

Záverečná správa z geologickej úlohy

Názov geologickej úlohy :	Hydrogeologický prieskum vodného zdroja HS-3 Saneca Pharmaceuticals, a. s., Hlohovec
Druh geologických prác :	Hydrogeologický prieskum s výpočtom množstiev vôd v kategórii B
Etapu geologickej úlohy :	Podrobný hydrogeologický prieskum
Objednávateľ geologických prác :	Saneca Pharmaceuticals, a. s.
	Nitrianska 10 920 27 Hlohovec
Číslo geologickej úlohy:	612/2016
Počet exemplárov :	4
Zhotoviteľ geologických prác :	Hydropol – Rudolf Polák, s. r. o., Rajská 1, 811 08 Bratislava
Štatutárny orgán zhotoviteľa :	RNDr. Rudolf Polák
Zodpovedný riešiteľ :	RNDr. Rudolf Polák
Dátum vyhotovenia :	27.12.2016

Záverečnú správu schválil :

Dátum :

Meno :

Podpis :

Obsah

1	Miestopisné vymedzenie záujmového územia	4
2	Cieľ geologickej úlohy	4
3	Údaje o projekte a jeho zmenách	4
4	Charakteristika prírodných pomerov skúmaného územia	5
4.1	Geomorfologická charakteristika	5
4.2	Klimatická charakteristika	5
4.3	Hydrologické pomery	5
4.4	Geologická charakteristika	6
4.5	Hydrogeologické pomery	6
4.5.1	Hydrogeologická preskúmanosť	6
4.5.2	Hydrogeologické pomery záujmového územia a jeho širšieho okolia	7
4.6	Územná ochrana krajiny a prírody	8
5	Technické práce	8
5.1	Hydrogeologický vrt HS-3	8
5.1.1	Čerpanie a stúpacie skúšky	9
5.2	Geologické činnosti	11
5.3	Vzorkovacie práce	11
5.4	Laboratórne práce	11
5.5	Geodetické činnosti	11
5.6	Iné práce	12
5.7	Spôsob nakladania s odpadmi	12
5.8	Spôsob zabezpečenia alebo likvidácie geologických diel a geologických objektov	12
5.9	Vykonané opatrenia na elimináciu alebo minimalizáciu vplyvu technických prác na životné prostredie	12
5.10	Spôsob digitálneho spracovania údajov	12
6	Výsledky riešenia geologickej úlohy	13
6.1	Priestorové vymedzenie skúmaného vodného útvaru hydrogeologickej štruktúry a jeho vzťah k hydrogeologickému rajónu	13
6.2	Hydrogeologické vlastnosti hornín, hydraulické parametre hornín	13
6.3	Kvalitatívne vlastnosti podzemnej vody	14
6.4	Údaje o režime a obehu podzemnej vody	16
7	Výpočet množstiev podzemných vôd	16
7.1	Metodika a výpočet	16

7.2	Kategorizácia a využiteľnosť podzemných vôd.....	17
8	Vplyv využívania vodného zdroja podzemnej vody na jej kvalitu	17
9	Návrh na optimálne využitie podzemnej vody a jej ochranu	18
9.1	Spôsob exploatácie vodného zdroja	18
9.2	Návrh prevádzkového monitorovania vodného zdroja.....	18
9.3	Návrh opatrení na ochranu vôd a návrh ochranných pásiem.....	18
9.4	Vplyv využívania vodného zdroja na životné prostredie	18
10	Záver	19
11	Zoznam použitej literatúry	20

Zoznam príloh

Grafické prílohy :

1. Situačná mapa skúmaného územia v mierke 1 : 10 000
2. Hydrogeologická mapa skúmaného územia
3. Schematický hydrogeologický rez 1 – 2
4. Geotechnický profil vrtu HS-3
5. Časový priebeh hydrodynamických skúšok na vrte HS-3
6. Semilogaritmický graf čerpacej skúšky na vrte HS-3
7. Semilogaritmický graf stúpacej skúšky na vrte HS-3

Textové prílohy :

1. Základné údaje o vybraných vrtoch
2. Záznam z čerpacej a stúpacej skúšky
3. Protokoly z rozborov podzemných vôd
4. Návrh na schválenie množstiev vôd

Zoznam tabuliek v texte :

Tabuľka č. 1 : Odčerpávané množstvá podzemnej vody z vrtu HS-3 a dosiahnuté zníženia

Tabuľka č.2 : Výsledky z rozborov vôd na vrte HS-3 v roku 1974

1 Miestopisné vymedzenie záujmového územia

Vodný zdroj HS-3 spoločnosti Saneca pôvodne Slovakofarma, neskôr (Zentiva) sa nachádza východne od intravilánu mesta cca 1 500 m na JZ strane cesty Hlohovec – Nitra – cca 40 m od tejto cesty na parcele č. 4204/3 (vid'. grafickú prílohu č. 1). pozostáva z čerpacej stanice a z pôvodne hydrogeologického vrtu HS-3, ktorý je v šachte pod čerpacou stanicou.

Záujmové územie je súčasťou mapy 1 : 50 000 list 35-34, resp. mapy 1 : 10 000 list 35-34 – 13.

Názov a číselný kód kraja : Trnava 2 (TA)

Názov a číselný kód okresu : Hlohovec 203 (HC)

Názov a číselný kód obce : Hlohovec 507 032

Kód katastra : 816 248

2 Cieľ geologickej úlohy

Cieľom geologickej úlohy bolo overiť, či z vodného zdroja HS-3 je možné odčerpávať 5 l.s^{-1} podzemnej vody miesto 3 l.s^{-1} , ktoré odporučil k odberu zodpovedný riešiteľ hydrogeologického prieskumu Bím v roku 1974 na základe dlhodobej čerpacej skúšky.

Bím (1974) z výsledkov prieskumných prác, pre technické problémy so zabezpečením správneho priebehu čerpacej skúšky nemohol jednoznačne stanoviť hydraulický typ zvodnenej vrstvy a preto pre stanovenie doporučeného odberu zvolil najnepriaznivejšiu alternatívu. Pre výpočet zníženia hladiny podzemnej vody uvažoval s tromi nepriepustnými okrajovými podmienkami a to sa prejavilo vo veľmi veľkom vypočítanom znížení hladiny podzemnej vody v HS-3 – 37,5 m (na úroveň 104,96 m n. m). Po cca viac ako 30 ročnej exploatacii vodného zdroja na výdatnosť 3 l.s^{-1} hladina podzemnej vody vo vrte poklesla len o 8,66 m – na úroveň 133,8 m n. m., preto bol reálny predpoklad zvýšenia odberného množstva podzemnej vody z vrtu HS-3 o 2 l.s^{-1} .

