

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA Z GEOLOGICKEJ ÚLOHY

Názov geologickej úlohy :	Vodárenský zdroj Saneca Pharmaceuticals, a. s., pri Váhu, 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 100 920 27 Hlohovec
Číslo geologickej úlohy:	613/2016
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 :	05. 04. 2016
Záverečnú správu schválil :	
Dátum :	
Meno :	Ing. Miroslav Bučko
Podpis :	

Obsah

1	Miestopisné vymedzenie skúmaného územia	5
2	Cieľ geologickej úlohy	5
3	Údaje o projekte a jeho zmenách	6
4	Charakteristika prírodných pomerov skúmaného územia	6
4.1	Geomorfologická charakteristika	6
4.2	Klimatická charakteristika	6
4.3	Hydrologické pomery	7
4.4	Geologická charakteristika	10
4.5	Hydrogeologické pomery	10
4.5.1	Hydrogeologická preskúmanosť	10
4.5.2	Hydrogeologické pomery záujmového územia a jeho širšieho okolia	14
5	Postup riešenia geologickej úlohy	16
5.1	Metodika, postupová časová náväznosť realizovaných prác	16
5.2	Čerpacia skúška na studni SF-1 – november 2016	17
5.3	Geologické činnosti	22
5.4	Vzorkovacie práce	22
5.5	Laboratórne práce	22
5.6	Geodetické činnosti	23
5.7	Iné práce	23
5.8	Spôsob nakladania s odpadmi	24
5.9	Spôsob zabezpečenia alebo likvidácie geologických diel a geologických objektov	24
5.10	Vykonané opatrenia na elimináciu alebo minimalizáciu vplyvu technických prác na životné prostredie	24
5.11	Spôsob digitálneho spracovania údajov	24
6	Výsledky riešenia geologickej úlohy	24
6.1	Súčasný odber podzemnej vody	24
6.2	Priestorové vymedzenie skúmaného vodného útvaru a jeho vzťah k hydrogeologickému rajónu	24
6.3	Hydrogeologické vlastnosti hornín, hydraulické parametre hornín	25
6.4	Kvalitatívne vlastnosti podzemných a povrchových vôd	26
6.5	Údaje o režime podzemnej vody	27
6.6	Súčasný odber podzemnej vody	28
6.6.1	Vodárenský zdroj SF-1 Saneca Pharmaceuticals (pôvodne Slovakofarma, potom Zentiva)	28
6.6.2	Vodárenský zdroj Bekaertu D-1 až D-4 (predtým Drôtovňa Hlohovec)	32

7	Výpočet množstiev podzemných vôd	34
7.1	Kategorizácia a využiteľnosť podzemných vôd.....	35
8	Vplyv využívania vodárenského zdroja podzemnej vody na jej kvalitu	36
9	Návrh optimálneho využitia podzemnej vody a jej ochranu	36
9.1	Spôsob exploatácie vodárenského zdroja – studne SF-1	36
9.2	Návrh prevádzkového monitorovania vodárenského zdroja.....	36
9.3	Návrh opatrení na ochranu vôd a návrh ochranných pásiem	37
9.4	Vplyv využívania vodárenského zdroja na životné prostredie.....	37
10	Záver.....	37
11	Zoznam použitej literatúry	39

Zoznam príloh

Grafické prílohy :

- 1) Prehľadná mapa vodárenských zdrojov
- 2) Hydrogeologická mapa skúmaného územia 1 : 200 000
- 3) Hydrogeologický rez
 - 3.1 Hydrogeologický rez 1 - 2
 - 3.2 Hydrogeologický rez 3 - 4
 - 3.3 Hydrogeologický rez 5 - 6
- 4) Mapa preskúmanosti s vyznačením hydrogeologických rezov
- 5) Grafy čerpacej skúšky na studni SF-1 – november 2016
 - 5.1 Dokumentácia čerpacej skúšky na studni SF-1 v 1. týždni – november 2016
 - 5.2 Dokumentácia čerpacej skúšky na studni SF-1 v 2. týždni – november 2016
 - 5.3 Dokumentácia čerpacej skúšky na studni SF-1 v 3. týždni – november 2016
 - 5.4 Dokumentácia čerpacej skúšky na studni SF-1 v 4. týždni – november 2016
 - 5.5 Dokumentácia čerpacej skúšky na studni SF-1 v 5. týždni – november 2016
 - 5.6 Dokumentácia čerpacej skúšky na studni Sf-1 v novembri 2016
- 6) Reakcia hladiny vody v studniach NS-S, NS-J na odčerpávanie hladiny vody v studni SF-1

Textové prílohy :

- 1) Základné údaje o vybraných vrtoch
- 2) Záznam z čerpacej a stúpacej skúšky – na Cd nosiči
- 3) Protokoly z rozborov podzemných vôd
- 4) Výsledky geodetických činností
- 5) Návrh na schválenie množstiev vôd

Zoznam tabuliek v texte :

Tabuľka č.1 : Priemerné mesačné vodné stavy na Váhu v rokoch 2015 a 2016 (v m n. m.)

Tabuľka č.2 : Koeficienty filtrácie zvodnených fluvialných sedimentov na ľavej strane Váhu vo vodárenskom území bývalej Slovakofarmy. Výpočet podľa Forchaheimera – Jalč (1983)

Tabuľka č.3 : Údaje o odčerpávaní vody zo studne SF-1 – november 2016

Tabuľka č.4 : Výškopisne a polohopisne zameranie studní, vrtov odmerných bodov a hladiny vody vo Váhu

Tabuľka č.5 : Súradnice a nadmorské výšky vrtov HG-1 až HG-5

Tabuľka č.6 : Vybrané ukazovatele kvality vody vo Váhu v Hlohovci v rokoch 1992 – 2002.

Tabuľka č.7 : Priemerné mesačné odčerpávané množstvá podzemnej vody zo studní Bekaert a Saneca za roky 2015 a 2016

Tabuľka č.8 : Priemerné mesačné, minimálne a maximálne hladiny vody vo Váhu pri studni SF-1 v rokoch 2015, 2016 a 2017

Zoznam obrázkov v texte :

Obr. č.1: Hladina vody vo Váhu v stanici 6475 (most Hlohovec) v období 1. 1. 2015 – 31. 12. 2016 (Váh – priemerné denné stavy).

Obr. č. 2.1 : Úrovne hladiny vody vo Váhu v roku 2015

Obr. č. 2.2 : Úrovne hladiny vo Váhu v roku 2016

Obr. č.3 : Režim podzemnej vody v exploatovanej studni SF-1 a povrchovej vody Váhu pri SF-1 s vyznačením denného priemerného odberu podzemnej vody zo studne SF

Obr. č.4 : Podklady k výpočtu ovplyvňovania studní Bekaert a násoskových studní odčerpávaním vody zo studne SF-1 na $Q = 0,0967 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

1 Miestopisné vymedzenie skúmaného územia

Širokoprilová spúšťacia studňa SF-1 – vodárenský zdroj spoločnosti Saneca Pharmaceuticals Hlohovec sa nachádza v inundačnom území Váhu – 42,8 m od Váhu, resp. 210 m severne od železničného mosta cez Váh.

Záujmové územie sa nachádza na mape 1 : 10 000 list 35-34-13 (viď. prílohu č.1 – prehľadná mapa vodárenských zdrojov).

Názov a číselný kód kraja : Trnava 2 (TA)

Názov a číselný kód okresu : Hlohovec 203 (HC)

Názov a číselný kód mesta : Hlohovec 507 032

Názov katastrálneho územia : Hlohovec

Kód katastra : 816 248

Parcela č. : 4204/3, List vlastníctva 372

2 Cieľ geologickej úlohy

Cieľom geologickej úlohy bolo overiť, či z vodárenského zdroja SF-1 je možné odčerpávať v mesačnom priemere 15 l.s^{-1} podzemnej vody, čo je predpokladaná maximálna spotreba vody v areáli objednávateľa v budúcnosti a to tak, aby navrhované práce tvorili podklad pre výpočet množstva podzemnej vody na úrovni potrebnej na povolenie odberu podzemných vôd v kategórii B. V súčasnosti platné povolenie na odber (voda 8070/1975 z 27. 12. 1975), umožňuje odčerpávať z tohto vodárenského zdroja v priemere 206 l.s^{-1} . Uvedené množstvá vôd sa v minulosti z vodárenského zdroja aj odoberali, avšak v ostatnom období spotreba vody klesla na $6 - 15 \text{ l.s}^{-1}$.

Ďalším cieľom geologickej úlohy bolo posúdiť či kvalita podzemnej vody bude vhodná na technologické účely v spotrebisku.

V blízkom okolí vodárenského zdroja SF-1 je aj vodárenský zdroj spoločnosti Bekaert, ktorý pozostáva zo 4 studní D-1 až D-4. Úlohou prieskumných prác bolo aj posúdiť či odber podzemnej vody zo studne SF-1 neohrozí odber podzemnej vody zo studní D-1 až D-3. Studňa D-4 je od SF-1 veľmi ďaleko a preto sa vplyv odčerpávania podzemnej vody zo SF-1 na jej prevádzku neskúmal.

3 Údaje o projekte a jeho zmenách

Projekt prieskumných prác bol vypracovaný 5. 10. 2016 a objednávatel'om schválený 11. 10. 2016.

Vyprojektované práce spočívali :

- v návrhu 30 dňovej čerpacej skúšky formou zvýšeného odberu podzemnej vody zo studne SF-1 s tým, že jej realizáciu zabezpečí objednávatel' prác osadenými čerpadlami,
- v zabezpečovaní merania čerpaného množstva podzemnej vody a úrovne hladiny podzemnej vody v studni SF-1,
- vo výškopisnom a polohopisnom zameraní miest merania hladín povrchových a podzemných vôd,
- zabezpečení údajov o čerpaných množstvách podzemných vôd zo studní Bekaertu, ako aj o hladinách podzemných vôd v týchto studniach,
- v zabezpečení denných zmien vodných stavov na Váhu vodomerná stanica Váh – Hlohovec (most),
- v zabezpečení podkladov o kvalite podzemnej vody odčerpávanej zo studne SF-1.

Geologická úloha bola riešená v zmysle projektu bez zmien

4 Charakteristika prírodných pomerov skúmaného územia

4.1 Geomorfologická charakteristika

Naším bezprostredným záujmovým územím je spoločné vodárenské územie spoločnosti Bekaert a Saneca. Toto územie sa nachádza severne od železničného mosta cez Váh na sever až do vzdialenosti cca 500 m. Jeho šírka je cca 200 m, jeho západnú hranicu tvorí Váh a východnú tvorí územie tesne pri vzdušnej strane povodňovej hrádze Váhu, kde sú 2 studne Bekaertu D-1 a D-2.

Podľa regionálneho geomorfologického členenia (Mazúr, Lukniš, 1980) je záujmové územie súčasťou Dolnovážskej nivy, nachádza sa na jej ľavej strane. Z východnej strany hraničí z Považským Inovcom a Nitrianskou pahorkatinou. Ich hranica prebieha zhruba pozdĺž železničnej trate Leopoldov – Nitra. Túto hranicu tvorí terénna zníženina, ktorej dnom preteká odvodňovací kanál, zaústený do štrkoviska severne od studne D-4. Šírka údolnej nivy je cca 1000 m, avšak južne od železničného mosta sa zužuje na cca 200 m – nivu tu zvierá výbežok beladického súvrstvia Nitrianskej pahorkatiny, severne od vodárenského územia nivu zužuje Považský Inovec na cca 500 m.

4.2 Klimatická charakteristika

Údolná niva Váhu pri Hlohovci patrí do klimatického okrsku T2, čo je okrsk suchý, teplý s miernou zimou. Priemerný ročný úhrn zrážok je okolo 550 mm a priemerná ročná aktuálna

evapotranspirácia je tiež okolo 500 mm. Teda zrážkové vody sa môžu podieľať na tvorbe množstiev podzemných vôd len v malej miere.

Priemerná ročná teplota vzduchu v Hlohovci je 9,5 °C.

Všetky vyššie uvedené údaje sú prevzaté z Atlasu krajiny SR (2002).

4.3 Hydrologické pomery

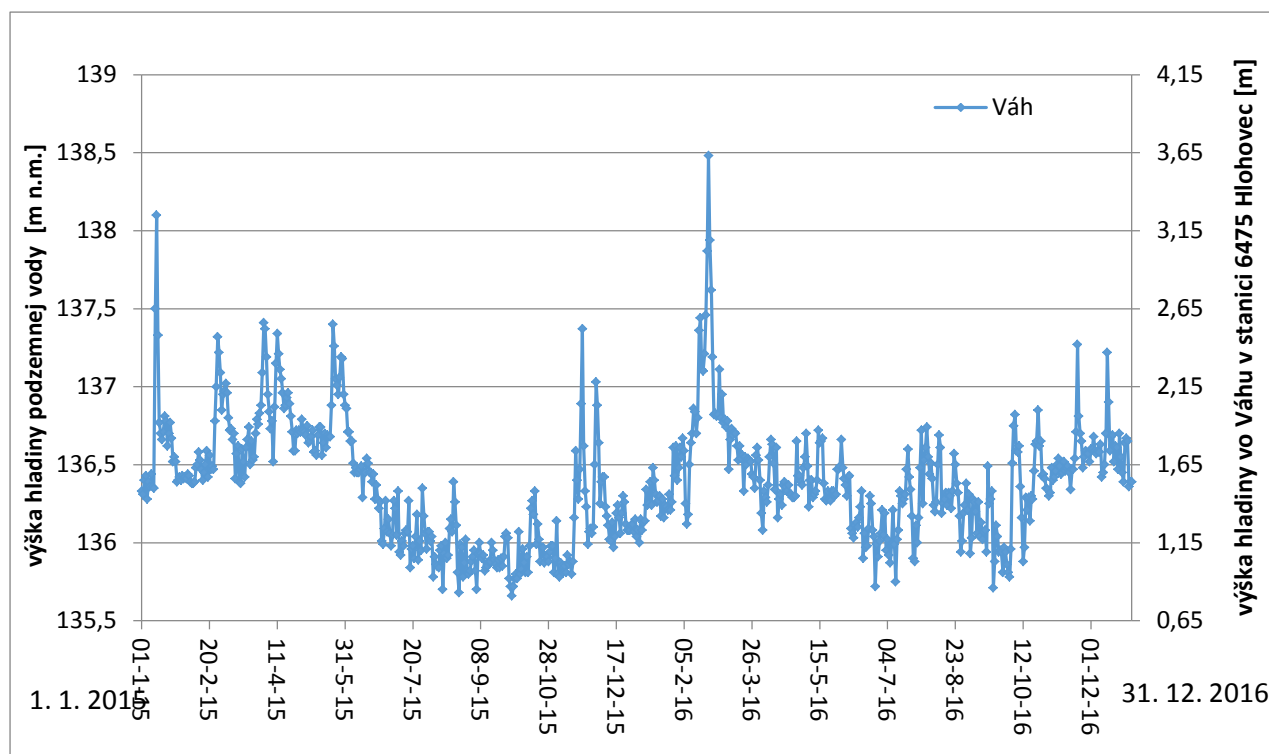
Hydrologický režim Váhu pri Hlohovci nie je prirodzený. Je ovplyvňovaný prevádzkou vodného diela Drahovce – Madunice. Hlavným objektom vodného diela z nášho pohľadu je hať v Drahovciach. V nej nazhromaždená voda je usmerňovaná prírodným (derivačným) kanálom k vodnej elektrárni Madunice na energetické spracovanie. Z elektrárne ide voda do odpadového kanála, ktorý sa spája so starým korytom Váhu pri severnom okraji Hlohovca.

