



Spoločnosť pre inžiniersku geológiu, hydrogeológiu
a geologický prieskum životného prostredia

V&V GEO, s.r.o., Gruzínska 25, 821 05 Bratislava, IČO: 36 354 651
www.geolog.sk, vlasko@geolog.sk, tel.: 0905 646 271, 0903 246 271

Odborný hydrogeologický posudok

Názov úlohy : *Trnava, Obytný súbor Zátvor II.
– ulice Piešťanská, Veterná*

Názov KÚ : Trnava
Identifikačné č.KÚ : 864790
Názov okresu : Trnava
Kód okresu : 207
Druh geologických prác : Odborný geologický posudok
Číslo úlohy : 029-2019

Objednávateľ úlohy : Arboria Land Development, s.r.o.,
Legionárska 10, 811 07 Bratislava

Zhotoviteľ úlohy : V&V GEO, s.r.o., Gruzínska 25, 821 05 Bratislava
Vypracovali : RNDr. Martin Výboch
RNDr. Ivan Vlasko, ml.

Dátum vyhotovenia : 06.05.2019



RNDr. Martin Výboch
Zodpovedný riešiteľ úlohy

V&V GEO, s.r.o.
Gruzínska 25
821 05 Bratislava

RNDr. Ivan Vlasko ml.
Štatutárny zástupca spoločnosti

OBSAH

ÚVOD.....	2
1 MIESTOPISNÉ VYMEDZENIE ÚZEMIA	2
2 CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV SKÚMANÉHO ÚZEMIA.....	3
2.1 GEOMORFOLOGICKÉ POMERY.....	3
2.2 KLIMATICKÉ POMERY.....	3
2.3 HYDROLOGICKÉ POMERY	3
2.4 GEOLOGICKÉ A TEKTONICKÉ POMERY	4
2.5 HYDROGEOLOGICKÉ POMERY	5
3 PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA.....	7
4 POSÚDENIE MOŽNOSTI ZABEZPEČENIA 21 SAMOSTATNÝCH ZDROJOV PODZEMNÝCH VÔD	10
5 LITERATÚRA.....	12

PRÍLOHY:

Príloha č. 1: Situácia posudzovaného územia

Príloha č. 2: Mapa dokumentačných bodov

ÚVOD

Spoločnosť Arboria Land Development, s.r.o., Legionárska 10, 811 07 Bratislava, si v spoločnosti V&V GEO, s.r.o. Bratislava objednala vypracovanie odborného geologického posudku, za účelom hydrogeologického posúdenia možnosti získania sumárneho čerpaného množstva podzemných vôd na polievanie $Q = 21 \text{ l.s}^{-1}$ pre realizovanú a plánovanú stavbu Zátvor II. v lokalite Trnava, pričom vyššie uvedené sumárne čerpané množstvo by bolo odobierané prostredníctvom 21 samostatných studní, ktoré by zachytávali podzemné vody, ktoré prúdia v kvartérnych sedimentoch. Studne sú vybudované (etapy B01, B02, B03, B04, B06 a relax park-I), naprojektované (etapy C01, C02, C03, D01, D02, D03, E01, E02, E03, relax park-II alebo sa s nimi uvažuje v ďalšej etape výstavby (B05, B07, B09, B10, D04). Plánované, resp. očakávané čerpané množstvo by bolo $Q = 1,0 \text{ l.s}^{-1}$ na jeden vrt/studňu.

Cieľom zadanej úlohy bolo:

- zistiť geologické a hydrogeologické pomery v skúmanej oblasti s ohľadom na možnosť odberu podzemnej vody prostredníctvom 21 vŕtaných studní,
- posúdiť kvantitatívne predpoklady jednotlivých zdrojov podzemnej vody v skúmanej oblasti a vzdialenosti, pri ktorých by nedochádzalo k ich vzájomnému výraznému ovplyvňovaniu.

V rámci spracovania hydrogeologického posúdenia boli vykonané nasledujúce práce:

- prehodnotenie archívnych podkladov týkajúcich sa geologických a predovšetkým hydrogeologických pomerov posudzovaného územia,
- posúdenie možnosti vybudovania 21 odberných objektov s trvalým odberom na úrovni $Q = 1,0 \text{ l.s}^{-1}$ na jednu studňu/vrt.

Odborný geologický posudok bol spracovaný v súlade so zákonom č. 569/2007 Z.z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov a vyhláškou MŽP SR č. 51/2008 Z.z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov.

1 MIESTOPISNÉ VYMEDZENIE ÚZEMIA

Posudzované územie, kde je plánovaná výstavba Zátvor II sa nachádza na severovýchodnom okraji intravilánu mesta Trnava (oblasť Nad Zátvorom). Situovanie posudzovaného územia je znázornené v Prílohe č. 1.

Identifikačné údaje posudzovaného územia:

Kraj:	Trnavský
Okres:	Trnava
Číslo okresu:	207
Názov obce:	Trnava
Identif. číslo obce:	506745
Názov KÚ:	Trnava
Identif. číslo KÚ:	864790

2 CHARAKTERISTIKA PRÍRODNÝCH POMEROV SKÚMANÉHO ÚZEMIA

2.1 GEOMORFOLOGICKÉ POMERY

V zmysle geomorfologického členenia (Miklós, et al. 2002) je posudzované územie súčasťou Podunajskej nížiny, jej podcelku Trnavská pahorkatina, časti Trnavská tabuľa. Územie má mierne zvlnený reliéf, ktorý je rozčlenený na menšie pahorkatinné časti a lokálne depresie. Nadmorská výška oblasti posudzovaného územia sa pohybuje okolo 153.0 až 155.0 m n.m. vo výškovom systéme Balt po vyrovnaní.