Popri posúdení možného zvýšenia odberu podzemnej vody sme navrhli sledovať či pri ňom nepríde k zmene kvality podzemnej vody.

3 Údaje o projekte a jeho zmenách

Projekt prieskumných prác bol vypracovaný 27. 9. 2016 a objednávatel'om schválený 11. 10. 2016.

Vyprojektované práce spočívali v :

- návrhu 22 dňovej čerpacej skúšky, formou zvýšenia odberu podzemnej vody z 3 l.s^{-1} na 5 l.s^{-1} ,
- návrhu 50 hodinovej stúpacej skúšky,
- návrhu odberu a analýz vzoriek odčerpávanej podzemnej vody – 2 na minimálny rozbor a jeden na úplný rozbor.

Prieskumné práce sa realizovali v plnom rozsahu podľa projektu prác.

4 Charakteristika prírodných pomerov skúmaného územia

4.1 Geomorfologická charakteristika

Podľa regionálneho geomorfologického členenia (Mazúr, Lukniš, 1980) sa záujmové územie nachádza na SZ okraji Zálužianskej pahorkatiny, pri jej styku s Bojnianskou pahorkatinou. Obe pahorkatiny sú súčasťou Nitrianskej pahorkatiny.

Vodný zdroj sa nachádza na úpätí svahu, nad údolím malého potôčika (Hlohoveckého kanála), ktorý tvorí drenážnu funkciu pre povrchové vody. Vodárenský objekt je v nadmorskej výške 169 – 170 m. Svah má sklon k severu a jeho najvyššia výška je okolo 250 m n. m. a nadmorská výška dna údolia je okolo 150 m n. m. Údolie je hladko modelované a jeho dno má sklonom k západu.

4.2 Klimatická charakteristika

Okolie Hlohovca patrí do klimatickej oblasti T1, čo je oblasť teplá, veľmi suchá s miernou zimou. Priemerná ročná teplota vzduchu je okolo $9,6^{\circ}\text{C}$ a priemerný ročný úhrn zrážok je okolo 550 mm. Aktuálna evapotranspirácia je okolo 500 mm. Len malé množstvo zrážkových vôd vsakuje v záujmovom území do horninového prostredia a do podzemnej vody.

Podľa SHMÚ zrážkové úhrny v roku 2015 boli 494 mm a v roku 2016 boli 555 mm boli podpriemerné a priemerné (zrážkomerná stanica Bratislava letisko).

4.3 Hydrologické pomery

Záujmové územie sa nachádza na východnom okraji povodia Váhu, pod rozvodnicou tohto povodia s povodím Nitry. Povrchovo je odvodňované tokom Hlohovecký kanál tečúcim na dne údolia a vyústeným do štrkopieskov údolnej nivy Váhu severne od Hlohovca – do

miestneho štrkoviska. Do povodia Nitry povrchové vody odvádza tok Andač, ktorý začína cca 500 m od HS-3 SV smerom.

Prietoky a ani vodné stavy sa na Hlohoveckom kanáli nezaznamenávajú. Vzhľadom ku krátkej dĺžke toku cca 5 km, môže jeho priemerný prietok byť cca 1 l.s^{-1} a v suchých obdobiach môže byť bez vody.

4.4 Geologická charakteristika

Okolie hydrogeologického prieskumného vrtu HS-3 je z geologického hľadiska súčasťou rišňovskej priehlbiny. V jej strede sa usadzovali prevažne peltické a v okrajových častiach hrubo detrické sedimenty pliocenného veku – tie boli navŕtané vrtom HS-3, ich výskyt pokračuje popod areál Saneca, a. s. (bývala Slovakofarma) až k Váhu, kde sú prekryté kvartérnymi fluvialnými sedimentami. Označované sú ako volkovské súvrstvie, ktorého hrúbka v záujmovom území je niečo cez 100 m. Smerom do stredu rišňovskej priehlbiny sa jeho hrúbka zväčšuje. V jeho podloží je beladické súvrstvie miocenného veku zložené prevažne z ílov s polohami pieskovcov a pieskov, ktorých výskyt je podstatne menej častý ako vo volkovskom súvrství. Hrúbka beladického súvrstvia je niekoľko 100 m a na povrch územia vystupuje južne od vrtu HS-3 – styk je pozdĺž zlomu SZ-JV smeru.

Podľa litologického profilu vrtu HS-3, v ktorom je hojný výskyt piesčitých polôh, usudzujeme, že tento je vyvŕtaný vo volkovskom súvrství.

4.5 Hydrogeologické pomery

4.5.1 Hydrogeologická preskúmanosť

Hydrogeologické pomery Nitrianskej pahorkatiny sú komplexne zhodnotené vo Vysvetlivkách k základnej hydrogeologickej mape 1 : 200 000 list 35 Trnava (Malík et al., 2012), ktorých hodnotenie vychádza najmä z práce Bujalku et al. (1967), hydrogeologickej štúdie povodia Nitry (Polák, Bím, 1970), prác Porubského (1964) a Takáčovej (1968).

Z lokálnych prieskumných prác, ktoré sa bezprostredne týkajú záujmového územia treba spomenúť v prvom rade hydrogeologický prieskum, v rámci ktorého bol vybudovaný a vyhodnotený hydrogeologický prieskumný vrt HS-3 (Bím, 1974), výsledky ktorého sú podrobnejšie spracované v ďalších kapitolách tejto správy.

Západne od vrtu HS-3 cca 250 m bol v roku 1959 vybudovaný hydrogeologický vrt S-1, ktorý vyhodnotil Kollár (1959). Vrt je hlboký 98,0 m a prevŕtal neogénne íly s polohami kremitého piesku drobno až hrubozrnného, zaílovaných štrčíkov a v spodnej časti aj piesčitého štrku (91,8 – 93,9 m). Vrt má filter od 45 do 62 m a od 71 – 93,0 m. Ustálená hladina podzemnej vody sa nachádzala v hĺbke 35 m (cca 140 m n. m.). Z vrtu sa počas čerpacej skúšky odčerpávalo $3,8 \text{ l.s}^{-1}$ podzemnej vody pri jej znížení o 10 m. Kvalitatívne bola čerpaná podzemná voda veľmi slabo zdokumentovaná – stanovili sa len dusičnany – $9,0 \text{ mg.l}^{-1}$, chloridy – 4 mg.l^{-1} a Fe^{+} - temer nulový obsah.