Do starého koryta sa vypúšťa minimálne $6 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ vody a nadbytok kapacity derivačného kanála, ktorá je $300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. V odpadovom kanáli sa prietok neustále mení podľa požiadaviek na výrobu elektrickej energie. Pod sútokom starého koryta Váhu s kanálom je na moste cez Váh vodočet. Na ňom namerané priemerné mesačné vodné stavy za roky 2015 a 2016 sú uvedené v tabuľke č. 1.

Tabuľka č.1 : Priemerné mesačné vodné stavy podľa SHMÚ na Váhu v rokoch 2015 a 2016 (v m n. m.)- vodomerná stanica 6475

Mesiac	2015	2016
Január	136,62	136,26
Február	136,57	136,95
Marec	136,69	136,62
Apríl	136,90	136,36
Máj	136,81	136,42
Jún	136,42	136,14
Júl	136,05	136,17
August	135,94	136,35
September	135,89	136,07
Október	135,94	136,36
November	136,12	136,53
December	136,23	136,60

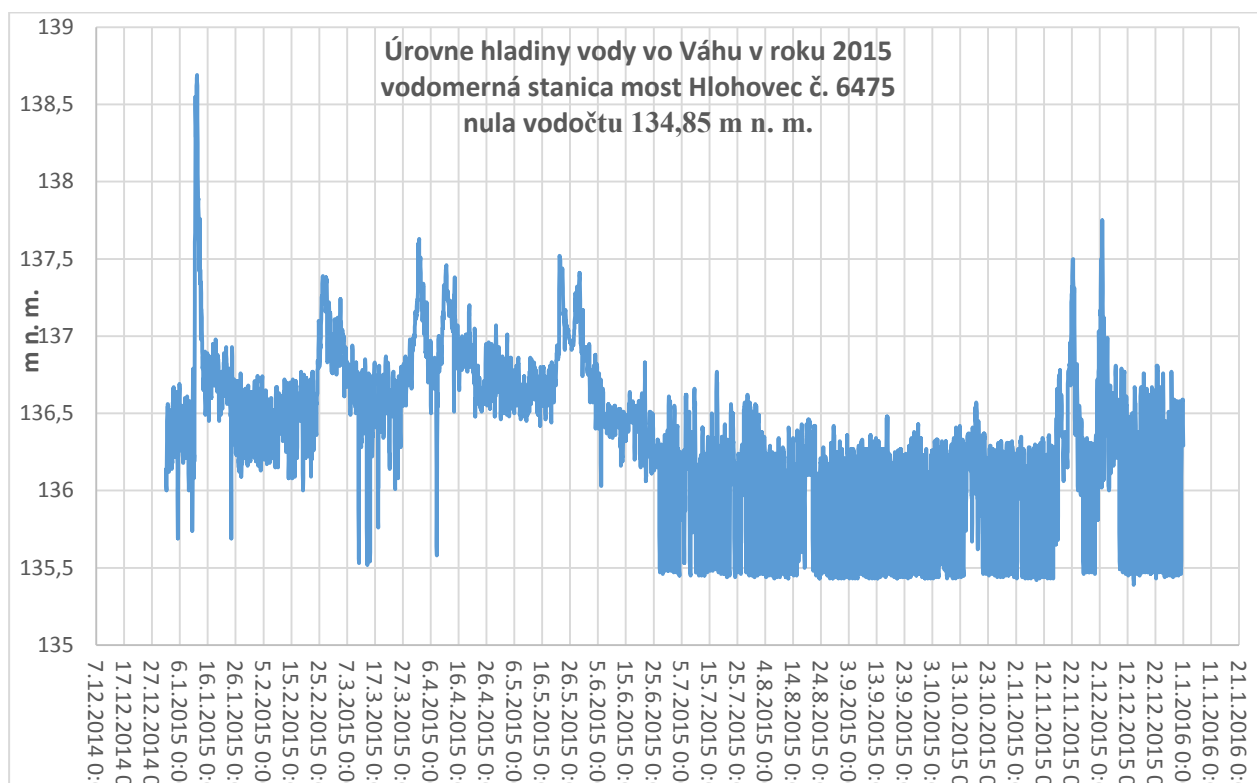
Priemerné denné vodné stavy vykazujú väčšie rozdiely (viď. obr. č.1).



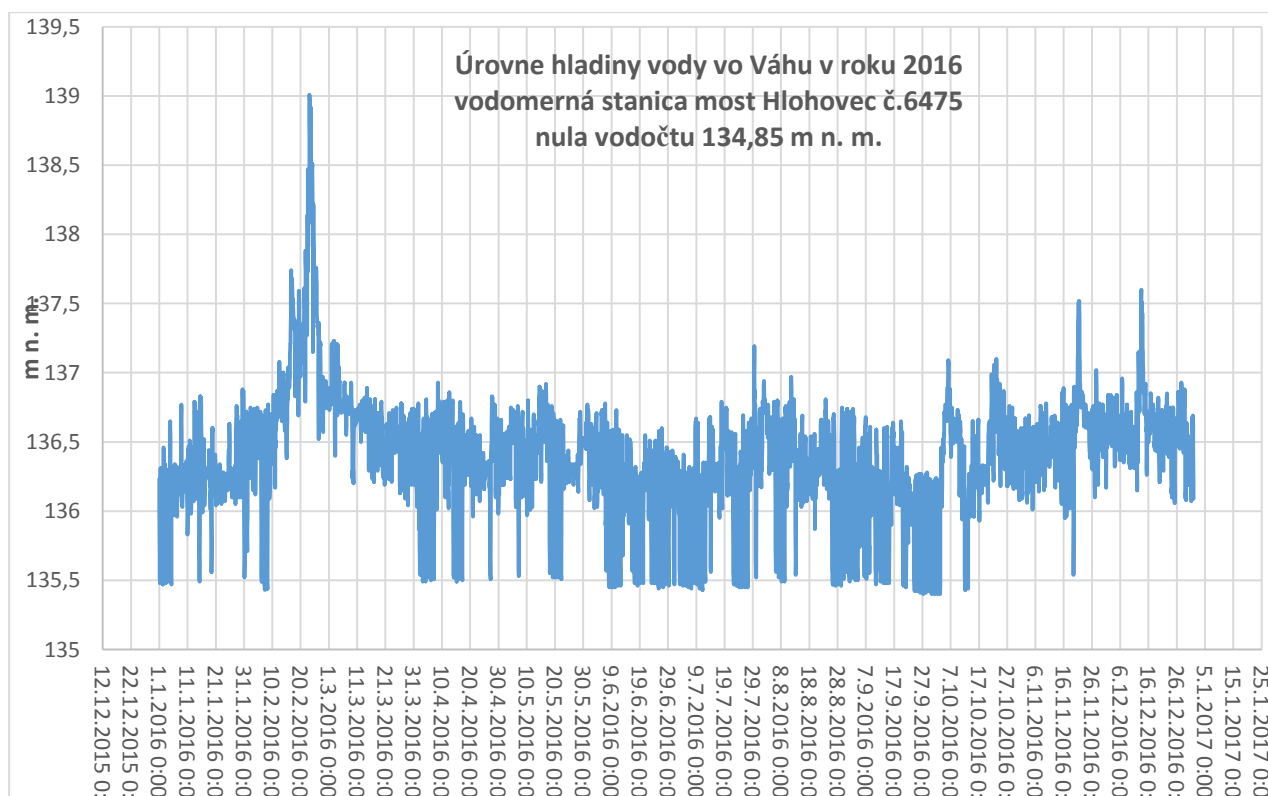
Obr. č.1: Hladina vody vo Váhu v stanici 6475 (most Hlohovec) v období 1. 1. 2015 – 31. 12. 2016 (Váh – priemerné denné stavy)- podklady z SHMÚ Bratislava

V skutočnosti vodné stavy sa niekedy aj niekoľkokrát denne menia a rozdiel medzi denným minimálnym a maximálnym vodným stavom je 1 – 2 i viac metrov. Podrobnejšie sa touto problematikou zaoberáme pri výpočte využiteľného množstva podzemných vôd. Môžeme to vidieť aj z obrázkov č. 2.1 a č.2.2, kde sú vynesené úrovne hladín vody vo Váhu za roky 2015 a 2016.

Výška hladiny vody vo Váhu z vodomernej stanice č. 6475 sa meria každých 15 minút.



Obr. č.2.1 : Úrovně hladiny vody vo Váhu v roku 2015



Obr. č.2.2 : Úrovně hladiny vo Váhu v roku 2016

4.4 Geologická charakteristika

Údolná niva Váhu je vyplnená riečnymi naplaveninami zloženými z podložných piesčitých štrkov o hrúbke niekoľko metrov a nadložných náplavových hĺn, ktorých hrúbka je 1 – 3 m, resp. i chýbajú ako je to napríklad v okolí studne SF-1, kde sú nahradené navážkou.

Na východe údolná niva hraničí s Považským Inovcom, ktorý tu je budovaný kremencami, vápencami a grandioritmi (Ivanička a kol., 2007). Považský Inovec niekoľko 100 m severne od trate Leopoldov – Nitra končí a prekrytý je volkovským súvrstvom, ktoré južnejšie od železničnej trate hraničí s beladickým súvrstvom.

Charakteristickou črtou volkovského súvrstvia je výraznejšie zastúpenie pieskov resp. i drobných piesčitých štrkov nad ílmi. V beladickom súvrství je to naopak.

Volkovské súvrstvie má hrúbku cca 100 m. Uložené je s miernym sklonom k východu. Vyplňuje depresiu medzi Inovcom a beladickým súvrstvom – široká je niekoľko 100 m (v jej rozsahu sa nachádzajú priemyselné areály Bekaertu a Saneca).

Styk beladického súvrstvia s volkovským je tektonický. Beladické súvrstvie tvorí výraznú morfológickú vyvýšeninu, ktorá siaha až k Váhu, kde zužuje šírku ľavostrannej časti údolnej nivy Váhu na cca 200 m.

V podloží kvartérnych uloženín ľavostrannej časti údolnej nivy Váhu v rozsahu spoločného vodárenského územia sú vrchnoneogénne piesky a íly, resp. i kremeť pieskovce. Piesky prevládajú v južnej a severnej časti spoločného vodárenského územia a íly v strednej.

4.5 Hydrogeologické pomery

4.5.1 Hydrogeologická preskúmanosť

Spoločné vodárenské územie bolo v minulosti podrobne skúmané z hľadiska enormných požiadaviek vtedajších dvoch štátnych podnikov Drôtovne a Slovakofarmy na zabezpečenie množstiev vôd potrebných k ich prevádzke. Na druhej strane, ľavá strana údolnej nivy Váhu zaberá len zanedbateľnú časť hydrogeologického rajónu Q 048 a preto z regionálneho hľadiska sa hydrogeológii tohto územia venovala len malá pozornosť. V širšom okolí spoločného vodárenského územia bolo realizovaných niekoľko hydrogeologických prieskumov, ktorých cieľom bolo zabezpečiť malokapacitné vodárenské zdroje pre lokálnych odberateľov a zisťovanie rozsahu znečistenia podzemných vôd.

Prvým významným hydrogeologickým prieskumom bol prieskum pre zabezpečenie vodárenského zdroja Slovakofarmy spúšťanou studňou SF-1, ktorá sa nachádza severne od železničného mosta cez Váh. Kamenický (1962) vyhodnotil čerpací pokus na studni SF-1 okolo ktorej mal vybudovaných 10 pozorovacích sond. Ako pozorovacie sondy slúžili aj už vtedy fungujúce širokoprilové spúšťacie studne Drôtovne č. 1 a č. 2, ktoré budeme označovať D-1 a D-2.

Počas čerpacej skúšky sa zo studne SF-1 odčerpávalo 33,0, 66,0 a 103,0 l.s⁻¹ podzemnej vody. Čerpacia skúška bola ovplyvnená kolísaním hladiny podzemnej vody vo Váhu. I napriek tomu Kamenický (1962) zistil, že pri výdatnostiach 33 a 66 l.s⁻¹ neboli ovplyvnené studne D-1 a D-2 a to ani pri najnižších stavoch hladín vody vo Váhu. Až pri výdatnosti 103 l.s⁻¹ prišlo k ovplyvneniu hladín podzemnej vody vo využívaných studniach D-1 a D-2 a to pri extrémne zníženej hladine vody vo Váhu. Studňa D-1 bola vtedy ovplyvnená výrazne a studňa D-2 slabo.

