovne:

Vsakovací objekt vsak VS-1 VS-3

- štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/GC) fluvialny overovaný v kopanej sonde, vsakovací objekt vo vŕtanej sonde vsak VS-1 a VS-2 tvorí podľa hodnoty koeficienta hydraulického vodivosti $k = 5,647 \cdot 10^{-3} - 3,5000 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ **veľmi dobre priepustné horninové prostredie s triedou priepustnosti 3**. Vsakovacie charakteristiky štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/GC) fluvialny a sú vyjadrené hodnotami koeficienta vsaku $k_v = 4,583 \cdot 10^{-3} - 4,074 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

Vsakovacia schopnosť horninového prostredia závisí od priepustnosti horninového prostredia nenasýtenej zóny, ktoré je definované koeficientom filtrácie. Tento taktiež charakterizuje rýchlosť infiltrácie vody vsakovacím zariadením do horninového prostredia. Pre posúdenie vsakovacej schopnosti horninového prostredia môžeme pre jednotlivé typy zemín uvažovať s nasledovnými koeficientmi filtrácie:

Ílovité zeminy $k_f = n \cdot 10^{-7}$ až $n \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$

Štrk zle zrný $k_f = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$ až $9,8 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$

Štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy $k_f = 1,4 \cdot 10^{-3}$

Štrk ílovitý $k_f = 7,0 \cdot 10^{-7}$.

5. ZÁVER

Vsakovacia schopnosť horninového prostredia a z toho vyplývajúca potrebná plocha pre vsakovanie závisí najmä od priepustnosti horninového prostredia nasaturovanej zóny a prietoku vypúšťaných vôd. Numericky je táto hodnota definovaná koeficientom filtrácie (k_f), resp. koeficientom prietochnosti (T) horninového prostredia. Výpočet plochy, resp. objemu potrebného na zadržanie a infiltráciu stanoveného množstva vypúšťaných vôd predpokladá s ohľadom na spoľahlivosť vsakovacieho zariadenia dosiahnuť stav nasýtenia horninového prostredia vypúšťanou vodou v priebehu infiltrácie. Pri prechode vypúšťanej odpadovej vody dnom a bočnými stenami vsakovacieho zariadenia bude rýchlosť infiltrácie zodpovedať koeficientu filtrácie horninového prostredia.

Pre konštrukciu vsakovacieho zariadenia navrhujeme realizáciu vsakovacích vrtov, studní.

Na základe zrealizovaných vsakovacích skúšok v blízkosti posudzovaného územia, výsledky ktorých môžeme aproximovať na posudzovanú lokalitu odporúčame pracovať s vypočítanými hydraulickými charakteristikami prostredia overenými vo vrte:

Objekt	Koeficient filtrácie	Koeficient vsaku	Koeficient prietochnosti
	$m.s^{-1}$	$m.s^{-1}$	$m^2.s^{-1}$
Vrt VS-1	$5,647 \cdot 10^{-3}$	$4,583 \cdot 10^{-3}$	$2,823 \cdot 10^{-2}$
Vrt VS-2	$3,500 \cdot 10^{-3}$	$4,074 \cdot 10^{-3}$	$2,891 \cdot 10^{-2}$

Na základe dosiahnutých výsledkov a overení charakteristických hydraulických parametrov horninového prostredia hodnotíme geologické prostredie ako vhodné pre priame vsakovanie dažďových vôd z o spevnených plôch do horninového prostredia.