2.2 KLIMATICKÉ POMERY

Podľa klimatickej klasifikácie (Miklós, et al. 2002) patrí posudzované územie do teplej oblasti s priemerným počtom letných dní 50 a viac za rok, t. j. dní s maximálnou teplotou vzduchu 25 °C a viac, jej okrsku T1, ktorý je charakterizovaný ako teplý, veľmi suchý, s miernou zimou. Za päťročný časový rád (2006 - 2010) najnižšia priemerná mesačná hodnota na stanici Jaslovské Bohunice dosiahla - 4,2 °C (Antal, 2017). V lete maximálna priemerná mesačná teplota za spomínané obdobie vystúpila maximálne na 23,4 °C. V poslednom uvádzanom roku 2010 dosiahla priemerná mesačná teplota 9,5 °C. Minimálna priemerná teplota bola v mesiaci január - 3,4 °C a maximálna priemerná teplota dosiahla v júli 22,0 °C (2006-2010, SHMÚ BA in Antal, 2017). Ročné úhrny zrážok v danej oblasti dosahujú priemerne hodnotu 500 - 550 mm. Posudzované územie z hľadiska výskytu zrážok patrí do suchej oblasti. Priemerný ročný úhrn zrážok je tu 596 mm, z toho v letných mesiacoch 317 mm a v zimných 269 mm. Priemerný ročný počet dní so zrážkami je 79, z toho v letnom období 40, v zimnom 39. Najviac zrážok padne v mesiacoch maj – september, najmenej v mesiacoch január – apríl. Najbohatší mesiac na zrážky je jún s priemerným množstvom 61 mm, najchudobnejší február s 34 mm (in Antal, 2017).

Priemerné mesačné a ročné hodnoty teploty vzduchu, ako aj sumárne mesačné a ročné úhrny zrážok zo stanice SHMÚ Trnava v rokoch 2015, 2016 a 2017 (mesiace január - október) sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách č. 1 a č. 2:

Tabuľka č. 1: Priemerná mesačná teplota vzduchu na klimatologickej stanici SHMÚ - Trnava [°C]

Mesiac	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Teplota 2015	1,6	1,2	5,8	10,0	14,9	19,5	23,3	23,3	16,4	10,0	6,0	2,6
Teplota 2016	-1,2	5,2	5,8	10,3	15,5	19,8	21,3	18,8	17,0	9,0	4,8	-0,6
Teplota 2017	-6,4	2,2	7,8	9,2	15,7	21,0	21,3	22,0	14,6	10,4	-	-

Tabuľka č. 2: Priemerný mesačný úhrn zrážok [mm]

Mesiac	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Rok
Klimatologická stanica SHMÚ – Trnava													
Zrážky 2015	56,6	25,2	48,0	24,7	63,8	16,7	17,8	103,6	43,8	58,6	33,9	13,7	506,4
Zrážky 2016	44,9	74,6	8,0	46,7	64,7	42,8	126,3	54,0	40,3	51,6	40,2	13,0	607,0
Zrážky 2017	14,7	16,4	18,7	48,7	26,7	19,7	43,3	54,6	76,0	52,6	-	-	371,4*

2.3 HYDROLOGICKÉ POMERY

Posudzované územie spadá do hydrologického povodia rieky Váh, pričom najbližší tok, rieka Trnávka preteká cca 2,0 km západným smerom od posudzovaného územia. Trnávka s dĺžkou toku 42 km je pravostranným prítokom Dolného Dudváhu.

Pramení v Malých Karpatoch, v podcelku Brezovské Karpaty, pod Vápenkovou skalou (469,4 m n. m.) v nadmorskej výške okolo 430 m n.m.

Najprv tečie východným smerom v priestore južne od obce Rozbehy, následne sa stáča na juh a preteká chatovou osadou Sokolské chaty. Pri osade Nespalovci príberá

pravostranný prítok a ďalej pokračuje juhovýchodným smerom. Opúšťa Malé Karpaty a vteká do Podunajskej pahorkatiny, podcelku Trnavská pahorkatina. Z ľavej strany priberá Rakovú, tečie okolo obcí Trstín a Biňovce a vteká do vodnej nádrže Boleráz. Do priehrady ústia sprava Luhový potok (187,5 m n. m.) a Smolenický potok.

Pod hrádzou pokračuje cez obec Boleráz, sprava priberá Rakytu, pokračuje okrajom obce Klčovany, kde výraznejšie rozširuje svoje koryto. Tok sa ďalej horizontálne vlní, tečie pomedzi obce Bohdanovce nad Trnavou (ľavý breh) a Šelpice (pravý breh) a vstupuje na územie mesta Trnava.

Mestom preteká viac-menej severojužným smerom, len na juhozápadnom okraji Starého Mesta vytvára ostrú dvojité zákrutu. Okrajom mestskej časti Modranka preteká juhovýchodným smerom, avšak za ňou sa opäť stáča viac na juh (134,7 m n. m.). Priberá svoj najvýznamnejší prítok, pravostrannú Parnú (134,8 m n. m.) a ďalej opätovne tečie na krátkom úseku k juhovýchodu. Pri obci Opoj sa stáča na juh, tečie až k obci Majcichov, v blízkosti ktorej ústi do Dolného Dudváhu.

2.4 GEOLOGICKÉ A TEKTONICKÉ POMERY

Širšia oblasť posudzovaného územia prináleží orograficky Trnavskej sprašovej pahorkatine, ktorá predstavuje severnú časť Podunajskej nížiny. Na severozápade je ohraničená Malými Karpatmi. Južnú a východnú časť Trnavskej pahorkatiny tvorí markantný terénny stupeň, ktorým spadajú pleistocénne terasy k nivám Malého Dunaja, Dudváhu a Váhu (Maglay, et al. 2006).

Geologicky územie Trnavskej pahorkatiny patrí panónskej panve, ktorá je budovaná sedimentárnym komplexom neogénu, prekrytým uloženinami kvartéru.

Neogén je zastúpený najmä súvrstviami pliocénu. Panón je na báze budovaný hrubozrnnými pieskmi, v nadloží šedými ílmi, jemne piesčitými s ojedinelými polohami pieskov a štrkov.

Pont je tvorený pestrými súvrstviami ílov a slienitých ílov. Miestami sa vyskytujú vrstvičky pieskov, prevažne stredno až hrubozrnných, a štrkov (Maglay, et al. 2006).

Vo vrchnom pliocéne nastáva striedanie jazernej a riečnej sedimentácie, čo má za následok striedanie štrkov a pieskov, podstatne menej sa vyskytujú íly. Charakteristickým znakom tohto súvrstvia je rýchle striedanie zrnitosti materiálu v smere horizontálnom i vertikálnom.

Štrky prechádzajú cez piesky až do ílov a opačne - na pomerne malej vzdialenosti. Sedimentácia štrkopieskov pokračuje miestami až do kvartéru. Preto hranica medzi týmto súvrstvom a kvartérnymi štrkami je nezreteľná a jej určenie i vzhľadom na nedostatočný výskyt fosílií je problematický.