Kamenický (1962) odporučil zo studne SF-1 odoberať 56 l.s⁻¹, pričom zdokumentoval, že týmto odberom nie je narušený odber vody zo studne D-1 a D-2 ani pri najnižších zaznamenaných stavoch hladín vo Váhu.

Po realizácii tohto prieskumu sa pri SF-1 vybudovali dve širokoprofilové spúšťané studne (presný dátum nie je uvedený). Podzemná voda sa z nich čerpala násoskami do SF-1. Studňu, ktorá sa nachádza severne od SF-1 sme označili ako NS-S a ktorá sa nachádza južne NS-J. Výdatnosti týchto studní resp. spoločná výdatnosť SF-1, NS-S a NS-J sa neoverovala - nezisťovala. Až Jalč (1983) ich výdatnosti zahrnul do ním stanovených celkových množstiev vôd, ktoré sa mali odčerpávať Slovakofarmou. Nehodnotil a ani nezohľadňoval, pritom odčerpávané množstvá podzemných vôd prostredníctvom studni Drôtovne. Jalč (1983) zdokumentoval, že na báze kvartérneho fluviálneho súvrstvia sú prevažne svetlošedé stredno až hrubozrnné kremeťové piesky so štrkom. Smerom k stropu súvrstvia tieto frakcie vytláča frakcia hrubozrnná vo forme štrkov a v strope súvrstvia sa vyskytujú balvanité štrky, ktorých rozmery dosahujú až 25x30 cm.

Na hydrogeologických prieskumných vrtoch HG-1 až HG-5 realizoval samostatné hydrodynamické skúšky – z nich vypočítal koeficienty filtrácie zvodnenej vrstvy podľa Dupuita a Forchheimera. Uvádzame len tie, ktoré sú vypočítané podľa Forchheimera pretože tie vychádzajú z reálnej hydraulikkej situácie na lokalite (vrty v blízkosti rieky – zrkadlové zobrazenie). Tieto koeficienty pre jednotlivé vrty sú uvedené v tabuľke č. 2.

Vrty HG-1 až HG-4 sú vybudované pozdĺž Váhu severne a južne od SF-1.

Tabuľka č.2. Koeficienty filtrácie zvodnených fluviálnych sedimentov na ľavej strane Váhu vo vodárenskom území bývalej Slovakofarmy. Výpočet podľa Forchheimera – Jalč (1983)

Vrt. č.	Koeficient filtrácie m.s ⁻¹
HG-1	0,00153
HG-2	0,00118
HG-3	0,00151
HG-4	0,0342
HG-5	0,0441

Po samostatných čerpacích skúškach nasledovala spoločná čerpacia skúška, ktorá bola tiež ovplyvnená neustálym kolísaním hladiny vody vo Váhu a nekontinuálnym odčerpávaním podzemnej vody zo studni Slovakofarmy v množstvách 35 až 85 l.s⁻¹ a Drôtovne.

Jalč (1983) z vrtov HG-1 až HG-5 odporučil odoberať 49 l.s^{-1} a zo studni Slovakofarmy 62 l.s^{-1} – spolu teda 111 l.s^{-1} . Spoločná čerpacia skúška prebehla za nízkych stavov povrchových a podzemných vôd. Z tohto pohľadu odporučený odber by mal byť reálny, avšak ním vypočítané množstvá vôd neboli odsúhlasené vodohospodárskym orgánom.

Pri studniach Drôtovne D-3 a D-4, ktoré sa nachádzajú pri Váhu severne od SF-1, Hýrošová (1964 in Valušiak 1961) realizovala hydrogeologický prieskum s cieľom zistiť aké množstvo podzemných vôd môže skúmané územie trvale poskytovať pre Drôtovňu a zároveň aj posúdiť vplyv odberu podzemnej vody z tohto územia na odber podzemnej vody zo studní Slovakofarmy. Ani jeden z týchto cieľov nebola Hýrošová (1964 in Valušiak, 1967) schopná splniť. Napriek tomu Vodné zdroje Bratislava v tomto území vybudovali dva širokoprofilové vrty H-1 a H-2.

Hydrogeologické širokoprofilové vrty H-1 a H-2 (Valušiak J., 1968) boli vyvŕtané do hĺbky 10,4 m a 10,0 m, pričom H-1 skončil v nepriepustnom podloží v íloch a vrt H-2 v pieskoch strednozrnných s ílovou prímiesou. Čerpacími skúškami sa overila veľmi dobrá priepustnosť navŕtaných fluviaálnych pieskov a piesčitých štrkov – ich koeficient filtrácie pri H-1 je $3,68 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ a pri H-2 - $1,61 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$. Tomu zodpovedajú aj vysoké výdatnosti vrtov:

H-1 – $26,6 \text{ l.s}^{-1}$ – pri znížení hladiny o 0,8 m

H-2 – $10,8 \text{ l.s}^{-1}$ – pri znížení hladiny o 0,48 m.

Východne od spoločného vodárenského územia boli realizované tieto lokálne hydrogeologické práce :

V areáli kasární VÚ 9149, ktoré sa nachádzajú 400 m východne od studne Bekaertu je širokoprofilová železobetónová studňa HH-1, priemeru 2000 mm a hĺbky 14,5 m s ustálenou hladinou podzemnej vody v hĺbke 11 m pod terénom. Odmerný bod hladiny podzemnej vody nebol výškovo a ani polohovo zameraný. Čerpaciu skúšku na tejto studni vyhodnotil Šopinec (1986). Na základe nej k trvalému odberu doporučil odčerpávať 10 l.s^{-1} . Tejto výdatnosti zodpovedalo zníženie hladiny podzemnej vody o 0,54 m. Na základe poznatkov o hydrogeologických pomeroch tohto územia predpokladáme, že studňa zachytáva podzemnú vodu kvartérnych fluviaálnych piesčitých štrkov. Uvedená výdatnosť a zníženie hladiny podzemnej vody v studni poukazujú na vysokú priepustnosť piesčitých štrkov. V podzemnej vode bol vysoký obsah dusičnanov, oživená bola koliformnými a psychotrofilnými baktériami. Ostatné ukazovatele kvality pitnej vody boli v súlade s vtedy platnou ČSN 73 111. V podzemnej vode bol obsah Ca^{++} - $128,88 \text{ mg.l}^{-1}$, Mg^{++} - $39,05 - 40,8 \text{ mg.l}^{-1}$, chloridov $32,8 - 54,0 \text{ mg.l}^{-1}$, síranov $98,6 - 161,7 \text{ mg.l}^{-1}$ (počas čerpacej skúšky bol zaznamenaný klesajúci trend SO_4^{--}) hydrogenuhličitánov bolo $414,9 - 421,0 \text{ mg.l}^{-1}$.

Severovýchodne od tejto studne vo vzdialenosti cca 450 m je hydrogeologický prieskumný širokoprofilový vrt HH-3, ktorý vyhodnotil Lauko (1985). Vrt bol budovaný ako vodný zdroj pre pivovar. V mieste vrtu sú do 8 m jemnopiesčité hliny a pod nimi až do 26,5 m (cca 125 m n. m.) sú štrky hrubé piesčité, uložené sú na íle pevnom sivej farby. Narazená hladina podzemnej vody bola v hĺbke 12 m (cca 139,5 m n. m.). Čerpacou skúškou sa overila veľmi dobrá priepustnosť navŕtaných piesčitých štrkov – pri výdatnosti vrtu 11 l.s^{-1} hladina podzemnej vody poklesla len o 0,39 – 0,48 m. Z týchto hodnôt bol vypočítaný koeficient filtrácie $9,37 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$.

Podzemná voda bola značne mineralizovaná 996,56 – 1 016,3 mg.l⁻¹ s pH 6,75 – 6,8. Mala vysoký obsah dusičnanov 78 – 98 mg.l⁻¹, Cl⁻ - 49,8 – 56,8 mg.l⁻¹, síranov 186 – 206,2 mg.l⁻¹, Ca⁺⁺ 138,0 mg.l⁻¹, Mg 45 – 48 mg.l⁻¹. Podzemná voda nevyhovovala požiadavkám na pitnú vodu. Doporučený odber bol stanovený na 10 l.s⁻¹ pri znížení hladiny podzemnej vody o 0,45 m. Hladina podzemnej pred čerpacou skúškou bola v hĺbke cca 13 m od povrchu terénu (cca 138,5 m n. m.) – teda bola len o niečo vyššie než pri Váhu.

Pred realizáciou vrtu HH-3 boli pre pivovar odvrtné dva vrty HVN-1 (Jalč, 1969) a HH-2. Vrt HVN-1, hoci sa nachádza len 50 m východnejšie od vrtu HH-3 mal úplne iný litologický profil. Do 14,0 m boli navŕtané hliny a do 15,9 m piesčité štrky, ktoré boli uložené na ílovitom súvrství s rôznym stupňom piesčitosti. V intervale 35 – 47,0 m bol vrt hĺbený v úlomkoch až balvanoch kryštalických hornín a silne zvetralých vápencoch s ílovým tmelom. Vrtom sa zachytila len podzemná voda piesčitých štrkov, avšak pre ich nízku priepustnosť a hrúbku, výdatnosť vrtu bola len 0,11 l.s⁻¹ pri znížení hladiny podzemnej vody z 4,8 m na 8,4 m pod terén. Podzemná voda nevyhovovala ČSN 830 611 pre pitné vody.

Vrt HH-2 bol vŕtaný tiež pre pivovar a od vrtu HVN-1 sa nachádza severne vo vzdialenosti cca 50 m. Má od neho úplne odlišný litologický profil – podobný je litologickému profilu vrtu HH-3. Sprašové hliny boli do hĺbky 8 m a piesčité štrky do 27 m. Výdatnosť vrtu bola 7,2 l.s⁻¹ pri znížení hladiny podzemnej vody z pôvodnej 12,5 m na 17,5 m. Podzemná voda svojou kvalitou vyhovovala vtedajšej ČSN pre pitné účely.

Lauko (1984) vyhodnotil čerpaciu skúšku na kopanej studni hlbokej 7,5 m priemeru 2 m, ktorú označil JS-1 a ktorá sa nachádza v areáli bývalého závodu Mier. Hladina podzemnej vody pred čerpacou skúškou bola v hĺbke 6,94 m od terénu; pri odčerpávaní podzemnej vody v množstve 5,55 – 5,71 l.s⁻¹ jej hladina klesla len o 0,16 – 0,2 m – to svedčí o veľmi dobrej priepustnosti štrkov v ktorých je studňa vyhlbená. Podzemná voda niesla znaky antropogenného znečistenia, mala zvýšené koncentrácie SO²⁻ - 128 – 142 mg.l⁻¹, Cl⁻ - 259 – 340,9 mg.l⁻¹, obsah dusičnanov bol len 19,6 mg.l⁻¹. Zaradená bola k prechodnému kalcium - sulfátovo – hydrogenuhličitanovému typu podzemných vôd.

Juhovýchodne od vodárenského územia sú priemyselné areáli Bekaertu a Saneca. V podloží týchto areálov je prvý zvodnený horizont znečistený organickými látkami ktoré sa používali alebo aj používajú vo výrobnom procese oboch spoločností.

V podloží areálu Bekaert sú podzemné vody prvého zvodneného horizontu znečistené chlórovanými uhl'ovodíkmi. Šujan (1999) preukázal, že prichádza postupne k poklesu koncentrácie týchto organických látok v podzemnej vode v dôsledku prirodzených procesov. Odporučil monitorovanie tohto prírodného procesu prostredníctvom monitorovacích sond.

V areáloch Bekaertu a Saneca boli v minulosti vyvŕtané hlboké vrty s cieľom získať pitnú resp. nekontaminovanú vodu. Jalč (1982) vyhodnotil vrty HGH-1 a HGH-2, ktoré sa nachádzajú vo východnej časti areálu Saneca. Vrty boli vyvŕtané vo volkovskom súvrství pliocenného veku v ktorom na danej lokalite prevládajú piesčité a štrkovité polohy nad ílmi. Hladina podzemnej vody s tlakovým režimom sa ustálila v úrovni 141 m n. m. Machmerová, (1986), vyhodnotila 118 m hlboký vrt, ktorý sa nachádza v strednej časti areálu Bekaertu. Vrt bol tiež vyvŕtaný vo volkovskom súvrství s významným zastúpením štrkovitých a piesčitých polôh. Ustálená hladina podzemnej vody bola tiež v úrovni 141 m n. m.

4.5.2 Hydrogeologické pomery záujmového územia a jeho širšieho okolia

Ľavobrežie Váhu v rozsahu spoločného vodárenského územia a jeho širšieho okolia je súčasťou rozsiahleho hydrogeologického rajónu Q 048 Kvartér Váhu v Podunajskej nížine na sever od čiar Palárikovo – Galanta. Nachádza sa na jeho východnom okraji v jeho strednej časti. Záujmové územie, ktoré môže ovplyvniť výdatnosť vodných zdrojov Bekaertu a Saneca je oproti rozsahu rajónu plošne zanedbateľné – má plochu do cca 2 km², plocha rajónu je 539 km², avšak má významné zásoby podzemných vôd (viď. prílohu č.2).

Na východe sa nami popisovaná časť hydrogeologického rajónu Q 048 styka s juhozápadným ukončením hydrogeologického rajónu MG 047 Mezozoikum strednej a južnej časti Považského Inovca. Pod juhozápadným ukončením Považského Inovca sa rajón Q 048 styka s hydrogeologickým rajónom NQ 071 Neogén Nitrianskej pahorkatiny.

Piesčité štrky a piesky kvartérneho veku popisovanej časti hydrogeologického rajónu Q 048 majú hrúbku 7 – 14 m, sú zvodnené a veľmi dobre priepustné – ich koeficient filtrácie je medzi 0,041 m.s⁻¹ (Jalč, 1983) – južná časť vodárenského územia a 0,001 m.s⁻¹ (Valušiak, 1967) – severná časť. Kvartérne fluválne priepustné horninové prostredie sa vyznačuje vertikálnou a horizontálnou nehomogenitou. Vysokopriepustné polohy sa striedajú so stredne i menej priepustnými polohami, avšak vysokopriepustné polohy prevládajú. Menej priepustné polohy sú napríklad na spodku fluválneho kvartéru v južnej časti vodárenského územia, kde piesčité štrky obsahujú aj ílovú prímes, ktorá ich priepustnosť znižuje. Tak isto piesčité vložky resp. polohy, majú rádovo nižšiu priepustnosť – vyskytujú sa v strede a na dne kvartérneho fluválu v strednej časti vodárenského územia (viď. grafické prílohy č.3.1 – 3.3).