Severozápadne od vrtu S-1 z východnej strany štátnej cesty Hlohovec – Nitra (v zákrute) je vrt HS-1, ktorý vyhodnotil Bím. (1972). Vrt je hlboký 150 m a v jeho mieste sú významné polohy pieskov volkovského súvrstvia. Maximálna výdatnosť vrtu bola $2,17 \text{ l.s}^{-1}$ pri znížení hladiny podzemnej vody 21 m. Hladina podzemnej vody pred čerpacou skúškou bola v hĺbke 23,1 metrov pod terénom – t. j. v úrovni 142,65 m n. m.

Mineralizácia podzemnej vody bola $706 - 708 \text{ mg.l}^{-1}$, typ vody hydrogénuhličitanovo – vápenatý so zvýšeným obsahom Fe^{++} a Mn^{++} . Podzemná voda mala pH 7,0 – 7,1 a teplotu $13,6^\circ\text{C}$. V súčasnosti sa vrt nevyužíva.

Východne od vrtu HS-3 vo vzdialenosti cca 250 m je hydrogeologicky prieskumný vrt HVH-1, ktorého účelom bolo zabezpečiť vodný zdroj pre tamojšiu lesovňu Západoslovenských štátnych lesov, Bratislava. Prieskumné práce vyhodnotila Lauková (1977). Vrt je hlboký 108 m a odvrtný je v neogénnom ílovito – piesčitom súvrství. Piesčité polohy sú v ňom od 38 m a je ich 5, ich sumárna hrúbka je 27,5 m. Ustálená hladina podzemnej vody bola v hĺbke 31,67 m (cca 163 m n. m.). Čerpacia skúška preukázala dobrú priepustnosť zvodnených vrstiev. Odčerpávané výdatnosti boli 3,07; 5,0 a 6,89 m pri znížení hladiny podzemnej vody 3,76; 6,52 a 8,98 m. Špecifická výdatnosť vrtu bola $0,77 \text{ l.s}^{-1}$. Podzemná voda bola hydrogénuhličitanovo – vápenato – horečnatého typu, s mineralizáciou okolo 600 mg.l^{-1} . Podzemná voda bola bez iónov železa a mangánu, obsah dusičnanov bol 17 mg.l^{-1} . Vyššie uvedené lokálne hydrogeologické prieskumné práce boli s najväčšou pravdepodobnosťou realizované v horninách volkovského súvrstvia, ktoré je charakterizované hojnou prítomnosťou piesčitých a štrkovitých polôh v základnej ílovej mase tohto súvrstvia.

4.5.2 Hydrogeologické pomery záujmového územia a jeho širšieho okolia

Záujmové územie patrí do hydrogeologického rajónu NQ 071 – Neogén Nitrianskej pahorkatiny, nachádza sa v jeho strednej časti pri jeho západnom okraji.

Rajón je budovaný neogénnymi ílovitými sedimentami s polohami pieskov a piesčitých štrkov. Najčastejší výskyt pieskov a piesčitých štrkov je vo volkovskom súvrství, ktoré patrí vrchnému neogénu – pliocénu a buduje aj predmetné záujmové územie. V jeho podloží sú miocenné íly s menej častými piesčitými polohami – patria beladickému súvrstviu. Hrúbka volkovského súvrstvia je cca 100 – 150 m a uložené je len s miernym sklonom do stredu rišňoveckej depresie.

Piesky volkovského súvrstvia sú prevažne stredno až hrubozrnné a sú stredne priepustné s koeficientom filtrácie okolo 1.10^{-5} až $1.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$. Piesčité štrky sú drobné a tiež stredne priepustné – vyskytujú sa však zväčša pri báze súvrstvia. Hrúbka piesčitých polôh je premenlivá, pohybuje sa od 1 m do cca 20 m, hrúbka piesčitých štrkov je tiež od cca 1 m do cca 15 m.

Počet piesčitých a štrkopiesčitých polôh býva 5 -6.

Celková hrúbka piesčitých a piesčito - štrkových polôh je do hĺbky cca 130 – 150 m cca 50 m, z toho zvodnená časť cca 40 m.

Predpokladáme, že v záujmovom území je smer prúdenia podzemnej vody od východu k západu a že podzemné vody volkovského súvrstvia sú tu odvodňované piesčitými štrkami údolnej nivy Váhu – dokumentujú to napr. hydroizohypsy a smery prúdenia podzemnej vody v areáli Saneca, a. s. a Bekaert, ktoré sa nachádzajú vo východnej časti intravilánu Hlohovca (Polák, 2009.).

Infiltračnú oblasť priepustných a zvodnených vrstiev volkovského súvrstvia predpokladáme v Považskom Inovci a na Nitrianskej pahorkatine východne a severne od Rišňoviec.

Podzemná voda volkovského súvrstvia má mierne zvýšenú mineralizáciu okolo 600 - 700 mg.l⁻¹, jej reakcia je neutrálna - pH má 6,9 – 7,0. Prevládajúce zložky sú vápnik – 100 mg.l⁻¹, horčík 38 mg.l⁻¹ a hydrogénuhličitan – 500 mg.l⁻¹. Obsah chloridov, síranov, sodíka a draslíka je veľmi nízky 2 – 15 mg.l⁻¹. Amónne ióny a dusitany sa vyskytujú v mizivých koncentráciách, obsah dusičnanov je veľmi nízky – niekoľko mg.l⁻¹. Podzemná voda má zvýšený obsah iónov železa a mangánu – niekoľko desiatín miligramov na liter – preto pred využitím na pitné účely vyžaduje úpravu, avšak obsah týchto iónov klesá východným a južným smerom a stúpa smerom západným.

4.6 Územná ochrana krajiny a prírody

Záujmové územie nespadá pod žiadnu ochranu krajiny a prírody.

5 Technické práce

5.1 Hydrogeologický vrt HS-3

Hydrogeologický prieskumný vrt HS-3, dnes vodný zdroj pre Sanecu, a. s., Hlohovec, bol vybudovaný v roku 1974, kedy čerpacou skúškou bola zistená jeho výdatnosť (Bím., 1974).

Nadmorská výška terénu pri HS-3 169,5 m n. m.