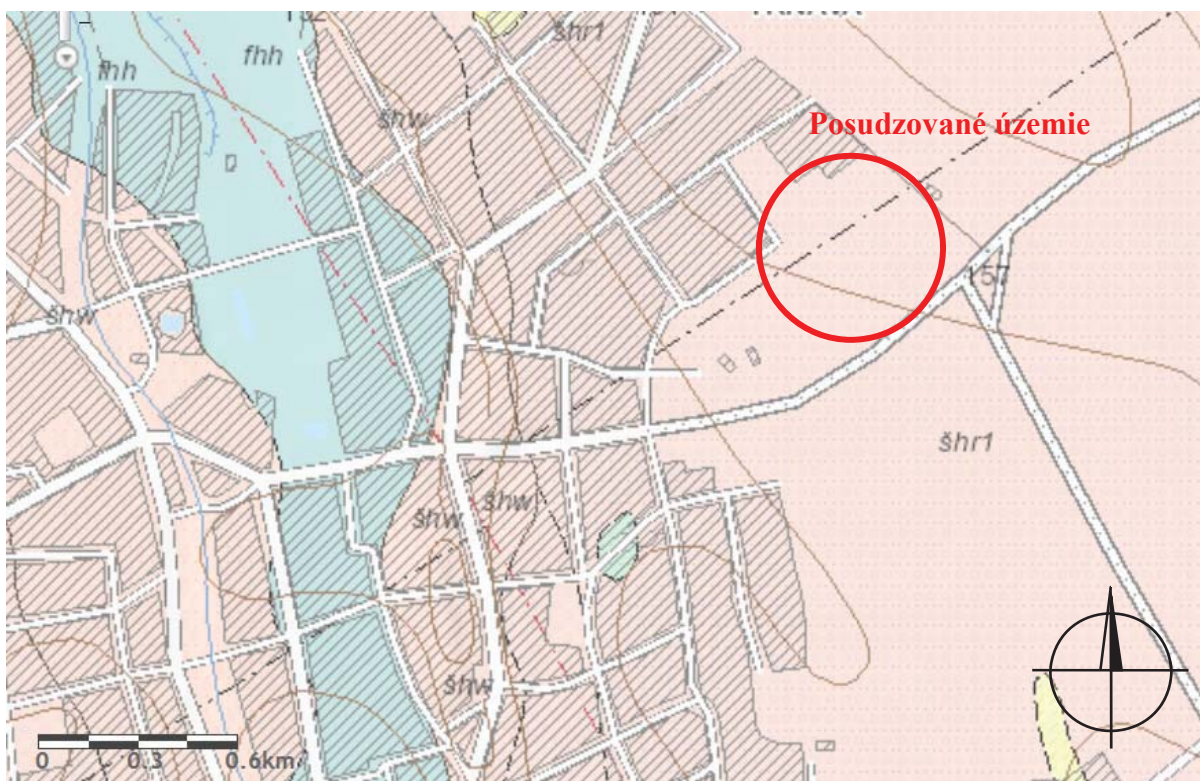
Kvartér Trnavskej pahorkatiny možno rozdeliť na fluviálny a eolický:

Fluviálne sedimenty sú zastúpené štrkami a pieskmi, najmä vo východnej a južnej časti pahorkatiny, pozdĺž Váhu, Dudváhu a väčších prítokov. K týmto uloženinám patria tiež povodňové hliny, predstavujúce poväčšine preplavenú spraš.

Eolický kvartér je zastúpený predovšetkým sprašovou pokrývkou, ktorá dosahuje miestami hrúbku až 15 - 20 m.

Spraše boli naviate prevažne severozápadnými vetrami vo vrchnom pleistocéne - würme. Väčšinou sú okrovožlté s bielymi konkréciami CaCO_3 . V podpovrchových polohách došlo k odvápneniu spraší, a tak vznikli sprašové hliny.

Posudzované územie v podklade geologickej mapy je znázornené na Obrázku č. 1.



Obrázok č. 1: Posudzované územie v podklade geologickej mapy (Zdroj: www.geology.sk)

Vysvetlivky:

- fhh:** fluviálne sedimenty: litofaciálne nečlenené nívne hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív a nív horských potokov,
- šhw:** fluviálne sedimenty: štrky, piesčité štrky a piesky v nízkych terasách s pokryvom spraší a deluviálnych splachov,
- šhr1:** fluviálne sedimenty: štrky a piesčité štrky vyšších stredných terás s pokryvom spraší, deluviálnych hĺn a splachov.

Posudzované územie je tvorené kvartérnymi fluviálnymi sedimentmi vyšších stredných terás, ktoré sú pokryté sprašmi deluviálnych hĺn a splachov. Na podklade archívnych správ sa dá predpokladať, že dobre zvodnené štrky piesčité sa budú nachádzať v hĺbke od cca 17,5 do cca 25 m p.t.

2.5 HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

Posudzované územie je podľa hydrogeologickej rajonizácie SR súčasťou hydrogeologického rajónu QN 050 - Kvartér Trnavskej pahorkatiny, čiastkového rajónu s označením VH 00 (Obrázok č. 2). Podľa vodohospodárskej bilancie za r. 2017 (Čaučík, et al. 2018) je využiteľné množstvo podzemných vôd v danom HG rajóne vyčíslené na $647,80 \text{ l.s}^{-1}$, pričom odber v roku 2017 predstavoval $157,36 \text{ l.s}^{-1}$ a bilančný stav bol hodnotený ako dobrý.

Pre bilančný profil čiastkového rajónu VH 00: „Malý Dunaj - pod preložkou Čiernej vody“ bolo stanovené využiteľné množstvo podzemných vôd na $512,80 \text{ l.s}^{-1}$, pričom v danom roku 2017 bol odber na úrovni $141,96 \text{ l.s}^{-1}$. Jednotlivé zdroje a ich využiteľné, ako i odoberané množstvá sú v nasledujúcej Tabuľke č. 3 (Čaučík, et al. 2018):

Tabuľka č. 3: HG rajón QN 050, bilančný profil: Malý Dunaj - pod preložkou Čiernej vody