Kvartérne fluválne súvrstvie je v rozsahu ľavostrannej údolnej nivy uložené na neogénnych sedimentoch plošne rozličného litologického zloženia – predpokladáme, že sa jedná o súvrstvie vrchného neogénu zložené z ílov, piesčitých ílov a pieskov. Piesky sa vyskytujú pod fluválnymi sedimentami v južnej a severnej časti vodárenského územia a rozšírené sú až k západnej časti areálu Saneca. S kvartérnymi fluválnymi dobre priepustnými polohami vytvárajú spoločnú zvodnenú vrstvu – zväčšujú ich hrúbku o do cca 5 m. Je pochopiteľné, že sú menej priepustné – ich koeficient filtrácie v záujmovom území nikto nestanovoval, avšak môže byť cca 1.10⁻⁵ m.s⁻¹. Ich nepriepustným podloží sú neogénne íly a piesčité íly. Tieto íly v hlbších polohách obsahujú piesčité polohy, ich hrúbka je cca 1 – 3 m, nachádzajú sa niekoľko desiatok metrov pod vyššie uvedenou piesčitou polohou v podloží kvartéru.

V nadloží kvartérnych piesčitých štrkov sú v rozsahu vodárenského územia humusové piesčité hliny o hrúbke 1,0 – 3,0 m, resp. chýbajú a to v miestach kde je navážka. Navážky sú v južnej časti záujmového územia – sú v miestach bývalej nekontrolovanej ťažby štrkov a ich hrúbka je cca 2 – 5 m.

Bočné obmedzenie fluválnych piesčitých štrkov zo západnej strany vytvára rieka Váh, ktorá je zvodnenej vrstve jednoznačne okrajovou podmienkou $H = \text{const.}$ Neustála zmena prietokov a pomerne veľký spád hladiny vody vo Váhu zabraňujú kolmatácii koryta rieky a preto vzťah povrchových a podzemných vôd je bezprostredný a vzájomná reakcia hladiny podzemnej vody a Váhu je okamžitá. Z východnej strany bočné obmedzenie zvodnenej vrstvy v rozsahu Považského Inovca tvoria granodiority, kremence a vápence s dolomitami. Granodiority a kremence môžu mať puklinovú priepustnosť. Takú istú resp.

i krasovú môžu vápence. Vzhľadom na malý plošný rozsah vyššie uvedených hornín môžu tieto ovplyvniť režim podzemnej vody fluvialných piesčitých štrkov len v malej miere.

Južne od Považského Inovca kvartérne piesčité štrky majú bočné obmedzenie buď pieskami beladického súvrstvia alebo pieskami a štrkami volkovského súvrstvia. Všetky tieto tri vekovo rozdielne priepustné horniny vytvárajú spoločnú zvodnenú vrstvu s rozdielnymi hydraulickými vlastnosťami. Pôvod podzemnej vody v nich je v infiltrácii zrážkových vôd.

Prirodzený režim podzemnej vody na tejto lokalite nebol sledovaný. Od výstavby vodného diela Madunice je ovplyvňovaný neustálou zmenou prietokov a teda aj vodných stavov na Váhu – tie sa menia denne a rozkyv dosahuje aj cez 2 m. Od začiatku využívania vodárenských zdrojov sa situácia v režime skomplikovala o časovo premenlivý odber podzemnej vody. Napríklad zo studne Slovakofarmy SF-1 sa podzemná voda odoberá 3 - 6x denne, vždy dlhšie ako cca 42 minút v priemernom množstve okolo $96,67 \text{ l.s}^{-1}$. Prestávky medzi odčerpávaním podzemnej vody sú 4 až 8 hodín v závislosti od dňa v týždni a potreby vody. V minulosti tento odber bol podstatne vyšší ako dnes – podzemná voda v uvedenom množstve sa odčerpávala dlhšie. Tento odber krátkodobo znižuje hladinu podzemnej vody v okolí využívanej studne, avšak vzhľadom na neustále premenlivý vplyv Váhu neovplyvňuje významne ani zásoby a ani hladiny podzemnej vody v širšom okolí SF-1. Je to spôsobené tým, že pri stúpnutí hladiny vody do Váhu o cca 1 m do vodárenského územia priteká cca :

$$Q = k \cdot F \cdot I \text{ (m}^3\text{.s)}$$

$$Q = 0,0165 \cdot 3\,200 \text{ m}^2 \cdot 0,010 = 528 \text{ l.s}^{-1}$$

$$k = \text{priemerný koeficient filtrácie HG-1 až HG-5 } 0,0165 \text{ m.s}^{-1}$$

F = prietočná plocha na 400 m brehovej čiary násobená minimálnou hrúbkou zvodnenej vrstvy 8 m

I = spád hladiny podzemnej vody – vplyv vzostupu hladiny Váhu na vzostup hladiny podzemnej vody do vzdialenosti cca 100 m = 0,01

Pri stúpnutí hladiny vody vo Váhu, riečna voda infiltruje do zvodnenej vrstvy a jej malú časť odoberajú exploatačné studne.

Pri poklese hladiny vody vo Váhu využívané studne pri Váhu zase odoberajú malú časť podzemnej vody, ktorá je drénovaná touto riekou.

Podľa pozorovaní Kamenického (1962), výrazný vplyv meniacich sa úrovní hladín vo Váhu na výšku hladiny podzemnej vody môže siahať do vzdialenosti cca 100 m od Váhu a teda významne a bezprostredne neovplyvňuje hladinu podzemnej vody v studniach Bekaertu D-1 a D-2.

Podzemná voda pri Váhu prúdi v závislosti od hladiny vody v tejto rieke buď do územia t. j. k východu alebo do rieky t. j. k západu. Tento smer prúdenia podzemnej vody je komplikovaný odbermi vôd. Na východnom okraji údolnej nivy (ďalej od spoločného vodárenského územia) predpokladáme smer prúdenia podzemnej vody od severu k juhu s drenážnym účinkom Váhu medzi okrajom Nitrianskej pahorkatiny a územím južne od využívanej studne SF-1. V tomto území je situácia v prúdení podzemnej vody skomplikovaná aj v prítokmi podzemnej vody z volkovského súvrstvia, ktoré sa nachádza pod areálmi Bekaertu a Saneca – smer prúdenia podzemnej vody v tomto súvrství je trvale od východu

k západu – táto podzemná voda je drénovaná piesčitými štrkami údolnej nivy Váhu – pri železničnom moste cez Váh.

5 Postup riešenia geologickej úlohy

5.1 Metodika, postupová časová náväznosť realizovaných prác

Výpočet množstva podzemnej vody vychádzal z týchto skutočností :

- Vodný zdroj bol vybudovaný v dávnej minulosti a počas jeho využívania sa menilo aj množstvo odoberanej vody – do 20 l.s^{-1} .
- Vodný zdroj pozostáva zo zbernej studne s prítokom podzemnej vody cez dno a z dvoch násoskových studní.
- Súčasný odber podzemnej vody je $6,67 - 15,47 \text{ l.s}^{-1}$, s tým, že podzemná voda sa odoberá len z zbernej studne,
- Majiteľ studne Saneca Pharmaceuticals má pre budúcnosť odoberať zo studne len v priemere 15 l.s^{-1} .
- V zbernej studni je veľmi výkonné čerpadlo, ktoré krátkodobo niekoľkokrát denne odčerpáva podzemnú vodu a tlačí ju do vodojemu v priemernom množstve $96,7 \text{ l.s}^{-1}$,
- Množstvo čerpanej vody sa mení v závislosti od odberu vody z potrubia do spotrebiska a od výšky hladiny vody vo vodojeme.
- Vodný zdroj je vybudovaný na brehu Váhu, kde sa neustále mení výška hladiny vody vplyvom prevádzky vodného diela Madunice.
- V blízkosti vodného zdroja Saneca je vodný zdroj pre spoločnosť Bekaert, ktorý prerušovane odčerpáva podzemnú vodu prostredníctvom 4 studní v priemernom množstve $22,2 \text{ l.s}^{-1}$, ktoré zachytávajú podzemnú vodu toho istého vodného horizontu ako studňa spoločnosti Saneca.

V týchto zložitých podmienkach sme metodiku realizovaných prác zvolili nasledovne :

- Spoločnosť Saneca si v novembri 2016 zabezpečil priemerný výhľadový odber podzemnej vody v množstve 15 l.s^{-1} .
- Počas odberu vody sledovali priemernú výdatnosť čerpadla, časový a priestorový priebeh hladiny podzemnej v studni a násoskových studniach.
- Minimálnu hladinu podzemnej vody sme stanovili z režimových pozorovaní hladiny vody vo Váhu vztiahnutých na územie vodárenského zdroja.
- Vplyv vodného zdroja spoločnosti Saneca na studne spoločnosti Bekaert sme riešili teoretickým výpočtom metódou zrkadlového zobrazenia a merania reakčného času zmien hladiny v násoskových studniach vplyvom odčerpávania zbernej studne Saneca.

Časová náväznosť prác spočívala v :

- štúdiu archívnych podkladov z Geofondu,
- štúdiu odberov podzemných vôd zo studní oboch spoločností, ako aj štúdium hladinových zmien v týchto studniach,

- štúdiu časových zmien hladín vo Váhu a ich vzťahnutie na vodárenské územie Saneca,
- meranie hladín a výdatnosti studní,
- odberoch a analýzách podzemných vôd,
- spracovaní všetkých získaných podkladov formou záverečnej správy.

5.2 Čerpacia skúška na studni SF-1 – november 2016

Pod čerpacou skúškou v tomto prípade rozumieme odčerpávanie podzemnej vody zo studne SF-1 v množstve a spôsobe, ktoré budú zodpovedať maximálnej reálnej spotrebe vody a potrebe vody v spoločnosti Saneca v budúcnosti, pričom povolené množstvo podzemnej vody určené k spotrebe sa vyjadrí sumárnym odberom za mesiac v m³.

Doba čerpacej skúšky bola 30 dní, celý november 2016.

Tento spôsob čerpacej skúšky sme zvolili z týchto dôvodov :

Zo studne SF-1 sa odčerpáva podzemná voda čerpadlom typu POLDER K-146 P-Z+NV 301/75 s parametrami Q 108 l.s⁻¹ a H-65 m. Odčerpávaná voda sa potrubím dopravuje do spotreby a nespotrebované množstvo vody sa dopravuje do vodojemu. Čerpadlo čerpá vodu dovtedy, pokiaľ voda vo vodojeme nedosiahne predpísanú úroveň – vypínaciu hladinu. Vzhľadom k tomu, že odber vody je premenlivý, premenlivý je i tlak v potrubí. Keďže čerpadlo je riadené frekvenčným meničom v závislosti od tlaku v potrubí, mení sa výkon čerpadla. Pri vysokej spotrebe vody je tlak v potrubí nízky a vtedy čerpadlo ide na plný výkon. Pri nízkej spotrebe výkon čerpadla je nižší.

Spotreba vody oproti čerpanému množstvu vody je výrazne nižšia a preto sa podzemná voda odčerpávala v novembri 2016 v 3 až 5 cykloch za deň, pričom doba jedného cyklu bola 44 až 60 minút. Celková doba odčerpávania podzemnej vody z SF-1 bola za deň. Údaje o odčerpávaných množstvách podzemných vôd zo studne SF-1 v novembri 2016 sú uvedené v tabuľke č. 3.

Tabuľka č.3 : Údaje o odčerpávaní vody zo studne SF-1 – november 2016

Dátum	Σ Q	PQ	NC	Σ T	1 CT
1.11.2016	1 230	14,2	4	212	53
2.11.2016	1 250	14,46	4	215	54
3.11.2016	1 460	16,90	4	252	63
4.11.2016	1 500	17,36	5	258	52
5.11.2016	1 250	14,46	4	215	54
6.11.2016	1 190	13,77	4	205	51
7.11.2016	1 320	15,28	4	227	57
8.11.2016	1 710	19,79	5	295	60
9.11.2016	1 740	20,10	5	300	60
10.11.2016	1 270	14,70	5	219	44
11.11.2016	1 670	19,33	5	288	58
12.11.2016	860	9,95	3	148	49

Dátum	ΣQ	PQ	NC	ΣT	1 CT
13.11.2016	1 230	14,24	4	212	53
14.11.2016	1 450	16,78	5	250	50
15.11.2016	1 240	14,35	4	214	53
16.11.2016	1 470	17,0	4	253	63
17.11.2016	1 240	14,35	4	214	53
18.11.2016	1 240	14,35	4	214	53
19.11.2016	830	9,60	3	143	48
20.11.2016	1 270	14,70	4	219	55
21.11.2016	1 530	17,70	5	264	53
22.11.2016	1 210	14,00	4	208	52
23.11.2016	1 340	15,51	4	231	58
24.11.2016	1 220	14,12	4	210	53
25.11.2016	1 240	14,35	4	214	53
26.11.2016	1 230	14,23	4	212	53
27.11.2016	910	10,53	3	157	52
28.11.2016	1 260	14,58	4	217	54
29.11.2016	1 230	14,23	4	212	53
30.11.2016	1 190	13,75	4	205	51
Mesiac	38 780	14,96	-	-	-

Vysvetlivky k tabuľke č.3 :

Celkové vyčerpané množstvo vody za deň ΣQ (m³)

Priemerné denné čerpané množstvo vody PQ (l.s⁻¹)

Počet cyklov odčerpávania studne na priemerný výkon čerpadla 0,0967 m³.s⁻¹ - NC

Celková doba odčerpávania podzemnej vody z SF-1 za deň ΣT (min.)