Zjednodušený litologický profil tohto vrtu (príloha č.4) je :

- | | | | |
|---|---|--------|---|
| 0 | – | 16,5 m | súvrstvie ílov, ílov s pieskom, piesčitých ílov a pieskov ílovitých |
| | • | 23,4 m | piesok jemnozrnný, ktorý smerom hlbšie prechádza do hrubozrnného piesku kemitého – nezvodnený |
| | • | 27,0 m | íl |
| | • | 46,9 m | striedanie sa jemno, stredno a hrubozrnných pieskov kemitých – zvodnených |
| | • | 83,5 m | íl s tenkými polohami ílu piesčitého |
| | • | 89,0 m | strednozrnný piesok kemitý – zvodnený |
| | • | 92,0 m | íl |
| | • | 93,0 m | strednozrnný piesok kemitý, zvodnený |

- 102,0 m hrubozrnný piesok kemitý, zvodnený
- 104,5 m hrubozrnný piesok až drobnozrnný štrk zvodnený
- 117,0 m íl
- 121,0 m stredno až hrubozrnný piesok kemitý zvodnený
- 134,0 m íl

Vrt bol vyhlbený vrtnou súpravou FA-12 s vodným výplachom – preto nebolo možné zistiť výtláčne výšky narazenej hladiny podzemnej vody horizontov, ktoré boli prepažené oceľovou rúrou a utesnené ílom.

Pre definitívne zabudovanie vrtu boli použité plnostenné oceľové pažnice priemeru 325 mm a 273 mm s lepenými filrami priemeru 250/300 mm (lepený filter = zmes piesku zrnitosti 2 a 3 mm tmelená epoxidom) a to v intervaloch 82,5 – 89,25 mm, 92,25 – 103,5 a 118 – 121 mm.

Nadmorská výška vrchu pažnice bola 170,20 m n. m.

Priestor medzi pažnicou a stenou vrtu bol do 60 m vyplnený ílom, od 60 do 134 m triedeným štříčkom – priemeru 3 až 6 mm.

Po prečistení vrtu od zmesi vody a ílu, hladina podzemnej vody sa ustálila v hĺbke 27,04 m od terénu, resp. 27,74 m od vrchného okraja oceľovej definitívnej pažnice t . j. v úrovni 142,58 m n. m.

5.1.1 Čerpacie a stúpacie skúšky

5.1.1.1 Pôvodná čerpacia skúška

Táto čerpacia skúška sa vykonala v roku 1974 od 21. 2. do 24. 3. K realizácii čerpacej skúšky sa použila elektrocentrála, ktorá pre časté poruchy bola príčinou neustálych zmien – výdatnosti vrtu a prerušovania čerpaciej skúšky.

Množstvo odčerpávanej vody z vrtu HS-3 sa postupne zvyšovalo (vid'. tabuľku č. 1), pričom hladina podzemnej vody vo vrte pri žiadnom čerpanom množstve vody nedosiahla ustálený stav. Avšak graf závislosti výdatnosti na zníženie hladiny je takmer lineárny a svedčí o správne zabudovanom vrte.

Hladina podzemnej vody pred čerpacou skúškou - 142,46 m n. m.(t. j. 27,74 m od odberného bodu).

Tabuľka č. 1 : Odčerpávané množstvá podzemnej vody z vrtu HS-3 a dosiahnuté zníženia

Konštantná výdatnosť $Q \text{ v l.s}^{-1}$	Zníženie hladiny (m)	Úroveň hladiny (m n. m.)	Špecifické výdatnosti l.s ⁻¹ .m ⁻¹
3,1	7,56	134,9	0,41
4,76	14,12	128,34	0,33
6,25	18,37	124,09	0,36

5.1.1.2 Čerpacia skúška na využívanom vodnom zdroji HS-3 v roku 2016

Pred popisovanou čerpacou skúškou sa z vrtu HS-3 pre potreby Saneca, a. s., Hlohovec odčerpávalo 3 l.s^{-1} .

Dňa 23. 11. 2016 sa exploatačné čerpanie prerušilo na 2,5 hodiny. Hladina podzemnej vody pred prerušením čerpania bola na úrovni 133,8 m n. m., teda o 1,1 m nižšie než v roku 1974 pri $Q = 3,1 \text{ l.s}^{-1}$. Počas prerušenia čerpania sa ponorné čerpadlo spustilo do hĺbky 52 m od terajšieho vrchného okraja oceľovej zárubnice vrtu HS-3 (168,1 m n. m.) – spodok čerpadla je na úrovni 116,1 m n. m. Po spustení čerpadla do uvedenej hĺbky sa začala čerpacia skúška – 28. 11. 2016 o 15.00 hod. Hladina podzemnej vody pred čerpacou skúškou sa nachádzala na úrovni 136,2 m n. m. Čerpacia skúška pokračovala až do 14. 12. 2016 do 12.00 hod, pričom sa z vrtu neustále odčerpávalo 5 l.s^{-1} podzemnej vody. Voda bola dopravovaná do vodojemu potrubím, ktoré je vyústené do vrchnej časti vodojemu, ktorý sa nachádza v areáli spoločnosti Saneca. Nespotrebovaná podzemná voda pretekala vrchnou bezpečnostnou prepadovou hranou do odpadu, pretože elektrický spínač na vypnutie čerpadla pri naplnení vodojemu bol odstavený.

Počas čerpacej skúšky prišlo k neustálemu poklesu hladiny podzemnej vody vo vrte (viď. grafické prílohy č.5 a č.6). Pokles hladiny podzemnej vody bol takmer rovnomerný, mierne odchýlky mohli byť spôsobené zmenou napätia elektrického prúdu, čím mohla mierne kolísať výdatnosť vrtu a tým aj úroveň hladiny podzemnej vody vo vrte.

Ku koncu čerpacej skúšky hladina podzemnej vody vo vrte HS-3 sa nachádzala v úrovni 130,5 m n. m., jej zníženie oproti východiskovej úrovni dňa 23. 11. 2016 o 15.00 hod 136,2 m n. m. bolo 5,7 m, oproti roku 1974 bolo 12,1 m.

Pokles hladiny podzemnej vody vo vrte HS-3 počas čerpacej skúšky bol v každom samostatnom cykle logaritmického času (napr. 10,0 – 100,0 hod a pod.) rovnaký – svedčí to o zvodnenej vrstve, ktorú môžeme z hydraulického hľadiska definovať ako nekonečne rozšírenú.