Názov lokality	Okres	Využiteľné množstvá			Zhodnotenie využívania			Poznámka
		Kat.	Množstvo (l.s ⁻¹)	Kvalita	Odber (l.s ⁻¹)	Využit.	Bilančný stav	
2. Cífer	TT	C1	24,20	V	2,96	V1	dobrý 27,23	
		C2	46,40	V				
		II.	10,00	B				
3. Čataj	SC	C1	34,70	V	0,00	V1	dobrý	
		II.	10,00					
4. Veľký Grob	GA	C1	26,10	V	2,19	V1	dobrý 11,92	
5. Trnava	TT	B	56,10	V, O	89,16	V4	uspokojivý 2,02	
	TT	II.	180,00	CA,B				
6. Šelpice	TT	II.	25,00	B	0,00	V1	dobrý	
Dolná Krupá - Potôčky	TT	B	1,10	CA,B				
Zavar	TT	B	2,20	N				
7. Brestovany - Zavar	TT	II.	17,00	CA,B	2,85	V2	dobrý 5,96	
8. Pusté Úľany	GA	II.	20,00	CA	0,00	V2	dobrý	
9. Abrahám	GA	II.	20,00	CA	2,34	V2	dobrý 8,55	
rozptýlené lokálne zdroje	TT,SC, GA	II.	40,00	CA,B	42,46	V3		

Z hľadiska vymedzených útvarov podzemných vôd na Slovensku, v zmysle rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady (Kullman, ml. et al. 2005), je posudzované územie súčasťou predkvartérneho útvaru SK2001000P: Útvar medzizrnových podzemných vôd Podunajskej panvy a jej výbežkov oblasti povodia Váh, s plochou útvaru 6248,37 km² (nariadenie vlády SR č. 282/2010 Z.z.). Výskyt podzemnej vody v oblasti posudzovaného územia je viazaný na neogénne a kvartérne horniny.

V neogénnom komplexe sedimentov je podzemná voda akumulovaná v priepustných polohách súvrství miocénu až pliocénu (súvrstvie jablonického zlepenca, lakšárskeho, špačinského, báhonského, vrábeľského súvrstvia, najmä však ivanského, beladického, volkovského a kolárovskeho súvrstvia), ktoré sú tvorené pieskami, štrkami, prípadne aj pieskovicami, zlepenkami. Hydrogeologické kolektory spodného miocénu až pontu prevažne s medzizrnovým, menej puklinovým typom priepustnosti, bývajú uzavreté v mohutnom ílovcovom až prachovcovom komplexe, a vzhľadom na lokálne rýchlo sa meniace litologické zloženia sú hydrogeologické pomery týchto sedimentov zložité. Striedanie ílovitých a piesčito-štrkovitých polôh vytvára predpoklady pre vznik viacerých horizontov artézskych vôd, ktorých počet závisí od hĺbky. Zvodnené artézske horizonty majú negatívny až slabý pozitívny výtlak, pričom piezometrická hladina narastá so vzrastajúcou hĺbkou kolektora. Hrúbka psefitickopsamitických kolektorov sa pohybuje od niekoľkých cm až do 20 a viac metrov (Malík, et al. 2012).

Vzhľadom na veľkú hĺbku výskytu kolektorov prekrytých hydrogeologickými izolátormi je vertikálne dopĺňovanie množstiev podzemných vôd obmedzené. Infiltrácia zdrojovej vody je možná len v miestach, kde priepustné členy neogénnych súvrství vystupujú na povrch terénu alebo sú v kontakte s podzemnou vodou iných hydrogeologických komplexov - dotácia kolektorov prestupom podzemnej vody zo starších geologických útvarov (najmä mezozoika), lokálne aj pretekaním kvartérnej vody v miestach absencie nadložných jemnozrnných sedimentov. Hydrogeologické izolátory neogénu môžu vytvárať aj nepriepustné podložie pre vody kvartérnych sedimentov, čím ovplyvňujú ich cirkuláciu.

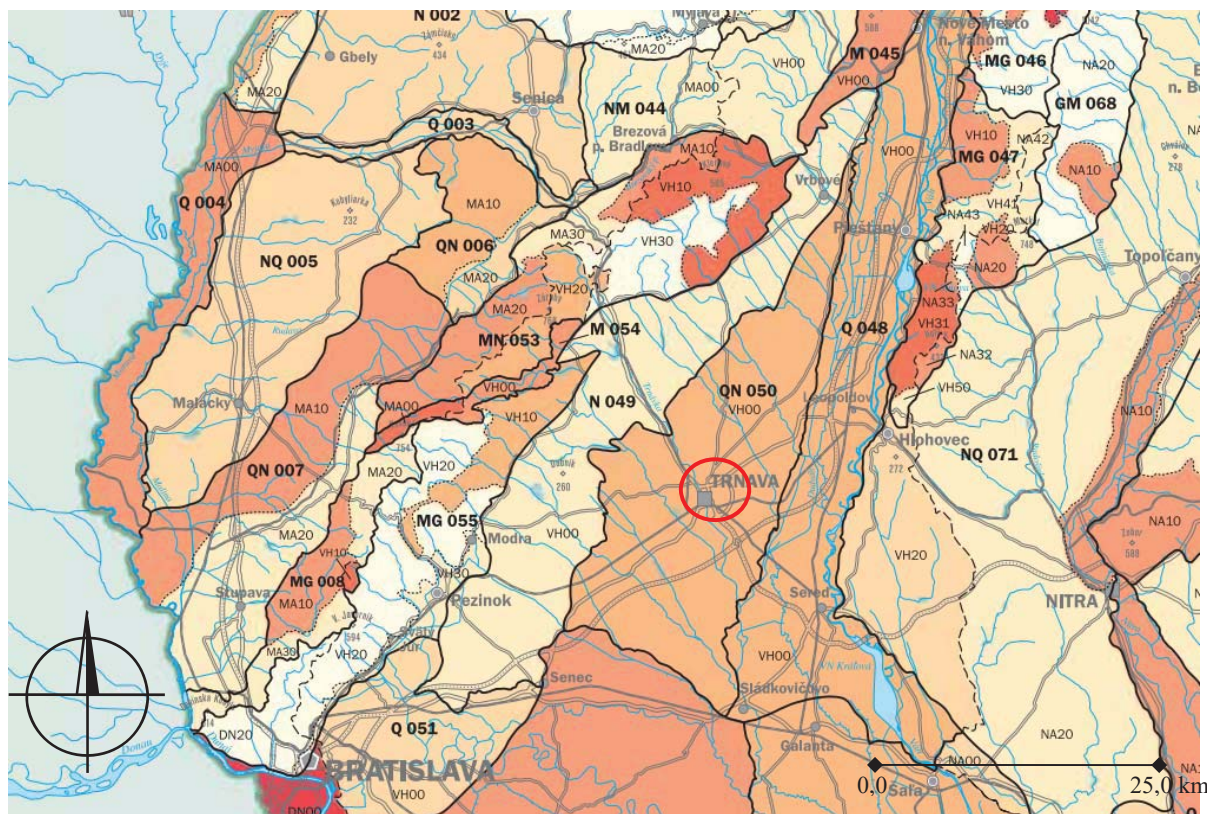
Výskyt najvýznamnejšieho množstva podzemnej vody v Trnavskej tabuli je viazaný na kolektory pieskov a štrkov **vrchného pliocénu až pleistocénu**, ktoré sa nachádzajú pod kvartérnymi sprašami, sprašovými siltami, resp. sedimentmi zo splachov. Táto poloha štrko-pieskov reprezentovaná kollárovským súvrstvom kombinovaným s pleistocénnymi náplavmi Váhu dosahuje hrúbku miestami až 40 m a v širšom skúmanom území má súvislý charakter, ktorý postupne smerom na JV prechádza do kvartéru nivy Váhu.