Dĺžka 1 čerpaceho cyklu 1CT (minúty)

Vyššie uvedený spôsob odčerpávania podzemnej vody zo studne SF-1 spôsobil cyklicky pokles hladiny podzemnej vody v studni a jej okolí, ktorý je ovplyvnený aj neustálym kolísaním hladiny vody vo Váhu. Tieto dva vplyvy sa integrujú a vytvárajú v rozdielnom čase zníženie hladiny vody v studni a jeho okolí (viď. prílohu č.5.1), pričom odčerpávanie podzemnej vody spôsobuje približne rovnaký pokles hladiny podzemnej vody v studni (0,8 – 1,20 m) a kolísanie hladiny vody vo Váhu spôsobuje rozdielnu úroveň hladiny podzemnej vody (viď. prílohu č.5.2 – 5.3).

Z príloh č.5.1 – 5.5 vidno, že odčerpávaním podzemných vôd zo studne SF-1 v množstvách uvedených v tabuľke č. 5, hladina podzemnej vody v tejto studni klesla na úrovne 136,95 – 138,02 m n. m. Tak veľmi rozdielny pokles hladiny bol spôsobený najmä zmenou vodných stavov na Váhu.

Hladina podzemnej vody po prerušení čerpania veľmi rýchle stúpala a to na úroveň 137,9 – 138,8 m n. m.

Z ročného režimového sledovania hladiny vody v exploatovanej studni SF-1 (viď. obr. č.1) vyplýva, že najnižšia hladina vody v nej v roku 2016 bola 3. 10. 2016, kedy boli nízke hladiny vody vo Váhu – stanica Hlohovec 135,4 – 136,25 m n. m., resp. pri SF-1 136,95 – 137,75 m n. m. (odhad). Táto najnižšia hladina v SF-1 v roku 2016 bola na úrovni 136,35 m n. m., pri odčerpávaní vody z nej v množstve 1 390 m³, čo pre denný priemer je 16,1 l.s⁻¹.

Minimálna hladina vody vo Váhu (vodomerná stanica) v roku 2016 na úrovni 135,4 m n. m., resp. 136,9 m n. m. (pri SF-1) je približne totožná s minimálnou hladinou vo Váhu v roku 2015 – 135,35 m n. m., resp. 136,93 m n. m. (pri SF-1 – vid'. obr. č. 2.1 a 2.2).

Tento poznatok nás oprávňuje stanoviť minimálnu hladinu podzemnej vody v studni SF-1 pri jej priemernej mesačnej výdatnosti 15 l.s^{-1} a denných zmenách výdatnosti studne do 22 l.s^{-1} na úroveň 135,73 m n. m., pretože zníženie hladiny vody v studni SF-1 sa pohybuje medzi 0,8 – 1,20 m a teda $136,93 - 1,20 = 135,73 \text{ m n. m.}$

Zaoberali sme sa aj vplyvom odčerpávania podzemnej vody zo SF-1 na hladinu vody v násoskových studniach juh NS-J a sever NS-S, ako aj na využívané studne Bekaertu D-1, D-2 a D-3. Studňa D-4 je mimo nášho záujmu pre veľkú vzdialenosť od SF-1.

Využívaný vodárenský zdroj SF-1 sa nachádza na ľavom brehu rieky Váh vo vzdialenosti cca 42,8 m od brehu rieky, pričom rieku považujeme za hranicu $H=\text{const.}$

Vplyv odčerpávania podzemnej vody z tohto zdroja na využívané studne Bekaertu a násoskové studne vypočítame podľa Mucha, Šestakov (1987 str. 236) ako vyvolané zníženie hladiny podzemnej vody v uvedených studniach – „s“.

$$s = \frac{Q}{2\pi T} \ln \frac{\rho}{r}$$

kde :

Q – je odčerpávané množstvo podzemnej vody zo studne SF-1. Podľa podkladov pracovníkov Saneca, podzemná voda sa z tohto zdroja odčerpáva 3 – 5x denne na priemernú výdatnosť $96,67 \text{ l.s}^{-1}$ a to po sumárnu dobu max. cca 5 hodín. V našich výpočtoch budeme uvažovať, že SF-1 sa od odčerpáva stále – je to konzervatívne riešenie, ktoré dáva väčšie ovplyvňovanie než je v skutočnosti.

T – koeficient prietochnosti zvodnenej vrstvy – $\text{m}^2.\text{s}^{-1}$ – pre každý výpočet je udaný podľa skutočných hodnôt koeficientov filtrácie a hrúbok zvodnenej vrstvy z podkladov Jalča (1983) a Valušia (1967). Hrúbka zvodnenej vrstvy H sa uvažuje pre minimálne stavy podzemných vôd o ktorých predpokladáme, že zodpovedajú často sa vyskytujúcim nízkym úrovniám hladín podzemných vôd v predmetnom vodárenskom území.

ρ – vzdialenosť studni Bekaertu a násoskových studní od zrkadlového obrazu studne SF-1

r – vzdialenosť studni Bekaertu a násoskových studní od studne SF-1

Vstupné údaje do výpočtov (vid'. aj obr. č.4)

SF-1 – násosková studňa sever (NS-S)

$k = 0,00205 \text{ m.s}^{-1}$ – priemer z HG-1 a HG-2

$H = 8,0 \text{ m}$

$T = 0,0164 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$

$\rho = 95,65 \text{ m}$

$r = 52,5 \text{ m}$

SF-1 – studňa D-3 (ST-3)

$$k = 0,00368 \text{ m.s}^{-1} - \text{podľa vrtu H-1}$$

$$H = 6,5 \text{ m}$$

$$T = 0,0247 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$$

$$\rho = 181,29 \text{ m}$$

$$r = 162,68 \text{ m}$$

SF-1 – násosková studňa juh (NS-J)

$$k = 0,0355 \text{ m.s}^{-1} - \text{podľa HG-4 a HG-5}$$

$$H = 7,5 \text{ m}$$

$$T = 0,266 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$$

$$\rho = 92,78 \text{ m}$$

$$r = 47,0 \text{ m}$$

SF-1 – studňa D.1(ST-1)

$$k = 0,041 \text{ m.s}^{-1}$$

$$H = 8,0 \text{ m}$$

$$T = 0,328 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$$

$$\rho = 284,53 \text{ m}$$

$$r = 226,66 \text{ m}$$

SF-1 – studňa D-2 (ST-2)

$$k = 0,00138 \text{ m.s}^{-1} - \text{priemer z vrtov HG-1 až HG-5 a H-1}$$

$$H = 8,0 \text{ m (odhad)}$$

$$T = 0,00944 \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$$

$$\rho = 182,84 \text{ m}$$

$$r = 102,84 \text{ m}$$

Výsledky výpočtov vplyvu odčerpávania podzemnej vody zo studne SF-1 na úroveň hladiny podzemnej vody (jej dodatkové zníženie) v studniach Bekaertu a násoskových studniach poukazujú na to, že tento vplyv sa prejaví v hodnote cca :

D-1 – 0,009 m

D-2 – 0,08 m

D-3 – 0,11 m

NS-S – 0,55 m

NS-J – 0,037 m

1. 2 až 3. 2. 2017 sme skúmali reakčné časy - reakciu poklesu hladiny vody v násoskových studniach na odčerpávané vody zo studne SF-1. Tieto reakčné časy boli pre NS-J - 4 – 6 minút a pre NS-S - 4 – 7 minút – vid'. prílohu č.6.

Teda prejav odčerpávania podzemnej vody zo studne SF-1 na začiatok poklesu hladiny vody v studniach Bekaert môže byť cca 10 – 15 minút. Ukončenie čerpania vody zo studne SF-1 sa v studni D-3 môže prejavíť tiež do 10 – 15 minút, avšak v studniach D-1 a D-2 sa môže prejavíť za cca 30 – 40 minút (vid'. grafickú prílohu č.6).

Ovplyvňovanie hladiny podzemnej vody v studniach Bekaertu D-1 až D-3 odčerpávaním podzemnej vody zo SF-1 je zanedbateľný. V skutočnosti bude ťažko postrehnuteľné pre neustále sa meniacu hladinu vody v studniach Bekaertu, kde sa neustále mení výdatnosť, prerušuje čerpanie a kde prichádza ku kolísaniu hladiny podzemnej vody aj vplyvom Váhu.

Keďže vplyv odčerpávania studne SF-1 na studni Bekaertu sme počítali pre jej výdatnosť $96,7 \text{ l.s}^{-1}$, môžeme konštatovať, že vplyv studní Bekaertu na studňu SF-1 je zbytočne počítať, pretože maximálne výkony čerpadiel v studniach Bekaertu sú D-1 – $10,64 \text{ l.s}^{-1}$, D-2 – $8,47 \text{ l.s}^{-1}$ a D-3 – $18,87 \text{ l.s}^{-1}$ (informácia od Dr. Oroszlany, 2017, ktorý počíta využiteľné množstvá podzemných vôd zo studní Bekaert) a sú teda niekoľkonásobne nižšie ako výkon čerpadla v studni SF-1 a preto aj vplyvy odberu vôd z týchto studní na hladinu podzemnej vody v SF-1 budú niekoľkonásobne nižšie – bude fakticky pod 1 cm, teda sú z praktického hľadiska zanedbateľné. Ovplyvnenie sa neprejaví ani pri zvýšení odberu podzemnej vody zo studne D-1 až D-4 na 22 l.s^{-1} .

Počas čerpacej skúšky sa sledovala aj teplota podzemnej vody v násoskovej studni NS-J a tá bola :

- v júli 2016 – 11,4 – 11,8 °C,
- v auguste 2016 – 11,8 – 12,3 °C,
- v septembri 2016 – 12,3 – 12,9 °C,
- v októbri 2016 – 12,9 – 13,0 °C,
- v novembri 2016 – 12,9 – 12,5 °C

Po čerpacej skúške, avšak počas exploatácie SF-1 sme merali teploty podzemnej vody ako v NS-J tak i v NS-S a tie boli :

- január 2017 v NS-J – 10,1 – 10,6 °C
- február 2017 v NS-J – 10,2 – 10,4 °C

- január 2017 v NS-S – 12 – 11,6 °C
- február v NS-S – 11,6 – 11,7 °C
-

Vyššie uvedené teploty podzemnej vody sú v jednotlivých mesiacoch stabilné, menia sa oproti teplote vody vo Váhu s určitým časovým posunom – pretože najvyššie teploty podzemnej vody boli namerané až v októbri a najnižšie v júli (z neúplného ročného sledovania).

5.3 Geologické činnosti

Geologické činnosti spočívali v preštudovaní a rešeršnom spracovaní starších hydrogeologických prieskumných prác v danom území archivovaných v Geofonde. Ďalej v preštudovaní mapových podkladov a podkladov o prevádzke vodárenských zdrojov Saneca Pharmaceuticals a Bekaert, vypracovaní projektu geologických prác, sledovaní a riadení prieskumných prác, ich dokumentovaní a vyhodnotení formou záverečnej správy.

5.4 Vzorkovacie práce

Vzorky podzemnej vody odčerpávanej zo studne SF-1 sa odobrali počas prevádzky vodárenského zdroja 9. 3. 2016, 10. 3. 2016, 14. 10. 2016 a 28. 10. 2016. Dňa 9. 3. 2016 sa odobrali aj z Váhu nad vyúšťou odpadových vôd z areálu Saneca (na SF-1) a pod vyúšťou.

Vzorky odobrali ako akreditované, pracovníci spoločnosti Labeko s. r. o., Piešťany.

5.5 Laboratórne práce

Vzorky vyššie uvedených odberov boli analyzované v akreditovanom laboratóriu Labeko Piešťany na rozsah potrebný k posúdeniu kvality podzemnej vody z hľadiska jej použitia na technologické účely (rozsah analýz určil objednávateľ).

Vzorka podzemnej vody zo dňa 9. 3. 2016 a 2 vzorky podzemnej vody sa podrobili skrátenému rozboru bez biológie.

Vzorky podzemnej vody z 10. 10. a 14. 10. 2016 sa podrobili skrátenému rozboru s biológiou a vzorka z 28. 10. skrátenému rozboru bez biológie.

5.6 Geodetické činnosti

Dr. Krčmář výškovo a polohovo zameral tieto objekty (ich situácia – vid'. meračský elaborát).

Tabuľka č.4 : *Výškopisne a polohopisne zameranie studní, vrtov odmerných bodov a hladiny vody vo Váhu*

	Objekt	Dátum	X_JTSK	Y_JTSK	Nadmorská výška
1.	Váh 1	20.12.2016 10:51	-519537,151	-1253120,735	138,238
2.	Betón	20.12.2016 11:22	-519545,726	-1252947,055	139,715
3.	Váh 2	20.12.2016 11:24	-519546,153	-1252947,15	138,287
4.	Most	20.12.2016 13:16	-519591,909	-1253305,513	146,947
5.	SF-1		-519502,8385	-1253129,162	142,289
6.	D-3		-519516,4272	-1252967,049	141,92
7.	D-4		-519536,4769	-1252886,985	142,276
8.	D-2		-519399,9985	-1253126,783	142,036
9.	D-1		-519412,9219	-1253328,038	141,664
10.	NS-J		-519505,759	-1253176,689	142,051
11.	NS-S		-519508,419	-1253074,847	142,261

Pre zostrojenie hydrogeologických profilov sme prevzali súradnice a nadmorské výšky hydrogeologických prieskumných vrtov HG-1 až HG-5 (Jalč, 1983).

Tabuľka č.5 : *Súradnice a nadmorské výšky vrtov HG-1 až HG-5*

	Objekt	X_JTSK	Y_JTSK	Nadmorská výška - terén (m n. m.)	Nadmorská výška - pažnica (m n. m.)
1.	HG-1	-519512,99	-1253058,18	142,1	142,46
2.	HG-2	-519511,20	-1253109,20	141,85	142,08
3.	HG-3	-519517,81	-1253152,17	141,69	141,95
4.	HG-4	-519521,29	-1253197,83	141,96	142,25
	HG-5	-519529,26	-1253238,29	141,54	141,82

Pri objektoch 2, 4 až 11 sú zamerané odmerné miesta merania hladín povrchovej – vážskej vody a hladín podzemných vôd.