5.1.1.3 Stúpacia skúška 14. 12 až 16. 12. 2016

Čerpacia skúška bola ukončená 14. 12. 2016 pri zníženej hladine na úroveň 130,5 m n. m.

Stúpacia skúška je vynesená v semilogaritmickej mierke na grafickej prílohe č.7. Oproti čerpacej skúške má zvláštny priebeh. Do času cca 200 sekúnd prírastok stúpnutia hladiny v 1. logaritmickom cykle času $\Delta s = 1,75 \text{ m}$, potom prišlo temer k stabilizácii hladiny a to do času 2 000 sekúnd, od tohto času hladina podzemnej vody mierne stúpala a neskôršie od cca 90 000 sekúnd až do konca stúpacej skúšky jej vzostup v jednom logaritmickom čase bol opäť $1,75 \text{ m}$. Obdobný priebeh stúpacej skúšky zdokumentoval aj Bím (1974).

Podľa Muchu a Šestákova (1987) vyššie uvedený priebeh stúpacej skúšky (alebo i čerpacej skúšky) je charakteristický pre krátkodobé pretekание podzemnej vody do viac

priepustnej vrstvy z málo priepustnej vrstvy v nadloží (alebo naopak) - vid'. obr. č. 4.12 na strane 150 – typ krivky c alebo e.

Stúpacia skúška sa ukončila 16. 12. o 15:54 hod. za čas 3 054 minút – 50 hod a 54 minút, hladina podzemnej vody vystúpila o 5,11 m t. j. na úroveň 135,61 m n. m., t. j. o 0,59 m nižšie než bola pred čerpacou skúškou. Stúpacia skúška z prevádzkových dôvodov nemohla pokračovať ďalej pre vyčerpanie zásob vody akumulovanej vo vodojeme – čo však nemalo vplyv na vyhodnotenie prieskumných prác.

5.2 Geologické činnosti

Geologické činnosti spočívali v preštudovaní a rešeršnom spracovaní starších hydrogeologických prieskumných prác v danom území archivovaných v Geofonde, preštudovaní mapových podkladov, vypracovaní projektu prác, sledovaní a riadení prác, ich kontrole ako aj zdokumentovaní a vyhodnotení formou tejto záverečnej správy.

5.3 Vzorkovacie práce

Vzorky odčerpávanej podzemnej vody odobrali pracovníci akreditovaného laboratória Labeko Piešťany tesne za vyústením výtlačného potrubia z vrtu. Pri odbere zmerali pH, teplotu vody, vodivosť a posúdili jej senzorické vlastnosti – farba, zákal, zápach.

Vzorky boli odobraté v dňoch 29. 11.; 7. 12. a 12. 12. 2016.

5.4 Laboratórne práce

Vzorky odčerpávanej vody z prvých dvoch odberov sa analyzovali v minimálnom rozsahu podľa NV SR č. 8/2016 aj s mikrobiologickým a biologickým rozborom. Vzorka odčerpávanej podzemnej vody tretieho odberu sa analyzovala na úplný rozbor v zmysle uvedeného nariadenia vlády, ktorým sa posudzuje kvalita podzemnej vody určenú na ľudskú spotrebu.

5.5 Geodetické činnosti

Hydrogeologický prieskumný vrt HS-3 bol výškovo a polohovo zameraný po jeho zabudovaní v roku 1974 – meračský elaborát je v prílohe záverečnej správy Bíma (1974).

Súradnice vrtu sú :

Y – 517 400,47

X – 1256 153,36

Pôvodná nadmorská výška terénu bola 169,5 m n. m. a vrchný okraj ocelevej zárubnice 170,2 m n. m.

Pri budovaní vodného zdroja sa odrezala časť ocelevej zárubnice a terajší jej vrchný okraj je vo výške 168,1 m n. m., čo bol i odmerný bod na meranie hladiny vo vrte.

5.6 Iné práce

Žiadne iné práce okrem vyššie uvedených sa nevykonali.

5.7 Spôsob nakladania s odpadmi

Pri vyhodnocovacích prieskumných prácach nevznikli žiadne odpady. Nespotrebovaná odčerpávaná podzemná voda pretekala prepadom z vodojemu do dažďovej kanalizácie areálu spoločnosti Saneca a spolu s ostatnými odpadovými vodami vytekala do Váhu.

5.8 Spôsob zabezpečenia alebo likvidácie geologických diel a geologických objektov

V danom prípade prieskumným dielom bol hydrogeologický vrt HS-3, ktorý v súčasnosti slúži ako vodný zdroj pre spoločnosť Saneca, a. s. Žiadne iné diela neboli na lokalite realizované. Vodný zdroj je ohradený v rozsahu ochranného pásma 1. stupňa a nad vrtom je uzamykateľná budova čerpacej stanice. Ochranné pásmo 2. stupňa nebolo stanovené – nebolo ho treba stanoviť.

5.9 Vykonané opatrenia na elimináciu alebo minimalizáciu vplyvu technických prác na životné prostredie

Počas prieskumných prác neprišlo k negatívnemu ovplyvneniu životného prostredia

5.10 Spôsob digitálneho spracovania údajov

Záverečná správa s prílohami je uložená na CD nosiči v PDF formáte a vo Worde.

6 Výsledky riešenia geologickej úlohy

6.1 Priestorové vymedzenie skúmaného vodného útvaru hydrogeologickej štruktúry a jeho vzťah k hydrogeologickému rajónu

Skúmaným vodným útvarom hydrogeologickej štruktúry sú piesčité a štrkopiesčité polohy Volkovského súvrstvia zachytené hydrogeologickým vrtom HS-3 a nepriamo aj priepustné polohy tých istých litotypov v nadloží skúmaných polôh (viď prílohu č.3 a 4).

Hydrogeologickým vrtom HS-3 sa odčerpáva podzemná voda z hĺbok :

83,5 – 89,5 m	- kde sa nachádza strednozrnný piesok kremitý
92,0 – 94,0 m	- kde sa nachádza tiež piesok strednozrnný kremitý
94,0 – 94,30 m	- kde sa nachádza drobnozrnný štrk
94,3 – 102,0 m	- kde sa nachádza hrubozrnný piesok kremitý
102,0 – 104,5 m	- kde sa nachádza hrubozrnný piesok až drobnozrnný štrk
117,0 – 121,0 m	- kde sa nachádza stredno až hrubozrnný piesok kremitý

Celková hrúbka vrtom HS-3 zachytených priepustných a zvodnených polôh volkovského súvrstvia je 24,5 m, avšak dĺžka perforácie je 21 m. Uvedené priepustné polohy zväčšujú svoju hrúbku západným smerom aj keď celková hrúbka súvrstvia sa znižuje. Týmto smerom je súvrstvie rozšírené až do údolnej nivy Váhu. Východne od vrtu HS-3 sa hrúbka priepustných polôh znižuje a hrúbka ílov a celého súvrstvia zväčšuje. Severným smerom sú rozšírené až k Považskému Inovcu a južným smerom až k ľavobrežným terasám Váhu v okolí Šaľa – Šoporňa.