Generálny smer prúdenia podzemnej vody je konformný s hlavným smerom úklonu vrstiev, teda od SZ na JV. Hrúbka nadložia, ktoré má charakter hydrogeologického izolátora, predstavuje účinnú prirodzenú ochranu podzemnej vody pred jej znečistením.

Kvartérne sedimenty sú v skúmanom území zastúpené prolúviálnymi sedimentmi, pleistocénnymi piesčitými štrkmi s úlomkami vo forme náplavových kužeľov. Ich priemerná hrúbka v Trnavskej pahorkatine dosahuje 12 - 15 m (Hanzel, et al. 1999 in Malík, et al. 2012). V úsekoch s vhodnými hydraulickými vlastnosťami umožňujú priamy prestup podzemnej, ale aj povrchovej vody z horských častí regiónu do sedimentov priľahlých nížin.

Pokryv týchto pleistocénnych kolektorov tvoria spraše, sprašové sily a sedimenty splachov o hrúbke okolo 20 až 25 m, ktoré majú funkciu regionálneho hydrogeologického izolátora.

Chemické zloženie podzemnej vody akumulovanej v pliocénno-pleistocénnych kolektoroch vykazuje charakteristickú priestorovú zonálnosť. Pre podzemné vody je smerom do hĺbky charakteristický spojený prechod chemického zloženia od kalciovo-(magnéziovo)-hydrogenuhličitanového typu cez nátriovo-hydrogenuhličitanový typ až po nátriovo-chloridový typ pri súčasnom výraznom náraste mineralizácie.



Obrázok č. 2: Mapa rajónov v pomernej mierke (zdroj: Miklós, et al. 2002)

Vysvetlivky:

○ skúmané územie

3 PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA

Geologicko-tektonické pomery posudzovanej časti Trnavskej tabule boli komplexne spracované v rámci zostavenia geologickej mapy Podunajskej nížiny - Trnavskej pahorkatiny v mierke 1 : 50 000 (Maglay, et al. 2006). Regionálne hydrogeologické hodnotenie okolia

Trnavy bolo spracované pri mapovaní základnej hydrogeologickej mapy v mierke 1 : 200 000, list Trnava (Kullman, 1975). Zároveň bola zostavená účelová hydrogeologická mapa v mierke 1 : 50 000 (Malík, 2004).

Podľa evidencie hydrogeologických vrtov zabezpečovanej geologickou službou SR boli v širšom okolí posudzovaného územia realizované viaceré prieskumné vrty zamerané na vybudovanie zdrojov podzemných vôd, pričom pre potreby predkladaného odborného geologického posudku sme sa zamerali na vrty, situované najbližšie k posudzovanému územiu:

V roku 1958 podnik ÚSG Žilina, uskutočnil hydrogeologický prieskum s názvom: Hydrogeologický výskum - Trnava - doplnenie zdrojov pre vodovod (Franko, 1958). V rámci HG výskumu bol zabudovaný 26,7 m hlboký vrt RH-1 (výskumná hĺbka vrtu 72,0 m p.t.), ktorý zachytáva podzemné vody kvartérnych sedimentov. Filtračná časť vrtu bola osadená v hĺbke 18,3 - 25,7 m p.t. Vrtom, ktorý sa nachádza približne 350 m severovýchodne od posudzovaného územia (Príloha č. 2) bol overený nasledujúci geologický profil (popis iba zabudovanej časti vrtu):

Vrt HR-1

0,0 - 0,48 m ornica
0,48 - 4,1 m spraš s väčším obsahom cicvárov
4,1 - 7,4 m bahnitá, piesčitá hlina
7,4 - 17,6 m spraš s cicvarmi
17,6 - 25,9 m drobný štrk piesčitý
25,9 - 26,3 m sprašová hlina

Hladina podzemnej vody bola narazená v hĺbke 17,5 m p.t. a ustálená v hĺbke 15,22 m p.t.

Hydrodynamickou skúškou bolo overené maximálne čerpané množstvo $Q = 15,2 \text{ l.s}^{-1}$, pri maximálnom znížení 1,28 m od pôvodnej hladiny podzemnej vody. Koeficient filtrácie bol stanovený na $1,485 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

V roku 1971, Vodné zdroje Bratislava, uskutočnili hydrogeologický prieskum s názvom: Vyhodnotenie hdg. prieskumného vrtu HT-2 (Šarlayová, 1971). V rámci HG prieskumu bol vybudovaný 23,9 m p.t. hlboký vrt, ktorý zachytáva podzemné vody kvartérnych sedimentov. Filtračná časť vrtu bola osadená v hĺbke 17,2 - 21,5 m p.t. Vrtom, ktorý sa nachádza približne 1,4 km severozápadným smerom od posudzovaného územia (Príloha č. 2) bol overený nasledujúci geologický profil:

Vrt HT-2

0,0 - 1,8 m navážka
1,8 - 2,2 m piesok zahlinený
2,2 - 14,0 m spraš s konkréciami CaCO_3
14,0 - 15,6 m štrk zahlinený
15,6 - 16,5 m íl, resp. íl piesčitý
16,5 - 23,9 m štrk piesčitý až štrk zahlinený

Hladina podzemnej vody bola narazená v hĺbke 16,8 m p.t. a ustálená v hĺbke 16,2 m p.t.

Čerpacou skúškou bolo overené maximálne čerpané množstvo $Q = 5,67 \text{ l.s}^{-1}$, pri znížení 1,5 m od pôvodnej hladiny podzemnej vody.