Pri objektoch 1 a 3 sú uvedené nadmorské výšky vody vo Váhu v čase merania.

5.7 Iné práce

Žiadne iné práce okrem vyššie uvedených sa nevykonali.

5.8 Spôsob nakladania s odpadmi

Pri realizácii popisovaného hydrogeologického prieskumu žiadne odpady nevznikali.

5.9 Spôsob zabezpečenia alebo likvidácie geologických diel a geologických objektov

V danom prípade prieskumnými dielami boli využívané studne spoločností Saneca a Bekaert. Nad studňami sú vybudované murované čerpace stanice, čím sú dokonale chránené proti zneškodneniu. Pásma hygienickej ochrany vodárenských zdrojov neboli stanovené (nebolo nutné) teda ani oplotené, pretože voda sa používa na technologické účely a nevyžaduje hygienickú ochranu.

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

Počas prieskumných prác neprišlo a vzhľadom na ich charakter ani nemohlo prísť k negatívnemu ovplyvneniu životného prostredia.

5.11 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 Súčasné odbery podzemnej vody

6.2 Priestorové vymedzenie skúmaného vodného útvaru a jeho vzťah k hydrogeologickému rajónu

Skúmaným vodným útvarom je spoločná zvrstvenie piesčitých fluviálnych štrkov a pieskov kvartéru a pieskov neogénu. Nachádza sa na ľavej strane Váhu v SZ časti intravilánu Hlohovca. Patrí do hydrogeologického rajónu Q 048 Kvartér Váhu v podunajskej nížine severne od čiar Palárikovo – Galanta. Z hľadiska novodefinovaných útvarov podzemnej vody patrí do útvaru SK 200 050 00 OP Medzizrnové podzemné vody Podunajskej panvy oblasti povodia Dunaj.

Zo západnej strany je zvrstvenie obmedzená riekou Váh ako jasnou okrajovou podmienkou $H=\text{const}$, z východu je obmedzená horninami Považského Inovca a ílmi s hojnými polohami pieskov volkovského súvrstvia a to vo vzdialenosti cez 1 000 m

východne od Váhu – je to okrajová podmienka 3. rádu – okrajová podmienka s bočným prítokom, ktorý nebol stanovený, avšak predpokladáme, že oproti množstvu podzemných vôd v piesčitých štrkoch pri Váhu je zanedbateľný.

Tento vodný útvar má z hydraulického hľadiska nekonečné rozšírenie severným a južným smerom. Avšak, severne od spoločného vodárenského územia je zúžený na severnej hranici intravilánu Hlohovca na cca 500 m Považským Inovcom a južne od tohto územia vo vzdialenosti cez 1 000 m je zúžený Nitrianskou pahorkatinou – ílmi beladického súvrstvia na 200 m.

Skúmaný vodný útvar je znázornený v troch schematických hydrogeologických rezoch 1 - 2, 3 - 4 a 5 - 6 (viď. prílohu č.3.1 až 3.3).

Hrúbka zvodnenej vrstvy je cca 8 - 14 m, v priebehu roka sa mení v závislosti na kolísaní hladiny vody vo Váhu a v okolí studní aj v závislosti od odoberaného množstva podzemnej vody, pretože hladina podzemnej vody je voľná.

Skúmaná časť vodného útvaru je súčasťou hydrogeologického rajónu Q 048 Kvartér Váhu v podunajskej nížine na sever od čiar Palárikovo Galanta. Nachádza sa na jeho východnom okraji v jeho strednej časti. Jeho plocha je 2 km², čo je 0,4 % plochy celého rajónu, avšak nachádzajú sa v ňom významné množstvá podzemných vôd.

6.3 Hydrogeologické vlastnosti hornín, hydraulické parametre hornín

Piesčité štrky a piesky, ktoré tvoria skúmanú časť vodného útvaru majú medzizrnnovú priepustnosť. Samotná zvodnená vrstva je veľmi nehomogénna, striedajú sa v nej hrubozrnné štrky s drobným štrkom piesčitým, resp. ílovitým a piesky čisté so zaílovanými.

Zvodnená vrstva ako celok je veľmi dobre priepustná - Jalč (1983) počítal zo samotných čerpacích skúšok na vrtoch HG-1 a HG-5 koeficient filtrácie zvodnenej vrstvy podľa Forcheimera. Použil k tomu údaje z nameraných hladín v pozorovacích objektoch vybudovaných v okolí každého z uvedených vrto, takže vypočítané koeficienty môžeme považovať za reálne.

$$\text{HG-1} - 1,53 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{HG-2} - 1,18 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{HG-3} - 1,51 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{HG-4} - 3,42 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{Hg-5} - 4,41 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$$

Valušiak (1967) vypočítal koeficienty filtrácie z vrto H-1 a H-2, ktoré sa nachádzajú pri studniach Bekaertu D-3 a D-4. vypočítané koeficienty filtrácie sú :

$$\text{H-1} - 3,68 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{H-2} - 1,61 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$$

Z vyššie uvedeného môžeme konštatovať, že zvodnená vrstva od násoskovej studne NS-J na juh je veľmi dobre priepustná (vrty HG-4 a HG-5). Zvodnená vrstva v oblasti SF-1 až HG-1 má nižší koeficient filtrácie $1,18 - 1,18 - 1,53 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ a v oblasti studní D-3 a D-4 zase o niečo vyšší $k = 1,81 - 3,68 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

Vysokú priepustnosť má zvodnená vrstva i východne od spoločného vodárenského územia, kde koeficienty filtrácie zvodnenej vrstvy sú okolo $1 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ a viac.

Vysoká priepustnosť zvodnenej vrstvy spolu s prítomnosťou nezakolmatovaného koryta Váhu vytvára priaznivé podmienky pre odber veľmi veľkých množstiev podzemných vôd zo studní pozdĺž koryta tejto rieky.

Koeficienty prietochnosti (T) zvodnenej vrstvy sa pohybujú rádovo medzi $1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ – $4 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$.

6.4 Kvalitatívne vlastnosti podzemných a povrchových vôd

Kvalitatívne vlastnosti podzemnej vody odčerpávanej zo studne SF-1 hodnotíme len z hľadiska ich využitia pre technologické – nie pitné účely.

Vzorky podzemnej vody boli na analýzy odobraté pred čerpacou skúškou v rámci sledovania kvality podzemnej vody vodného zdroja 9. 3. 2016, 10. 10. 2016 a 14. 10. 2016.

Koncentrácia iónov poukazuje na neutrálnu reakciu až slabo zásaditú reakciu odčerpávanej podzemnej vody – pH = 7,07 – 7,28. Obsah amónnych iónov v nej bol $> 0,01 \text{ mg.l}^{-1}$, dusitanov tiež pod $0,01 \text{ mg.l}^{-1}$. Avšak obsah dusičnanov je pomerne vysoký $59,1 - 75,7 \text{ mg.l}^{-1}$.

Veľmi nízka chemická spotreba kyslíka (CHSK Mn) – $0,32 - 0,4 \text{ mg.l}^{-1}$ svedčí o nekontaminácii podzemnej vody látkami, ktoré z nej odoberajú kyslík.

Vodivosť odčerpávanej podzemnej vody je $90,4 - 108,3 \text{ mS/m}$ a poukazuje na to, že mineralizácia podzemnej vody môže byť niečo cez $1\,000 \text{ mg.l}^{-1}$.

Obsah železa a mangánu je v podzemnej vode veľmi nízky pod $0,05 \text{ mg.l}^{-1}$ resp. pod $0,005 \text{ mg.l}^{-1}$.

Odčerpávaná podzemná voda mala vysoký obsah koliformných baktérií a zvýšený obsah kultivovaných mikroorganizmov ako pri $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ tak i pri $37\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Oproti vode vo Váhu má podzemná voda nižšie pH – Váh má pH 7,65 – 7,79, nižšiu chemickú spotrebu kyslíka – Váh má $2,4 \text{ mg.l}^{-1}$ a má nižší obsah iónov železa – Váh má $\text{Fe}^{2+} - 1,07 \text{ mg.l}^{-1}$.

Analýzy vzoriek podzemných vôd vykonalo akreditované laboratórium Labeko Piešťany.

Kvalita vody vo Váhu je v súčasnosti stabilizovaná. V minulosti bol Váh výrazne znečistený priemyslom, avšak od roku 1992 sa kvalita vody vylepšila (Pekárová, Szologay, 2005). Dokumentujú to vybrané ukazovatele kvality vody vo Váhu v Hlohovci (viď. tabuľku č. 2).

Tabuľka č.6 : Vybrané ukazovatele kvality vody vo Váhu v Hlohovci v rokoch 1992 – 2002.

	BSK-5 (mg.l⁻¹)	pH	RL (mg.l⁻¹)	NL (mg.l⁻¹)	N-NH₄ (mg.l⁻¹)	N (mg.l⁻¹)	Cl (mg.l⁻¹)	SO₄ (mg.l⁻¹)
priemer	3,20	7,8	303	16	0,226	1,7	14,7	46,4
C ₁₀	2,0	7,4	218	2	0,07	1,1	7,8	30,5
C ₉₀	4,7	8,2	428	28,9	0,406	2,3	24,8	62,5

RL – rozpustné látky

BSK₅ - biologická spotreba kyslíka za 5 dní

NL – nerozpustné látky

Cl- chloridy

N-NH₄ – amoniakálny dusík

SO₄ - sírany

N - dusík

6.5 Údaje o režime podzemnej vody

Režim podzemnej vody je na lokalite sledovaný len v exploatovaných studniach. Režim podzemnej vody v SF-1 je dokumentovaný na obr. č.3 a z neho je evidentné, že je bezprostredne ovplyvňovaný režimom hladinových zmien vo Váhu.

Výšku hladiny vody vo Váhu oproti studni SF-1 sme odvodili z nami zisteného spádu hladiny vody medzi vodomernou stanicou Hlohovec a hladinou vody vo Váhu oproti SF-1 z obdobia nami vyhodnocovaných prieskumných prác. Priemerný spád je 1,53 m. Takto zistené hladiny vody vo Váhu pri SF-1 sú vynesené na obr. č.3, spolu s hladinami podzemných vôd v SF-1. Z obrázku je evidentná zhoda medzi oboma hladinami.

Vypočítané priemerné mesačné maximálne a minimálne hladiny na Váhu pri SF-1 sú zdokumentované v tabuľke č.8.

Predpokladáme, že hladiny podzemnej vody pri Váhu – v priestore spoločného vodárenského územia Saneca a Bekaert v línii studní SF-1, D-3 a D-4 v prípade bez exploatácie podzemnej vody z týchto studní by boli takmer totožné s hladinou vody vo Váhu. Znamená to, že režim podzemnej vody v spoločnom vodárenskom území stotožňuje s režimom hladinových zmien vo Váhu.

Preto za minimálnou exploatáciou neovplyvnenou úrovňou hladiny podzemnej vody považujeme úroveň 136,93 m n. m., za maximálnu 140,54 m n. m. a priemernú 137,90 m n. m.

6.6 Súčasné odbery podzemnej vody

6.6.1 Vodárenský zdroj SF-1 Saneca Pharmaceuticals (pôvodne Slovakofarma, potom Zentiva)

Vodárenský zdroj SF-1 je širokoprilová studňa priemeru 5 m a hĺbky 8,34 m (od terajšej podlahy objektu studne). Prítok vody do studne je cez dno pod ktorým sú piesčité štrky o hrúbke cca 2,2 m a pod nimi zaílované štrky o hrúbke cca 2 m, ktoré sú uložené na íloch neogénu.

V studni sú osadené dve povrchové čerpadlá, každé o výkone max. 388,8 m³/hod (108 l.s⁻¹). V súčasnosti sa na čerpanie vody používa len 1 čerpadlo a druhé je záloha pre prípad poruchy. Vzhľadom na odpory v potrubí, ktorým sa dopravuje čerpaná voda do vodojemu a na spotrebu vody pred vodojemom, priemerný výkon každého čerpadla je po 96,67 l.s⁻¹ (podľa zistenia pracovníkov Saneca Pharmaceuticals).

Pôvodne sa podzemná voda čerpala nielen v studni SF-1 ale aj v dvoch násoskových studniach – severnej a južnej, označené ako NS-S a NS-J.

Severná násosková studňa NS-S sa od SF-1 nachádza 52,5 m, má priemer 5 m a hĺbku 8,34 m (od betónového povrchu studne). Prítok vody do studne je možný dnom pod ktorým je cca 2 m vrstva piesčitých štrkov.

Južná násosková studňa NS-J sa nachádza od SF-1 – 47,0 m, má priemer 3 m a hĺbku 6,79 m (od betónového povrchu studne). Pod dnom studne, cez ktorý je možný prítok podzemnej vody do nej, sú piesčité štrky o hrúbke cca 2 m.

Násoskové studne boli funkčné v minulosti, keď sa z tohto vodárenského územia odoberalo cca 206 l.s⁻¹ podzemnej vody. V súčasnosti sú nefunkčné – majiteľ ich neudržiava v stave funkčnosti, pretože výdatnosť studne SF-1 je preň postačujúca.

Saneca Pharmaceuticals má v súčasnosti platné povolenie na priemerný odber podzemnej vody zo studne SF-1 56 l.s⁻¹ (v súlade s odporúčaním Kamenického, 1962) a z násoskových studní 150 l.s⁻¹ - Σ 206 l.s⁻¹. V poslednom období sa reálny priemerný odber podzemnej vody zo studne SF-1 pohybuje na úrovni 6,67 – 15,49 l.s⁻¹ (vypočítané zo súčtu mesačných odberov). Tento odber sa zabezpečuje krátkodobými čerpaniami vody vyššie uvedenými čerpadlami o priemernej výdatnosti 96,67 l.s⁻¹, ktoré denne odčerpávajú podzemnú vodu 3 – 6x, v súlade s požiadavkami spotreby. Iný systém odčerpávania podzemnej vody z tohto vodárenského zdroja nie je reálny – vyžiadala by si kompletné prebudovanie vodárenského systému a vybudovanie vodojemu o vyššej kapacite než jeho terajšia kapacita. Preto sme zvolili čerpaciu skúšku, ktorá simulovala reálny odber podzemnej vody.