Záujmové územie, ako sme už prv uviedli, patrí do hydrogeologického rajónu NQ 071 – Neogén Nitrianskej pahorkatiny – nachádza sa v jeho strednej časti pri jeho západnom okraji, je veľmi malou časťou tohto rozsiahleho rajónu.

6.2 Hydrogeologické vlastnosti hornín, hydraulické parametre hornín

Z priebehu čerpacej skúšky vynesenej v semilogaritmickej mierke (viď. grafickú prílohu č.6) sme vypočítali koeficient prietočnosti zachytených vrstiev vrtu HS-3 zjednodušeným riešením podľa Jacoba.

$$T = 0,1832 \frac{Q}{\Delta s} \text{ (m}^2 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$$

Kde Q – výdatnosť vrtu počas čerpacej skúšky 0,005 m³/s

Δs – prírastok zníženia hladiny podzemnej vody v jednom logaritmickom cykle času (400 – 4 000 hod) = 1,02 m.

potom

$$T = 8,98 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

Koeficient filtrácie (k) vypočítame z $k = T/M$ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

M = hrúbka zvodnenej vrstvy 21,5 m

$$K = 0,000898 : 21,5 = 4,17 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Zvodnená vrstva v hĺbke 94 – 102 m má výraznú vrstevnú anizotropiu- striedajú sa tu piesčité a piesčitoštrkovité polohy. U ostatných zachytených zvodnených polôh môžeme konštatovať, že sú viac menej homogénne a izotropné.

6.3 Kvalitatívne vlastnosti podzemnej vody

Počas prvej čerpacej skúšky (Bím, 1974) sa rozbormi vôd zistila takáto kvalita podzemnej vody odčerpávanej z vrtu HS-3.

Tabuľka č.2 : Výsledky z rozborov vôd na vrte HS-3 v roku 1974

Merná veličina/parametre	Výsledok skúšky	Jednotka
Mineralizácia	687,51 – 721,12	mS/m
Vodivosť	72,2 – 74,3	mg.l ⁻¹
Sodík	10,8 – 14,2	mg.l ⁻¹
Draslík	2,0 – 2,4	mg.l ⁻¹
Vápnik	97,8 – 100,2	mg.l ⁻¹
Horčík	37,21 – 38,67	mg.l ⁻¹
Železo Fe ⁺⁺	0,12 – 0,61	mg.l ⁻¹
Mangán Mn ⁺⁺	0,27 – 0,32	mg.l ⁻¹
Amoniak NH ₄ ⁺	0,0 – 0,0	mg.l ⁻¹
Chloridy	5,0 – 10,7	mg.l ⁻¹
Sírany	15,63 – 27,68	mg.l ⁻¹
Dusitany	0,0 – 0,0	mg.l ⁻¹
Dusičnany	Stopy – 0,7	mg.l ⁻¹
Hydrogenuhličitan	469,8 – 506	mg.l ⁻¹
Kyselina kremičitá	28,56 – 38,94	mg.l ⁻¹

Podzemná voda bola Ca – Mg – HCO₃ typu, s teplotou 13 °C, bez znakov znečistenia z povrchu – poľnohospodárskej činnosti . Bola to čisto prírodná, neznečistená podzemná voda.

Podľa charakterizačných koeficientov, podzemná voda je akumulovaná v horninovom prostredí, kde sú zastúpené zrná ako vápencov, tak i dolomitov (Ca/Mg = 0,38). podľa SO₄/M = 0,038 môžeme konštatovať, že sírany v podzemnej vode nemajú sulfatogénny

pôvod; charakterizačný koeficient $\text{HCO}_3/\text{Cl} = 47,1$ poukazuje na kontinentálny pôvod pozemnej vody.

Počas nami realizovanej čerpacej skúšky v novembri a decembri 2016 sa sledovanie kvality podzemnej vody podriadilo požiadavkám NV SR č. 8/2016, ktorým sa posudzuje kvalita podzemnej vody z hľadiska jej použitia pre pitné účely, resp. ľudskú spotrebu. Preto pre posúdenie zmien resp. stability kvality podzemnej vody možno použiť len niektoré ukazovatele.

Podľa NV SR č. 8/2016 sa v podzemnej vode stanovujú :

- Anorganické ukazovatele – kovy, dusitany a dusičnany

Obsah všetkých stanovených kovov bol hlboko pod najvyššiu medznú hodnotu (NMH). Obsah dusitanov bol $< 0,01$ a ich najvyššia medzná hodnota je (NMH) je $0,1 \text{ mg.l}^{-1}$, obsah dusičnanov bol $1,0 - 2,3 \text{ mg.l}^{-1}$ a NMH je 50 mg.l^{-1} .

- Organické ukazovatele a dezinfekčné prostriedky a ich vedľajšie produkty

Tieto ukazovatele sa v roku 1974 nestanovovali. Stanovili sa len v analýze posledného odberu – všetky merané veličiny boli pod NMH.

- Organochlórované pesticídy

Tieto ukazovatele kvality podzemnej vody sa v roku 1974 nestanovovali. Stanovili sa len v poslednom odbere podzemnej vody počas čerpacej skúšky v roku 2016. Všetky namerané veličiny boli hlboko pod NMH.

- Ukazovatele, ktoré môžu nepriaznivo ovplyvniť senzorickú kvalitu podzemnej vody

- ❖ Vodivosť podzemnej vody bola $77,2 - 78,1 \text{ mS/m}$, čo nepriamo poukazuje na stabilnú kvalitu podzemnej vody, pretože táto hodnota v roku 1974 bola $72,4 - 74,3 \text{ mg.l}^{-1}$.
- ❖ Obsah amónnych iónov bol trvale pod $0,01 \text{ mg.l}^{-1}$.
- ❖ Obsah Ca bol $101,0 \text{ mg.l}^{-1}$ – jeho obsah stúpol o minimálne - o cca $1 - 2 \text{ mg.l}^{-1}$; obsah Mg bol $37,9 \text{ mg.l}^{-1}$ – oproti roku 1974 sa nezmenil, obsah Cl bol $3,2 \text{ mg.l}^{-1}$ (bez zmeny), obsah síranov bol $29,9 \text{ mg.l}^{-1}$ – je to mierny vzostup oproti roku 1974.
- ❖ Obsah Fe^{++} bol $0,91 - 0,94 \text{ mg.l}^{-1}$, oproti roku 1974 je nárast minimálne o 50%; obsah Mn^{++} bol $0,27 - 0,29 \text{ mg.l}^{-1}$ – obsah oproti roku 1974 zostal nezmenený.