- vsakovací objekt odporúčam zaústiť do **fluviálnych sedimentov štrkovitých zemín**, ktoré by sa nachádzajú v hĺbke od cca od 2,0 – 3,6 m od terénu.
- nakoľko bude do navrhovaných vsakovacích objektov odvádzaná dažďová voda zo spevnených plôch, ktorá môže byť znečistená odporúčame vodu povrchového odtoku pred vsakovaním prečistiť. Za vyššie uvedených podmienok uvedených v kapitole 2.2, v súlade s ustanovením podmienok zákona Z.z. 364/2004, §37 odsek 1 a 4, je možné na danom území vsakovať dažďové vody z objektu a ciest do horninového prostredia. Preto doporučujem uvedenú realizáciu vsakovania dažďových vôd a prehlasujem, že uvedené riešenie nebude mať vplyv na akosť podzemných vôd a na životné prostredie. V uvedenej oblasti **nedôjde ku ovplyvneniu kvality zdrojov pitnej vody. Na základe §37 ods.4 Zákona o vodách nedôjde ku zhoršeniu zvýšenia nebezpečných látok v podzemných vodách.** Dno vsakovacích drénov sa bude nachádzať nad hladinou podzemnej vody a vzhľadom na koeficienty filtrácie priesak vôd bude pomalý a zároveň dôjde ku dostatočnému samočisteniu odpadových vôd horninovým prostredím.
- v miestach realizácie vsakov odporúčame realizovať v spolupráci s hydrogeológom a projektantom v oblasti vodohospodárstva vsakovacie skúšky,
- Vodárenský zdroj Sihoť Biskupice v reálnych podmienkach horninového prostredia hodnoteného zdroja bude priemerná vzdialenosť na odstránenie hygienického znečistenia v medziach okolo 100- 120 m a v najnepriaznivejšom prípade sa približuje k hodnote cca 185 m pri čerpanom množstve podzemnej vody $40,0 l.s^{-1}$. Vzdialenosť medzi Vodárenským zdrojom Sihoť a skúmaným územím pre výstavbu OV Trenčín – Biskupice je cca 3,5 km. Infiltráciou vôd povrchového odtoku nedôjde ku ovplyvneniu vodárenského zdroja Sihoť Biskupice.
- Po zhodnotení všetkých dostupných podkladov je záverečné stanovisko k posudzovanému spôsobu vypúšťania dažďových vôd, t. j. vôd z povrchového odtoku do vsakovacieho zariadenia.

- K L A D N É

Predmet posudku sa javí ako vhodný – neovplyvňujúci negatívne kvalitatívne a kvantitatívne parametre podzemných vôd v danom geologickom prostredí za dodržania uvedených podmienok.

Upozorňujeme, že vsakovací objekt má charakter vodných stavieb, a preto v zmysle § 26 ods. 1 zákona č. 364/2004 Z. z. o vodách v znení neskorších predpisov je potrebné požiadať o povolenie týchto vodných stavieb.

Na základe dosiahnutých výsledkov realizovaných geologických prác je pre vrt VS-3 navrhnuté využiteľné množstvo podzemnej vody $5,30 \text{ l.s}^{-1}$ (čerpaním, celoročne) s maximálnym znížením hladiny podzemnej vody 4,3 m od O.B. – zníženie 0,18 m.

Objednávateľ geologickej úlohy (prevádzkovateľ) pre svoj zámer uvažuje s odberným množstvom podzemnej vody zo zdroja VS-3, ktoré nepresiahne 15 000 m³ ročne, ani 1 250 m³ mesačne.

Vzhľadom na vyššie uvedené pri povoľovaní odberu podzemnej vody z vrtu VS-3 podľa odseku 1 písm. b) prvého bodu a odseku 1 písm. h) až j) zákona č. 364/2004 Z. z. v znení neskorších predpisov, ak tento odber z jedného odberného miesta nepresiahne 15 000 m³ ročne alebo 1 250 m³ mesačne, nie je potrebné rozhodnutie ministerstva o schválení záverečnej správy s výpočtom množstiev podzemnej vody podľa odseku 7 písm. b).

Vzhľadom na rozsah zrealizovaných prác, výpočet hydraulických parametrov horninového prostredia môžeme konštatovať že zrealizovaným vrtom s označením VS-3 nedôjde k negatívne ovplyvneniu využívaných zdrojov podzemných vôd v záujmovom prostredí.

V rámci tohto odborného posúdenia sme hodnotili aj možný vplyv, ktorý spôsobí čerpanie studne VS-3 na okolité vodné ekosystémy. Z priebehu čerpacej skúšky je zrejmé, že merateľný dosah depresného kužľa vyvolaný čerpaním nepresiahne niekoľko metrov.

Zámer a cieľ geologickej úlohy na lokalite Trenčín – Nová Merina bol splnený a podstatné kvalitatívne podmienky stanovené projektom boli dodržané.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

Atlas SSR, E. Mazúr, RNDr. J.Jakál, CSc, SAV 1982, Bratislava.

Jetel J.; 1982; Určování hydraulických parametru hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech, ÚÚG, Praha.

Lapin, M., et al. 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky. 1. vyd. Bratislava: MŽP SR; Banská Bystrica: SAŽP;

<http://geo.enviroportal.sk/atlassr/>.

Quitt, E; 1971, Klimatické oblasti Československa, ČSAV-Geografický ústav Brno, Brno.