Priemerné mesačné odčerpávané množstvá podzemnej vody zo studne SF-1 sú uvedené v tabuľke č.7.

Tabuľka č.7 : Priemerné mesačné odčerpávané množstvá podzemnej vody zo studní Bekaert a Saneca za roky 2015 a 2016

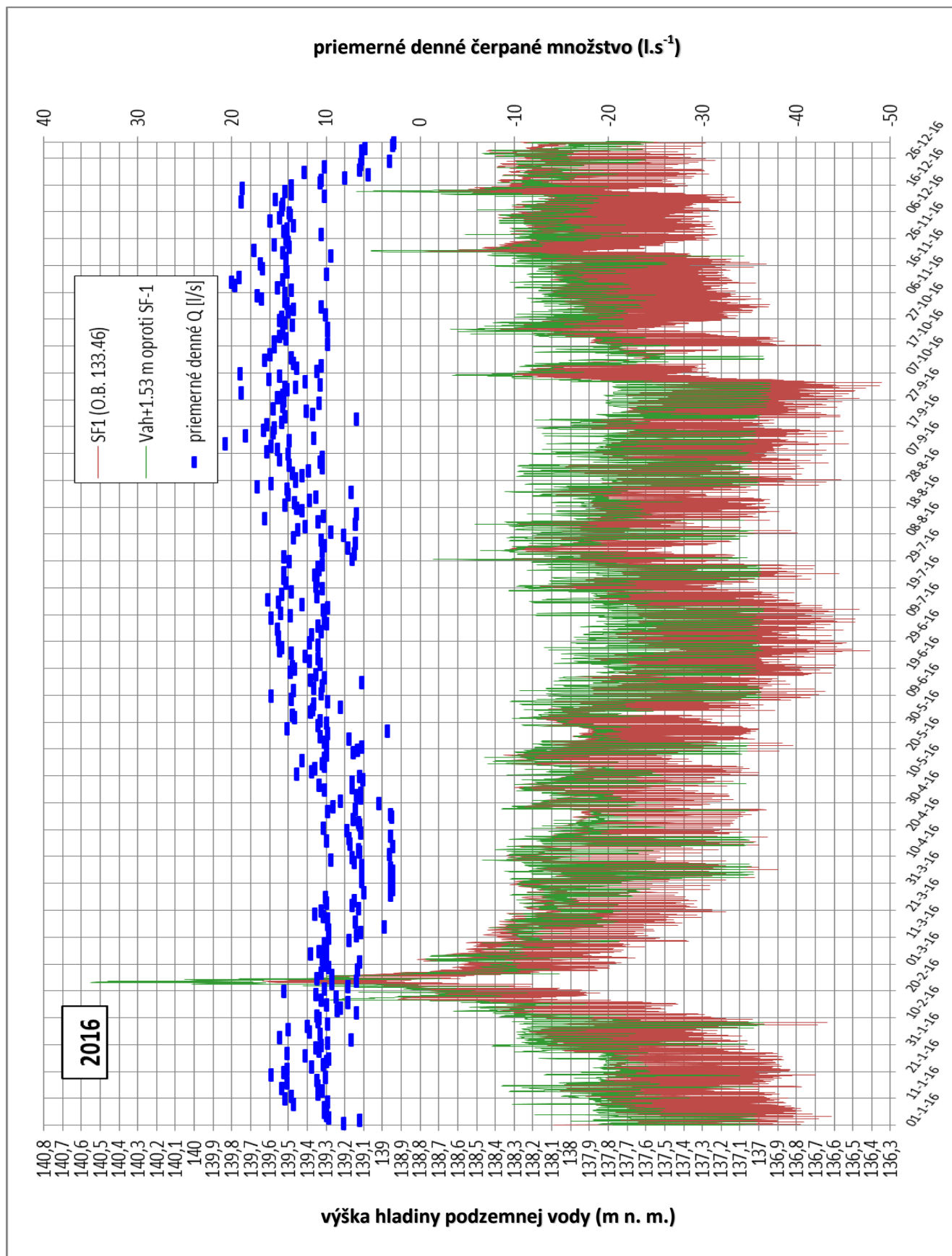
	Studňa Saneca	Studne Bekaert				
2015	SF-1	Studňa č.1	Studňa č.2	Studňa č.3	Studňa č.4	Bekaert spolu
1	10,14	2,48	2,48	6,66	4,96	16,52
2	6,95	2,83	2,83	7,56	5,67	18,90
3	8,28	3,02	3,02	8,06	6,05	20,17
4	10,93	3,03	3,03	8,09	6,07	20,22
5	10,00	3,25	3,25	8,67	6,50	21,68
6	12,96	3,32	3,32	8,86	6,66	22,16
7	10,85	2,89	2,89	8,5	6,39	19,24
8	11,80	3,13	3,13	8,44	6,33	20,89
9	11,22	3,70	3,70	9,90	7,40	24,76
10	9,20	3,26	3,26	8,7	6,52	21,74
11	9,17	3,08	3,08	8,2	6,16	20,52
12	9,90	2,19	2,19	5,84	4,38	14,60
Priemer rok 2015 l.s⁻¹	9,97	3,01	3,01	8,04	6,04	20,13
2016	SF-1	Studňa č.1	Studňa č.2	Studňa č.3	Studňa č.4	Bekaert spolu
1	11,38	2,61	2,61	6,95	5,28	17,38
2	10,76	2,97	2,97	7,93	5,95	19,82
3	7,90	2,65	2,65	7,07	5,33	17,67
4	6,67	2,32	2,32	6,18	4,64	15,46
5	9,57	2,37	2,37	6,33	4,75	15,83
6	12,43	2,70	2,70	7,2	5,40	18,00
7	12,19	2,04	2,04	5,44	4,08	13,60
8	11,76	2,52	2,52	6,73	5,04	16,83
9	14,90	2,65	2,65	7,08	5,31	17,69
10	14,07	2,47	2,47	6,60	4,95	16,50
11	15,49	2,23	2,23	5,95	4,46	14,88
12	10,40	1,59	1,59	4,25	3,19	10,60
Priemer rok 2016 l.s⁻¹	11,28	2,43	2,43	6,47	4,85	16,18

Na obrázku č.3 sú vyznačené priemerné denne odbery podzemných vôd zo studne SF-1, hladiny vôd v tejto studni a hladiny vo Váhu oproti SF-1.

Z obrázku vidno, že priemerné denné odbery sú od 3 l.s^{-1} do 22 l.s^{-1} , najčastejšie však medzi $8 - 14 \text{ l.s}^{-1}$. Odber podzemnej vody sa realizoval nárazovo – krátkodobo na priemerný výkon čerpadla v SF-1- $96,67 \text{ l.s}^{-1}$ a preto denne niekoľkokrát prišlo k významnému poklesu hladiny podzemnej vody v studni a vzápätí k jej stúpnutiu.

V roku 2016 najnižší pokles hladiny podzemnej vody v studni SF-1 počas odčerpávania podzemnej vody bol dňa 3. 10. 2016 – hladina klesla na úroveň 136,33 m n. m. zo 137,37 m n. m. Po ukončení čerpania, hladina vody v druhom cykle čerpania klesla na 136,61 m n. m. – pokles na nižšiu úroveň bol spôsobený stúpnutím hladiny vody vo Váhu.

Dňa 3. 10. 2016 bolo priemerné denné odčerpávané množstvo podzemnej vody $16,1 \text{ l.s}^{-1}$.



Obr.č.3 : Režim podzemnej vody v exploatovanej studni SF-1 a povrchovej vody vo Váhu pri SF-1 s vyznačením denného priemerného odberu podzemnej vody zo studne SF-1

6.6.2 Vodárenský zdroj Bekaertu D-1 až D-4 (predtým Drôtovňa Hlohovec)

Tento vodárenský zdroj pozostáva zo 4 širokoprofilových studní, ktoré sme označili D-1 až D-4 (Bekaert ich označuje St. č. 1 až St. č. 4).

Studne D-1 a D-2 sa nachádzajú cca 150 - 170 m od Váhu a sú vybudované za vzdušnou stranou hrádze.

Studňa D-3 a D-4 sú vybudované v línii pozdĺž Váhu vo vzdialenosti od neho cca 30 – 40 m.

Vzdialenosti studní D-1 až D-4 od SF-1 sú :

D-1 – 226,61 m D-2 – 102,84 m

D-3 – 162,68 m D-4 – 240,00 m

Priemery studní sú :

D-1 – 5 m D-2 – 5 m

D-3 – 3 m D-4 – 3 m

Hĺbkys studní sú :

D-1 – 7,14 m D-2 – 7,64 m

D-3 – 9,38 m D-4 – 7,57 m

Povolenie na odber podzemnej vody zo studní D-1 a D-2 bolo vydané v roku 1965 – spolu 20 l.s^{-1} – pôvodne 12 l.s^{-1} v roku 1961.

Povolenie na odber podzemnej vody zo studní D-3 a D-4 bolo vydané v roku 1967 – spolu $35,67 \text{ l.s}^{-1}$, celý zdroj $55,67 \text{ l.s}^{-1}$.

Odbery podzemných vôd z jednotlivých studní sa nešpecifikovali.

V tabuľke č.4 sú priemerné mesačné odbery zo všetkých studní Bekaert spolu a jednotlivo. Výdatnosti jednotlivých studní sú odhadnuté – studne nemali v čase uvedených odberov namontované vodomery.

Odber v roku 2015 bol oproti roku 2016 vyšší a bol $\Sigma 634\,221 \text{ m}^3.\text{rok}^{-1}$, čo je v priemere $20,11 \text{ l.s}^{-1}$. Bekaert uvažuje zo zvýšením odberu do $700\,000 \text{ m}^3.\text{rok}^{-1}$, čo je v priemere $22,2 \text{ l.s}^{-1}$.

Zo studní D-1 až D-4 sa podzemná voda neodčerpáva kontinuálne ale prerušovane podľa požiadavky odberu. Čerpadlá osadené v studniach majú výkon $30 \text{ m}^3/\text{hod}$ ($8,3 \text{ l.s}^{-1}$) s výtlacnou výškou 53 m. V prípade nižšej výtlacnej výšky resp. menšieho odporu v potrubí, maximálna výdatnosť týchto čerpadiel je vyššia. Odber z uvedených studní nie je len časovo premenlivý, ale premenlivý je odoberaným množstvom vody, pretože výkony čerpadiel ovplyvňuje tlak vody v sieti frekvenčnými meračmi.

Rozkyv hladiny vody v studni D-1 vplyvom premenlivého odberu je cca 1,0 m a v studni D-2 cca 0,2 m. Vplyv kolísania hladiny vody vo Váhu je v týchto studniach menší a je len pár decimetrov – u studne D-2 je to menej a v studni D-1 viacej. Rozkyv hladiny vody v studni D-2 vplyvom Váhu je tlmený odberom vody zo studne SF-1. Hladina podzemnej vody v studni D-1 sa pohybuje v úrovni 137,3 – 138,0 m n. m. V studni D-3 – 137,4 – 138,5 m n. m. (podľa podkladov – Oroszlany HES - COMGEO).

Tabuľka č.8 : Priemerné mesačné, minimálne a maximálne hladiny vody vo Váhu pri studni SF-1 v rokoch 2015, 2016 a 2017

Rok	Priemer	Maximum	Minimum	Rozdiel min. a max.
2016	137,93	140,54	136,93	3,61
Mesiac				
Január	137,8	138,41	137	1,41
Február	138,48	140,54	136,96	3,58
Marec	138,15	138,76	137,57	1,19
Apríl	137,9	138,46	137,02	1,44
Máj	137,95	138,45	137,04	1,41
Jún	137,67	138,31	136,97	1,34
Júl	137,7	138,72	136,96	1,76
August	137,88	138,5	136,99	1,51
September	137,6	138,27	136,93	1,34
Október	137,9	138,63	136,93	1,7
November	138,06	139,05	137,07	1,98
December	138,12	139,13	137,59	1,54
Rok	Priemer	Maximum	Minimum	Rozdiel min. a max.
2015	137,88	140,22	136,92	3,3
Mesiac				
Január	138,15	140,22	137,22	3
Február	138,1	138,92	137,53	1,39
Marec	138,22	138,77	137,05	1,72
Apríl	138,43	139,16	137,11	2,05
Máj	138,34	139,16	137,95	1,1
Jún	137,94	139,05	136,99	1,49
Júl	137,58	138,3	136,97	1,33
August	137,47	138,02	136,96	1,06
September	137,42	138,01	136,96	1,05
November	139,03	139,03	136,95	2,08
December	137,76	139,28	136,92	2,36

Pokračovanie tabuľky č. 8.

Rok	Priemer	Maximum	Minimum	Rozdiel min. a max.
2017				
Mesiac				
Január	137,89	138,31	136,99	1,32
Február	137,66	138,13	136,91	1,22

Počas jednomesačnej čerpacej skúšky (viď. prílohu č.5.1 až 5.5) na studni SF-1 sa hladiny vody vo Váhu pri SF-1 pohybovali od 137,08 do 139,08 m n. m. Zvýšené úrovne boli len na začiatku 3. dekády novembra. Mimo tejto dekády sa hladiny vody vo Váhu pohybovali pri SF-1 od 137,08 do 138,62 m n. m., čo sú hladiny minimálne až podpriemerné. Teda môžeme konštatovať, že počas čerpacej skúšky boli hladiny podzemných vôd minimálne až podpriemerné.

7 Výpočet množstiev podzemných vôd

V spoločnom vodárenskom území Saneca a Bekaert boli v niekoľkých etapách povolené odbery podzemných vôd. V súčasnosti platné povolenia sú na tieto množstvá vôd :

Bekaert studňa D-1 až D-4 – 55,67 l.s⁻¹

Saneca studňa SF-1 – 56 l.s⁻¹ a 150 l.s⁻¹ – násoskové studne

Ani jedna spoločnosť takéto množstvá podzemných vôd v súčasnosti už neodoberá. Bekaert odoberá v ročnom priemere (2015 a 2016) 16,18 a 20,13 l.s⁻¹ a Saneca 9,97 a 11,28 l.s⁻¹. Saneca má záujem zvýšiť odber na 15 l.s⁻¹ a Bekaert tiež chce zvýšiť ale ešte toto zvýšené množstvo nie je presne - bude to asi 22,2 l.s⁻¹.