Ostatné ukazovatele tejto skupiny neboli v roku 1974 stanovené, avšak v roku 2016 ich obsahy boli pod NMH.

- Mikrobiologické a biologické ukazovatele

Tieto ukazovatele boli pod povolenú hodnotu NV SR č. 8/2016.

Odčerpávaná podzemná voda z vrtu HS-3 má stabilnú kvalitu i teplotu $13,0^\circ\text{C}$. Okrem obsahu Fe^{++} a Mn^{++} vyhovuje podľa NV SR č. 8/2016 pre ľudskú spotrebu. Obsah Fe^{++}

a Mn^{++} pred využitím podzemnej vody na pitné účely musí byť znížený – to sa aj deje v areáli Saneca, a. s., je vybudovaná klasická úpravná vody na jej odželezovanie a odmangánovanie - v prevádzke je už niekoľko desiatok rokov.

6.4 Údaje o režime a obehu podzemnej vody

Režim podzemnej vody neogénnych priepustných polôh nie je sledovaný. Predpokladáme, že časť podzemnej vody volkovského súvrstvia pochádza z Považského Inovca, časť z infiltrácie zrážok na Nitrianskej pahorkatine. Generálny smer prúdenia podzemnej vody v neogénnych priepustných polohách je od S k J, avšak v predmetnom území je evidentný drenážny účinok Váhu, cez infiltráciu neogénnych vôd do fluvialných piesčitých štrkov údolnej nivy Váhu. Táto skutočnosť stáča smer prúdenia podzemnej vody v okolí HS-3 k západu. Na drenážny účinok Váhu poukazuje aj to, že podzemné vody v okolí HS-3 sú hlboko pod terénom - ich hladina sa nachádza v hĺbke okolo 20- 30 m pod terénom. Čerpacia skúška sa vykonala v roku, kedy boli priemerné zrážkové úhrny.

7 Výpočet množstiev podzemných vôd

7.1 Metodika a výpočet

V danom prípade pod výpočtom množstiev podzemných vôd rozumieme posúdenie možnosti zvýšenia ich odberu vrtom HS-3 z priebehu 22 dňovej čerpacej skúšky a 50 hodinovej stúpajúcej skúšky.

Počas 22 dňovej čerpacej skúšky sa odber podzemnej vody zvýšil z 3 l.s^{-1} na 5 l.s^{-1} a sledoval sa pritom pokles hladiny podzemnej vody vo vrte.

Z priebehu predmetnej čerpacej skúšky vychádza, že zvodnená vrstva sa z hydraulického hľadiska správala ako nekonečne rozšírená – hladina podzemnej vody v odčerpávanom vrte HS-3 neustále poklesávala.

Pre bezrozmerný čas $1/u > 33$ sa krivka čerpacej skúšky transformuje do priamky, ktorej sklon je vyjadrený ako (Mucha, Šestakov, 1987) :

$$i = \frac{\Delta s}{\log t_2 - \log t_1}$$

V jednom logaritmickom cykle času (napr. 100,0 – 1000,0) $\log t_2 - \log t_1 = 1$ a potom

$i = \Delta s$. Z Δs možno potom vypočítať, aké bude zníženie hladiny podzemnej vody za ľubovoľný logaritmický cyklus času a to vynásobením Δs počtom logaritmických cyklov času.

Hladina podzemnej vody vo vrte HS-3 pred prerušením jeho exploatovania na odber 3 l.s^{-1} bola v úrovni 133,8 m n. m., čo zodpovedá jej zníženiu oproti východzej hladine v roku 1974 (142,46 m n. m.) o 8,66. Bím (1974) predpokladal, že zvodnená vrstva je nepriepustne

ohraničená z 3 strán a preto zníženie hladiny podzemnej vody mu výpočtom vychádzalo 37,5 m a s touto hladinou uvažoval pre stanovenie doporučeného odberu – v skutočnosti je o 28,84 m menšie. Preto možno predpokladať, že sa jedná o zvodnenú vrstvu z hydraulického hľadiska nekonečne rozšírenú – pre ňu Bím (1974) vypočítal exploatačné zníženie 7,14 m, čo je o 1,5 m zníženie menšie než je skutočné – pravdepodobne je to spôsobené tým, že vodný zdroj je využívaný dlhšie než Bím (1974) uvažoval vo výpočtoch.

Pred samotnou čerpacou skúškou sa odber vody prerušil a potom po 2,5 hodine sa z vrtu odčerpávalo 5 l.s^{-1} podzemnej vody. Priebeh poklesu hladiny podzemnej vody je vyznačený v semilogaritmickej mierke (viď. prílohu č. 6) Z nej vidno, že priebeh zníženia hladiny podzemnej vody má tvar priamky so sklonom $i = \Delta s = 1,02 \text{ m}$. Interpoláciou priamky zníženia hladiny do času 438 000 hodín – $1,57 \times 10^9$ sekúnd (čo je 50 rokov) vypočítame, že zníženie hladiny podzemnej vody bude rovnať $\Delta s \cdot 3$ (3 log. cykly času) + zníženie hladiny na konci čerpacej skúšky $5,7 \text{ m} = 8,76 \text{ m}$ a to od hladiny pred nami vyhodnocovanou skúškou, t. j. dosiahne úroveň 127,44 m ($s = 15,02$ od pôvodnej hladiny v roku 1974), čo podľa Bíma (1974) je prípustné, pretože exploatačné dovolené zníženie je 55,86 m.

Ponorné čerpadlo je osadené v hĺbke 116,1 m n. m. (spodok) až 118,1 (vrch), teda minimálna znížená hladina vody vo vrte bude o 9,39 m vyššie než je vrchný okraj čerpadla.