Hydrodynamickou skúškou bolo overené maximálne čerpané množstvo $Q = 5,5 \text{ l.s}^{-1}$, pri znížení 0,7 m. Koeficient filtrácie bol stanovený na $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

V roku 1983 podnik IGHP Bratislava, uskutočnil hydrogeologický prieskum s názvom: Zavar - hydrogeologický prieskum (Bučková - Motlíková, 1983). V rámci HG prieskumu bol vybudovaný 31,0 m p.t. hlboký vrt, ktorý zachytáva podzemné vody kvartérnych sedimentov. Filtračná časť vrtu bola osadená v hĺbke 20,0 - 28,0 m p.t. Vrtom, ktorý sa nachádza približne 1,5 km juhovýchodným smerom od posudzovaného územia (príloha č. 2) bol overený nasledujúci geologický profil:

Vrt HVZ-1

Kvartér

0,0 - 0,5 m navážka

0,5 - 20,0 m spraš ílovitá s konkréciami CaCO_3

20,0 - 27,0 m štrk piesčitý, obsah piesčitej zložky cca 20 %

Neogén

27,0 - 31,0 m íl tmavošedý tuhý s konkréciami CaCO_3

Hladina podzemnej vody bola narazená i ustálená v hĺbke 20,0 m p.t.

Čerpacou skúškou bolo overené maximálne čerpané množstvo $Q = 6,06 \text{ l.s}^{-1}$, pri znížení 2,84 m od pôvodnej hladiny podzemnej vody. Koeficient filtrácie bol stanovený na $3,01 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$.

Z aspektu kvality, voda vyhovovala v tej dobe platnej norme pre pitnú vodu (ČSN 830 611).

V roku 1992 spoločnosť HYDROPOL Bratislava, uskutočnila hydrogeologický prieskum s názvom: Trnava, Bučanská cesta - hydrogeologický prieskum v areáli ČSPH (Polák, 1992). V rámci HG prieskumu boli vybudované dva 25,0 m p.t. hlboké vrty, ktoré zachytávajú podzemné vody kvartérnych sedimentov. Filtračná časť vrtov bola osadená v hĺbke 14,0 - 24,0 m p.t. Vrtmi, ktoré sa nachádzajú približne 1,2 až 1,3 km juhozápadným smerom od posudzovaného územia (Príloha č. 2) bol overený nasledujúci geologický profil:

Vrt HVTT-4

0,0 - 9,0 m navážka

9,0 - 12,0 m spraš s konkréciami CaCO_3

12,0 - 20,0 m drobný štrk piesčitý, obsah piesčitej zložky cca 50 %

Hladina podzemnej vody bola narazená v hĺbke 15,5 m p.t. a ustálená v hĺbke 15,2 m p.t.

Čerpacou skúškou bolo overené maximálne čerpané množstvo $Q = 5,2 \text{ l.s}^{-1}$, pri znížení 1,6 m od pôvodnej hladiny podzemnej vody. Koeficient filtrácie bol stanovený $k = 3,91 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$.

Vrt HVTT-5

0,0 - 5,0 m navážka

5,0 - 9,3 m spraš s konkréciami CaCO_3

9,3 - 11,5 m íl tmavohnedý

11,5 - 12,1 m štrk piesčitý, obsah piesčitej zložky cca 40 %

12,1 - 13,0 m piesok jemnozrnný

13,0 - 13,5 m íl plastický, s vložkou jemnopiesčitého ílu

13,5 - 17,0 m piesok jemnozrnný

17,0 - 19,5 m íl plastický

19,5 - 25,0 m štrk piesčitý

Hladina podzemnej vody bola narazená v hĺbke 15,8 m p.t. a ustálená v hĺbke 15,5 m p.t.

Čerpacou skúškou bolo overené maximálne čerpané množstvo $Q = 5,5 \text{ l.s}^{-1}$, pri znížení 0,7 m od pôvodnej hladiny podzemnej vody. Koeficient filtrácie bol stanovený: $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

V priestore areálu „**Obytný súbor ARBORIA, Trnava, Veterná ul.**“ v marci 2017 bol odvrtaný hydrogeologický prieskumný vrt S-2 (studňa 2) do hĺbky 22m (Antal, 2017). Vrt bol vyhlbený nárazovo-točivou súpravou. Úvodný priemer vrtania bol 440 mm. Konečný priemer budovania 200 mm. Perforovanú časť tvorí štrbinová perforácia rovnakého priemeru v intervale 20,5 - 22 m. Vrtom, ktorý sa nachádza na posudzovanom území (Príloha č. 2), bol overený nasledujúci geologický profil:

0,0 - 0,9 m ornica

0,9 - 11,2 m hlina

11,2 - 14,9 m štrk hlinitý

14,9 - 16,5 m íl

16,5 - 22,0 m štrk

Hladina podzemnej vody bola narazená a ustálená v hĺbke 13,2 m p.t.

Overovacou čerpacou skúškou bolo overené čerpané množstvo $Q = 1,9 \text{ l.s}^{-1}$, pri znížení 0,87 m od pôvodnej hladiny podzemnej vody. Koeficient filtrácie bol stanovený: $1,36 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$. Polomer depresného kužľa bol vypočítaný na $R = 26,13 \text{ m}$ (Antal, 2017).

Z vyššie uvedeného vyplýva, že podzemná voda zachytená v užšej, ako i širšej oblasti posudzovaného územia sa vyznačuje dobrou perspektívou pre jej využitie na vodárenské účely, pričom zníženie hladiny pri eksploatacii overovaných čerpaných množstiev na úrovni 5,2 a viac l.s^{-1} , zvyčajne nedosahovalo zníženie nad 2,0 m od pôvodnej úrovne podzemnej vody.

Podľa stanovených koeficientov filtrácie, možno kvartérne zvodnené horizonty zaradiť do silnej, resp. dosť silnej triedy priepustnosti (II. – III. trieda).

4 POSÚDENIE MOŽNOSTI ZABEZPEČENIA 21 SAMOSTATNÝCH ZDROJOV PODZEMNÝCH VÔD

Z výsledkov archívnej excerpcie geologických a hydrogeologických podkladov vyplynulo, že oblasť posudzovaného územia je z hľadiska možnosti získania čerpaných množstiev, v sumárnom množstve $21,0 \text{ l.s}^{-1}$, prostredníctvom 21 samostatných studní/vrtov, ktorých čerpané množstvo bude na úrovni $1,0 \text{ l.s}^{-1}$ (na jeden vrt) perspektívna a je možné očakávať, že realizáciou hydrogeologických vrtov do hĺbky cca 30 m bude možné zachytiť podzemné vody kvartérnych sedimentov (kolektorov) so silnou, resp. dosť silnou triedou priepustnosti. V posudzovanom území je možné očakávať dobre zvodnené štrky piesčité v hĺbke od cca 17,5 do cca 25,0 m p.t.