V minulosti sa prieskumnými prácami i samotnými reálnymi odbermi preukázalo, že spoločné vodárenské územie môže poskytnúť vďaka brehovej infiltrácii podstatne väčšie množstvo vôd než sú súčasné odbery i odbery uvažované do budúcnosti.

Kamenický (1957) zo studne SF-1 odporučil odoberať 56 l.s⁻¹ bez toho aby ovplyvnil odber podzemnej vody zo studní vtedajšej Drôtovne D-1 a D-2, ktoré už v roku 1957 boli využívané a mali povolený odber 20 l.s⁻¹.

Jalč (1983) vypočítal množstvá podzemných vôd pre odber vtedajšej Slovakofarmy zo studne SF-1 a 5 hydrogeologických prieskumných vrtov HG-1 až HG-5 na 111 l.s⁻¹, avšak k využívaniu podzemnej vody z vrtov HG-1 až HG-5 doteraz neprišlo.

Valušiak v území severne od SF-1 odporučil odoberať z vrtov H-1 a H-2 58,6 l.s⁻¹ podzemnej vody. V ich blízkosti sa vybudovali širokoprofilové spúšťané studne D-3 a D-4 a z nich je povolený odber spolu 35,67 l.s⁻¹. Vplyvom tohto odberu na odber vody zo studne SF-1 sa nikto nezaoberal.

Našou 30 dňovou čerpacou skúškou realizovanou v novembri 2016 sme preukázali možnosť odberu podzemnej vody v mesačnom priemere 15 l.s^{-1} .

Samotná čerpacia skúška simulovala reálny odber podzemnej vody, ktorý je determinovaný osadenou čerpacou technikou, spôsobom odberu vody – voda ide najskôr do spotrebiska a až potom do vodojemu a neustálou zmenou hladiny podzemnej vody vyvolanou zmenami hladín vo Váhu.

Integrácia týchto vplyvov sa odrazila na výsledku čerpacej skúšky, ktorej výsledkom je :

- preukázanie možnosti odberu podzemnej vody zo studne SF-1 v mesačnom priemere 15 l.s^{-1} - v mesačnom sumáre $38\,880 \text{ m}^3$ (30 dní) a $40\,176 \text{ m}^3$ (31 dní),
- priemerný mesačný odber sa bude realizovať krátkodobými odbermi vôd v priemernom množstve $96,67 \text{ l.s}^{-1}$, ktoré sa denne budú opakovať cca 3 – 6x, pričom priemerný denný odber nepresiahne 22 l.s^{-1} ,
- priemerný mesačný odber a aj krátkodobý odber ovplyvní hladiny vody v studniach D-1 až D-3 v zanedbateľnej miere a aj to v priebehu pár hodín; studňa D-4 nebude ovplyvnená vôbec,
- zníženie hladiny podzemnej vody v studni SF-1 bude za všetkých hladín podzemných vôd približne rovnaké – 0,8 – 1,2 m,
- hladina podzemnej vody v SF-1 pri jej vyššie uvedenom odbere a spôsobe odberu sa bude pohybovať v rozmedzí od 140 do 135,73 m n. m.,
- minimálna hladina podzemnej vody v SF-1 bude na úrovni 135,73 m n. m., stanovená je na základe 2 ročného pozorovania hladiny vody vo Váhu v stanici Hlohovec a jej prepočtu na úroveň oproti SF-1.

7.1 Kategorizácia a využiteľnosť podzemných vôd

Prieskumnými prácami sme preukázali, že zo studne SF-1 možno odoberať :

- v mesačnom priemere 15 l.s^{-1} ,
- v dennom priemere 3 – 20 l.s^{-1} ,
- krátkodobo v priemere $96,67 \text{ l.s}^{-1}$ (cca 4 – 6x denne).

Priemerné mesačné odoberané množstvo podzemnej vody odporúčame zaradiť do kategórie B množstiev podzemných vôd.

Vodárenské územie je súčasťou hydrogeologického rajónu Q 048 Kvartér Váhu v Podunajskej nížine severne od čiar Palárikovo – Galanta, kde využiteľné množstvo podzemnej vody je 208 l.s^{-1} a odber je $118,33 \text{ l.s}^{-1}$ (SHMÚ) – bilančný stav využívania podzemnej vody je uspokojivý. Využiteľné množstvo podzemnej vody bolo stanovené na základe 30 dňovej čerpacej skúšky, zhodnotenia režimu povrchovej a podzemnej vody vo vodárenskom území.

8 Vplyv využívania vodárenského zdroja podzemnej vody na jej kvalitu

V danom prípade sa jedná o využívanie podzemnej vody, ktorej pôvod je brehovej infiltrácii vážskej vody; keďže kvalita vážskej vody má pomerne stabilnú kvalitu,, nie je predpoklad zmien kvality podzemnej vody pritekajúcej do studne SF-1 počas jej budúceho využívania. Tak isto nepríde k zmene kvality podzemnej vody zvodnenca. Využívaním vodného zdroja je zvodnenec ovplyvnený v malej miere a na malej ploche.

9 Návrh optimálneho využitia podzemnej vody a jej ochranu

9.1 Spôsob exploatácie vodárenského zdroja – studne SF-1

Podzemná voda zo studne SF-1 sa bude odčerpávať vždy jedným z dvoch čerpadiel osadených v tejto studni. Priemerný výkon čerpadiel je $96,67 \text{ l.s}^{-1}$. Podzemná voda sa bude odčerpávať krátkodobo dokedy nenaplní vodojem vodou po vypínaciu hladinu. Potom sa čerpanie preruší až do doby kedy hladina vody vo vodojeme neklesne po zapínaciu hladinu. Rozdiel medzi zapínacou a vypínacou hladinou je 1,2 m, priemer vodojemu je 16 m, znamená to, že minimálne čerpané množstvo vody je 241 m^3 a minimálna doba čerpania podzemnej vody zo studne je 2494 sekúnd resp. 41 minút a 36 sekúnd. V skutočnosti však doba čerpania bude dlhšia, pretože čerpaná voda ide najskôr do spotreby a až potom do vodojemu. V priebehu dňa bude čerpadlo najčastejšie v činnosti 3 až 6x.

9.2 Návrh prevádzkového monitorovania vodárenského zdroja

Monitorovanie odberu podzemnej vody musí byť v súlade so zákonom č. 364/2004 Z. z. Monitorovať sa musí množstvo odčerpávanej podzemnej vody a úroveň hladiny podzemnej vody v exploatačnej studni SF-1.

Množstvo odčerpávanej podzemnej vody sa musí merať ciachovaným vodomermom týždenne, pričom mesačne treba kontrolovať či bol dodržaný priemerný odber 15 l.s^{-1} ($1\,296 \text{ m}^3$ denne).

Neustále sa meniaci odber podzemnej vody a neustále sa meniaci hladina vody vo Váhu si vyžiada automatické meranie úrovne hladiny podzemnej vody. Záznamy treba uchovávať, aby sa mohlo posúdiť, či neprišlo k neprimeranému zníženiu hladiny podzemnej vody v studni – namerané údaje treba prerátať na nadmorskú výšku.

Vzhľadom k tomu, že podzemná voda sa nevyužíva na pitné účely, sledovanie jej kvality je vecou prevádzkovateľa vodárenského zdroja.

9.3 Návrh opatrení na ochranu vôd a návrh ochranných pásiem

Pretože podzemná voda sa nevyužíva na pitné účely, podľa vyhlášky MŽP SR 29/2005 Z.z nie je treba sa zaoberať stanoveniam pásiem hygienickej ochrany vodárenského zdroja – tie ani doteraz neboli stanovené a ani vyhlásené.

Samotný vodný zdroj je chránený proti poškodeniu alebo vniknutiu neoprávnených osôb tým, že nad ním je vybudovaná murovaná budova so železnými uzamykateľnými dverami.

9.4 Vplyv využívania vodárenského zdroja na životné prostredie

Množstvo podzemnej vody odoberané zo studne SF-1 nebude mať negatívny vplyv na životné prostredie. Odberom podzemnej vody zo studne SF-1 v množstve 15 l.s^{-1} sa v zanedbateľnej a nemerateľnej miere prejaví na prietokoch na Váhu.

10 Záver

Spoločnosť Saneca Pharmaceuticals vlastní vodárenský zdroj na brehu rieky Váh severne od železničného mosta v Hlohovci. Týmto vodárenským zdrojom je širokoprilová spúšťaná studňa SF-1, vybudovaná v piesčitých štrkoch kvartérneho veku. Štrky sú veľmi dobre priepustné a preto výdatnosť studne je až 56 l.s^{-1} (Kamenický, 1962). Pôvod podzemnej vody je v infiltrácii vážskej vody do týchto štrkov. Studňu pôvodne vlastnila Slovakofarma, neskôr spoločnosť Zentiva, teraz Saneca Pharmaceuticals.

Okresný národný výbor v Hlohovci vydal v roku 1975 povolenie na odber podzemnej vody z tejto studne v množstve 56 l.s^{-1} . Po vybudovaní dvoch násoskových studní – severne a južne od SF-1, povolil odber až 206 l.s^{-1} , ktorý je doteraz platný. V súčasnosti sa násoskové studne nevyužívajú a množstvo odoberanej vody sa v priemere pohybuje okolo 13 l.s^{-1} .

Spoločnosť Saneca Pharmaceuticals má záujem o vydanie nového povolenia na odber podzemnej vody v množstve 15 l.s^{-1} – ako priemerný mesačný odber.

Čerpacou skúškou, v novembri 2016, ktorou sme simulovali skutočný odber, sme možnosť takéhoto odberu potvrdili. Podzemná voda sa však bude odoberať krátkodobo, denne v 3 – 6 cykloch s priemerným odčerpávaným množstvom $96,67 \text{ l.s}^{-1}$. Pri tomto odbere, podzemná voda v studni krátkodobo poklesne – maximálny pokles bude na minimálnu úroveň 135,73 m n. m. Pri tomto odbere podzemnej vody nepríde k zníženiu výdatnosti studní Bekaertu D-1 až D-2 a naopak, odber podzemnej vody zo studní Bekaertu v množstve do $22,2 \text{ l.s}^{-1}$ neovplyvní odber podzemnej vody zo studne SF-1.

Kvalita podzemnej vody vyhovuje požiadavkám spoločnosti Saneca na technologické účely – je to infiltrovaná vážska voda stabilnej kvality jej chemického zloženia.

Odčerpávaním podzemnej vody zo studne SF-1 nepríde k ohrozeniu životného prostredia. V konečnom dôsledku bude znamenať len zanedbateľné zníženie prietokov na Váhu.

11 Zoznam použitej literatúry

- Bartková, E., 1980 : Hydrogeologický rajón Q 048 Kvartér Váhu v Podunajskej nížine severne od čiar Palárikovo – Galanta, úsek Leopoldov – Šaľa, výpočet zásob podzemných vôd v kategórii C₂, Vodné zdroje Bratislava.
- Jalč, D., 1983 : Hlohovec – Slovakofarma, Hydrogeologický prieskum, IGHP Žilina, závod Bratislava
- Jalč, D., 1982 : Slovakofarma Hlohovec – hydrogeologický prieskum IGHP Žilina, závod Bratislava
- Jalč, D., 1983 : Slovakofarma, rekonštrukcia jímacieho systému, IGHP Bratislava
- Jendraščák, E., 1985 : Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HM-3 na lokalite Hlohovec – pivovar, Vodné zdroje Bratislava.
- Kamenický, I., 1962 : Vyhodnotenie čerpaceho pokusu na spúšťanej studni SF-1 Hlohovec, Vodné zdroje Bratislava, Správa o vyhodnotení čerpaceho pokusu na spúšťanej studni v Hlohovci.
- Kullman, E., 1975 : Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1 : 200 000, list Trnava ŠGÚDŠ Bratislava
- Machmerová, E., 1986 : Drôtovňa – Hlohovec, hydrogeologický prieskum, IGHP žilina závod Bratislava
- Lauko, V., 1984: vyhodnotenie čerpacej skúšky na jestvujúcej studni JS-1 na lokalite Hlohovec, Vodné zdroje Bratislava.
- Lauko, V., 1986 : Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HN-3 na lokalite Hlohovec....., Vodné zdroje Bratislava
- Pekárová, P., Szolgay, J., 2005 : Scenáre zmien vybraných zložiek biosféry v povodí Hrona a Váhu v dôsledku klimatickej zmeny, VEDA – vydavateľstvo akadémie vied.
- Polák, R., 2003 : Hydrogeologický vrt HS-1N, Slovakofarma Hlohovec, Hydropol Bratislava.
- Pospiechová, O., 2009 : Monitorovanie geologických faktorov životného prostredia v areáli Bekaert Hlohovec, Rozšírenie monitorovacej siete o vrty HW-31 až HW-35, Aquatest pa r, s. r. .o.
- Pospiecha, O., 2011 : Realizácia dvoch hydrogeologických vrtov v areáli Zentiva, a. s., Hlohovec, Aquatest, Bratislava.
- Šopinec, F., 1986 : Vyhodnotenie čerpacej skúšky na studni HM-1 na lokalite Hlohovec, Vodné zdroje Bratislava.
- Šujan, M., 1999 : Drôtovňa Hlohovec – doplňujúci monitoring, Hodnotenie kontaminácie chlórovanými uhlíkovodíkmi za október 1197 – 1999.

Valušiak, J., 1967 : vyhodnotenie širokoprofilových vŕtaných studní N-1 a N-2 pre Drôtovňu Hlohovec, Vodné zdroje Bratislava.

Valušiak, J., 1968 : Hlohovec – Drôtovňa n. p. – vyhodnotenie širokopriemerných vŕtaných studní H-1 a H-2, HGP, účel : zaistiť zdroj úžitkovej vody pre závod.