7.2 Kategorizácia a využiteľnosť podzemných vôd

Prieskumnými prácami sme preukázali, že z vrtu HS-3 možno trvale odčerpávať 5 l.s^{-1} podzemnej vody. Toto množstvo podzemnej vody odporúčame zaradiť do kategórie B množstiev podzemnej vody.

8 Vplyv využívania vodného zdroja podzemnej vody na jej kvalitu

Kvalita podzemnej vody sa od roku 1974, kedy sa skúmala jej kvalita v rámci dlhodobej čerpacej skúšky nezmenila, nezmenila sa ani počas exploatácie vodného zdroja HS-3 a ani počas nami vyhodnocovanej 22 dňovej čerpacej skúšky. Nie je predpoklad jej zmien v budúcnosti. Vyhovuje požiadavkám pre ľudskú spotrebu okrem obsahu Fe^{++} a Mn^{++} , ktoré sa z podzemnej vody odstraňujú vo vybudovanej úpravni vody.

9 Návrh na optimálne využitie podzemnej vody a jej ochranu

9.1 Spôsob exploatácie vodného zdroja

Podzemná voda sa bude odčerpávať z vrtanej studne HS-3 ponorným čerpadlom. Množstvo odoberanej vody sa bude meniť podľa požiadaviek odberateľa, avšak maximálne čerpané množstvo vody bude 5 l.s^{-1} . Vzhľadom k tomu, že terajší výkon čerpadla je 7 l.s^{-1} , tento výkon bude treba znížiť frekvenčným meničom elektriny.

9.2 Návrh prevádzkového monitorovania vodného zdroja

Monitorovanie odberu podzemnej vody musí byť v súlade s so zákonom č 364/2004 Z. z. Monitorovať sa musí množstvo odoberanej podzemnej vody, úroveň hladiny podzemnej vody vo vrte HS-3 a kvalita podzemnej vody.

Množstvo odoberanej podzemnej vody sa musí merať ciachovaným vodomermom týždenne, pričom treba kontrolovať či bol dodržaný priemerný odber 5 l.s^{-1} ($3\,024 \text{ m}^3$ na týždeň).

Neustále sa meniaci odber podzemnej vody z HS-3 si vyžiada automatické meranie úrovne hladiny podzemnej vody – 1 hod intervaly. Záznamy treba vyhodnocovať, aby sa mohlo posúdiť, či neprišlo k neprimeranému zníženiu hladiny podzemnej vody vo vrte.

V súlade s NV SR č. 496/2016 treba kontrolovať kvalitu odčerpávanej podzemnej vody. Objem dodávanej pitnej vody do zásobovacej oblasti bude 432 m^3 za deň a preto treba ročne zabezpečiť z tejto vody 4 minimálne a 1 úplný rozbor.

Odbery a rozbery môžu byť realizované len akreditovaným laboratóriom.

9.3 Návrh opatrení na ochranu vôd a návrh ochranných pásiem

Podzemná voda je odčerpávaná prevažne zo stredno až hrubozrnných pieskov uložených v 6 vrstvách od 83,5 m do 121 m, ich celková hrúbka je 24,5 m. V nadloží týchto zvodnených vrstiev sú íly o hrúbke cca 56 m. Počas exploatácie zdroja sa preukázalo, že tieto íly zabezpečujú dobrú ochranu kvality využívanej podzemnej vody. Preto postačí mať zriadené pásmo hygienickej ochrany 1. stupňa v terajšom rozsahu 50x50 m.

9.4 Vplyv využívania vodného zdroja na životné prostredie

Odoberané množstvo podzemnej vody nebude mať negatívny vplyv na životné prostredie – pokles priezometrickej úrovne hladiny podzemnej vody neovplyvní ekologický systém okolia vrtu HS-3.

10 Záver

Spoločnosť Saneca Pharmaceuticals, a. s., Hlohovec odoberá podzemnú vodu z vrtu HS-3 v množstve 3 l.s^{-1} na pitné účely. Voda sa na pitné účely používa až po jej úprave – odstránením nadlimitného obsahu Fe^{++} a Mn^{++} . Spoločnosť má záujem zvýšiť odoberané množstvo vody na 5 l.s^{-1} .

Vyhodnocovaným hydrogeologickým prieskumom sme prostredníctvom 22 dňovej čerpacej skúšky a s 50 hodinovej stúpavej skúšky, ktoré sme realizovali na predmetnom vrte HS-3 preukázali, že je možné z neho odoberať 5 l.s^{-1} podzemnej vody – toto množstvo podzemnej vody odporúčame zaradiť do kategórie B množstiev podzemných vôd..

Odberom takéhoto množstva podzemnej vody 50 rokov jej hladina vo vrte HS-3 pravdepodobne poklesne na úroveň 126,60 m n. m. – túto úroveň možno označiť ako minimálnu úroveň v zmysle vodného zákona.

Počas využívania podzemnej vody treba týždenne merať množstvo odoberanej podzemnej vody a hladinu vody v studni – najvhodnejšie v stredu.

Kvalitu odčerpávanej podzemnej vody treba kontrolovať 4x ročne minimálnym rozborom a 1x ročne úplným rozborom.

Okolo vodného zdroja HS-3 je vybudované ochranné pásmo I. stupňa o rozmeroch $50 \times 50 \text{ m}$ – takáto ochrana vodného zdroja je úplne postačujúca.

Odber podzemnej vody v množstve 5 l.s^{-1} z HS-3 nebude mať negatívny vplyv na životné prostredie záujmového územia a ani jeho širšieho okolia.

11 Zoznam použitej literatúry

Bím M., 1972 : Hlohovec – Slovakofarma, hydrogeologický prieskum, Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum Žilina, závod Bratislava

Bím, M., 1974 : Hlohovec – Slovakofarma, Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum Žilina, závod Bratislava

Elečko a kol., 2008 : Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 200 000, mapový list 35 Trnava, MŽP a ŠGÚDŠ Bratislava

Kollár O., 1959 : Hydrogeologický vrtný prieskum a projekt vrtanej studne pre JRD Hlohovec, KPPU Nitra

Lauková I., 1977 : Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HVH-1 na lokalite Hlohovec – Mladý Háj

Mucha, Šestakov, 1987 : Hydraulika podzemných vôd. ALFA Vydavateľstvo technickej literatúry

Malík P. a kol., 2012 : Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape SR 1 : 200 000, list 35 Trnava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava

Polák R., 2009 : Zentiva Hlohovec, Sanácia a monitoring podzemnej vody za obdobie 1989 – 2009, Hydropol Bratislava