Pre bilančný profil čiastkového rajónu VH 00: „Malý Dunaj – pod preložkou Čiernej vody“, hydrogeologického rajónu QN 050 – Kvartér Trnavskej pahorkatiny, bolo stanovené využiteľné množstvo podzemných vôd na $512,80 \text{ l.s}^{-1}$, pričom v roku 2017 bol odber z daného bilančného profilu $Q = 141,96 \text{ l.s}^{-1}$, čo predstavuje využitie čerpaného množstva podzemných vôd na úrovni 28 % stanovených zásob.

Pri vybudovaní ďalších 21 studní/vrtov s čerpaným množstvom na jeden objekt na úrovni $Q = 1,0 \text{ l.s}^{-1}$, by nárast odoberaného množstva vôd vo vzťahu k stanoveným využiteľným množstvám pre daný bilančný profil, predstavoval nárast o približne 4 %.

Z tohto aspektu je teda možné hovoriť o tom, že vybudovaním 21 nových studní/vrtov a ich následnou exploataciou by nedošlo k významnej redukcii zásob podzemných vôd daného hydrogeologického rajónu.

Pre posúdenie vzájomnej vzdialenosti jednotlivých studní/vrtov tak, aby nedochádzalo k ich vzájomnému ovplyvňovaniu, resp. aby ich vzájomné ovplyvňovanie nemalo negatívny vplyv na využitie jednotlivých objektov, sme orientačne vypočítali dosah depresného kužeľa vyvolaného čerpaním, a to na základe archívnych výsledkov z čerpacích skúšok starších prieskumov. Samotný výpočet bol uskutočnený podľa vzťahu Kusakina (in Jetel, 1982), kde: $R = 650 \cdot \sqrt{Q \cdot s}$ [m] (Q – čerpané množstvo, s – zníženie). Orientačné výsledky výpočtov sú spracované v nasledujúcej tabuľke č. 4:

Tabuľka č. 4: Orientačne výpočty dosahu depresného kužeľa pri exploatacii existujúcich vrtov

Objekt/vrt	Q (l.s ⁻¹)	Zníženie (m)	R (m)
HR-1	15,2	1,28	90,7
HT-2	5,67	1,5	60,0
HVZ-1	6,06	2,84	85,3
HVTT-4	5,2	1,6	59,3
HVTT-5	5,5	0,7	40,3
S-2*	1,9	0,87	26,13*

* výpočet realizovaný z výsledkov čerpacej skúšky (Antal, 2017)

Ako je z vyššie uvedených orientačných výsledkov zrejmé, pri čerpaných množstvách od 5,2 do 15,2 l.s⁻¹ boli výpočtom stanovené dosahy depresného kužeľa v rozmedzí od 26,13 do 90,7 m.

Nakoľko sa plánuje z jednotlivých studní/vrtov exploatovať podstatne nižšie čerpané množstvo na jednu studňa/vrt, pre jednotlivé „archívne“ zníženia sme modelovo dosadili do vyššie uvedeného vzťahu plánované čerpané množstvo $Q = 1,0 \text{ l.s}^{-1}$, pričom pri zachovaní znížení vyvolaných cca 5 až 15 násobným čerpaným množstvom, možno modelové výpočty považovať za prísne. Výsledky teoretického dosahu depresného kužeľa, vyvolaného exploataciou pri čerpanom množstve $Q = 1,0 \text{ l.s}^{-1}$ sú v tabuľke č. 5:

Tabuľka č. 5: Modelové výpočty dosahu depresného kužeľa pri exploatacii existujúcich vrtov

Objekt/vrt	Q (l.s ⁻¹)	Zníženie (m)	R (m)
HR-1	1,0	1,28	23,3
HT-2	1,0	1,5	25,2
HVZ-1	1,0	2,84	34,6
HVTT-4	1,0	1,6	26,0
HVTT-5	1,0	0,7	17,2
S-2*	1,9	0,87	26,13

* výpočet realizovaný z výsledkov čerpacej skúšky (Antal, 2017)

Z vyššie uvedených modelových výpočtov vyplýva, že pri čerpaných množstvách na úrovni 1,0 l.s⁻¹ by sa dosah depresného kužeľa pohyboval v rozmedzí od 17,2 do 34,6 m (tieto výsledky korešpondujú s výpočtom čerpacej skúšky na vrte S-2).

Na základe týchto teoretických zistení je možné konštatovať, že osadením jednotlivých studní/vrtov vo vzdialenosti do cca 60 m od seba, bude pravdepodobne dochádzať k ich vzájomnému ovplyvňovaniu, čo však nemusí a pravdepodobne ani nebude mať vplyv na ich využitie z aspektu celkového sumárneho využiteľného množstva $Q = 21,0 \text{ l.s}^{-1}$, nakoľko samotné ovplyvňovanie viacerých exploatačných vodárenských objektov, nie je samo o sebe problematické.

Túto skutočnosť však bude potrebné zohľadniť pri návrhu zabudovania jednotlivých studní/vrtov tak, aby nedochádzalo k odkrytiu perforovaných úsekov (pri znížení hladiny vyvolaného exploataciou studní), čo by mohlo mať z dlhodobého hľadiska za následok ich technické poškodenie.

Z výsledkov predkladaného odborného geologického posudku vyplynulo, že vybudovanie 21 studní s čerpaným množstvom na jeden objekt $Q = 1,0 \text{ l.s}^{-1}$ (suma $Q = 21,0 \text{ l.s}^{-1}$) je v posudzovanej lokalite možné považovať za perspektívne a je množné túto požiadavku objednávateľa považovať za uskutočniteľnú bez toho, aby dochádzalo k negatívnym vplyvom na zásoby hydrogeologického rajónu.

Je tiež potrebné zdôrazniť, že pre povolenie na užívanie vôd v danom rozsahu, bude nutné po vybudovaní jednotlivých studní/vrtov, uskutočniť podrobný hydrogeologický prieskum, ktorý v prípade, že plánované odberné množstvo bude prevyšovať $1\,250 \text{ m}^3/\text{mesačne}$, resp. $15\,000 \text{ m}^3/\text{ročne}$, bude pozostávať z 22-dňovej poloprevádzkovej hydrodynamickej skúšky (v prípade viacerých zdrojov v rámci jedného útvaru podzemných vôd - spoločnej 22-dňovej poloprevádzkovej hydrodynamickej skúšky), ktorej výsledky budú slúžiť pre výpočet využiteľných množstiev v kategórii B a ktoré podliehajú schvaľovaniu na Komisii MŽP SR pre schvaľovanie využiteľných množstiev podzemných vôd. Až na základe záverov Komisie MŽP SR sa určí skutočné využiteľné množstvo pre jednotlivé studne/vrty, resp. aj sumárne využiteľné množstvo v prípade, že ide o jedného objednávateľa.

5 LITERATÚRA

Antal, J., Antal, M. 2017: Trnava - Bytový súbor Arbória, Zdroj podzemnej vody – Studňa 2 (S-2). Hydrant s.r.o. Bratislava.

Bučeková, M., Motlíková, H. 1983: Zavar - hydrogeologický prieskum. IGHP Bratislava. Číslo Geofondu: 54533.

Čaučík P., Belan M., Bodáč B., Dendišová M., Leitman Š., Mada I., Možiešiková K., Molnár L., Slivová V. 2018: Vodohospodárska bilancia SR. Vodohospodárska bilancia množstva podzemnej vody za rok 2017. SHMÚ, Bratislava.

Franko, O. 1958: Hydrogeologický výskum - Trnava - doplnenie zdrojov pre vodovod. ÚSG Žilina. Číslo Geofondu: 3012.

Jetel, J. 1982: Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými skouškami ve vrtech. Ústřední ústav geologický v Akademii, Praha 1982.

Kullman, E. 1975: Základná hydrogeologická mapa ČSSR, list 35 Trnava, M 1 : 200 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

Kullman, E. ml., Malík, P., Patschová, A., Bodiš, D. 2005: Vymedzenie útvarov podzemných vôd na Slovensku v zmysle Rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES. Podzemná voda XI. /2005 č.1, Slovenská asociácia hydrogeológov, ISSN 1335 - 1052, Bratislava, 5 - 18

Maglay, J. et al. 2006: Geologická mapa Podunajskej nížiny - Trnavskej pahorkatiny, M 1 : 50 000. Geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava.

Malík, P. in Schwartz, J. 2004: Súbor regionálnych máp geofaktorov životného prostredia regiónu Trnavská pahorkatina. Envigeo a. s., Banská Bystrica.

Malík, P., Rapant, S., Zakovič, M., Hanzel, V., Marcin, D. 2012: Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape SR, list 35 Trnava, 1: 200 000. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. ISBN 978-80-89343-75-1. 165 s.

Miklós, et al. 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo životného prostredia SR.

Polák, R. 1992: Trnava, Bučanská cesta - hydrogeologický prieskum v areáli ČSPH. HYDROPOL Bratislava. Číslo Geofondu: 77180.

Šarlayová, M. 1971: Vyhodnotenie hdg. prieskumného vrtu HT-2. Vodné zdroje Bratislava. Číslo Geofondu: 26089.

Nariadenie vlády SR č.282/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd.

Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a rady z 23. októbra 2000, ktorou sa stanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva.

Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 51/2008 Z.z., ktorou sa vykonáva geologický zákon.

Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 364/2004 Z.z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon).

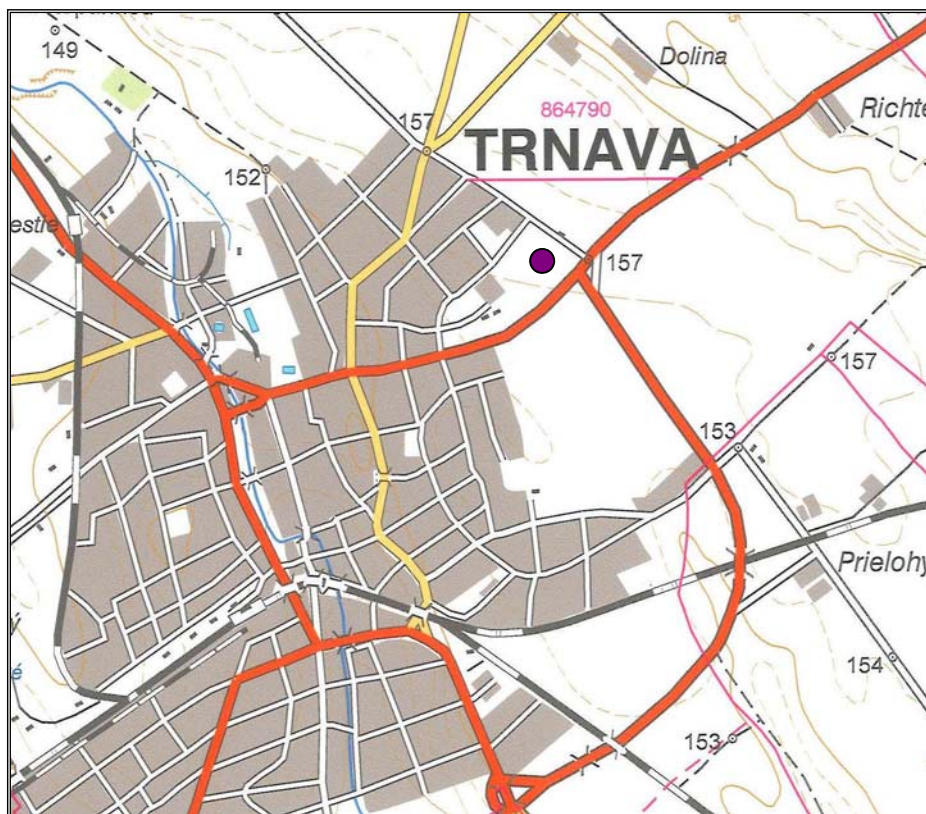
Zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 569/2007 Z.z. o geologických prácach (geologický zákon).

www.geology.sk

PRÍLOHY

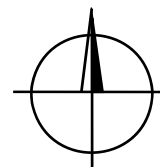
Príloha č. 1: Situácia posudzovaného územia

Mapový list 35-33 Trnava



Mierka 1 : 50 000

● Posudzované územie



Príloha č. 2: Mapa dokumentačných bodov



- Hydrogeologické vrty

