

WH GEOTREND, s. r. o., Piaristická 2, 949 24 NITRA

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

Názov geologickej úlohy: Obytná zóna Trnava - Rybník, hydrogeologické posúdenie možnosti vsakovania zrážkových vôd do horninového prostredia a podzemných vôd

Číslo geologickej úlohy: 2213

Evidenč. číslo geolog. prác: 389/2013

Druh geologických prác: hydrogeologický prieskum

Objednávateľ geolog. prác: Mesto Trnava, Hlavná 1, 917 71 Trnava

Zhotoviteľ geolog. prác: WH GEOTREND, s. r. o., Piaristická 2, 949 24 Nitra

Zodpovedný riešiteľ úlohy: RND. Viliam Horváth

Dátum vypracovania: august 2013

Počet exemplárov: 4x písomná forma, 1x digitálna forma (objednávateľ)
1x písomná forma, 1x digitálna forma (ŠGÚDŠ – Geofond)

Názov katastrál. územia: Trnava

Ident. číslo katastr. územia: 864 790

Názov okresu: Trnava

Kód okresu: 207

RNDr. Viliam Horváth

.....
meno a podpis štatutár. zástupcu
zhotoviteľa geologických prác

OBSAH:

- 1. ÚVOD A RIEŠENÁ PROBLEMATIKA**
- 2. CIEĽ GEOLOGICKEJ ÚLOHY**
- 3. CHARAKTERISTIKA SKÚMANÉHO ÚZEMIA A DOTERAJŠIA PRESKÚMANOSŤ**
 - 3.1 Geologické a hydrogeologické pomery územia
 - 3.2 Hydrochemické pomery a agresivita vôd
 - 3.3 Preskúmanosť územia a použité podklady
- 4. POSTUP RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY A JEHO ODVOVDNENIE**
 - 4.1 Odôvodnenie riešenia geologickej úlohy
 - 4.2 Rozsah a metodika hydrogeologického prieskumu
- 5. VÝSLEDKY RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY**
 - 5.1 Geologická dokumentácia geologických diel (vrtov)
 - 5.2 Zhodnotenie priepustnosti horninového prostredia a orientačný výpočet vsiaknutého množstva vody
 - 5.3 Bilancia spevnených plôch a bilancia zrážkových vôd
 - 5.4 Posúdenie možnosti vsakovania a návrh vsakovania zrážkových vôd
 - 5.5 Zhodnotenie možného rizika znečistenia a zhoršenia kvality podzemných vôd
 - 5.6 Vyhodnotenie základových pomerov v prípade podpivničenia objektov RD a BD
- 6. ZÁVER A ODPORÚČANIA**
- 7. ÚDAJE O ULOŽENÍ GEOLOGICKEJ DOKUMENTÁCIE**

PRÍLOHY:

1. Prehľadná situácia územia v $M = 1 : 50\,000$
2. Situácia geologických diel (vrtov) v $M = 1 : 1\,000$ (zmenšená)
3. Geologický profil vrtov v $M = 1 : 100$
4. Výsledky laboratórnych rozborov zemín
5. Protokol o chemickej analýze podzemnej vody

1. Úvod a riešená problematika

Na základe objednávky č. 20130968 od Mesta Trnava zo dňa 29. 7. 2013 sme uskutočnili vyhl'adavací hydrogeologický prieskum na plánovanom území obytnej zóny Rybník v Trnave. Geologická úloha je evidovaná pod názvom:

„Obytná zóna Trnava - Rybník, hydrogeologické posúdenie možnosti vsakovania zrážkových vôd do horninového prostredia a podzemných vôd“

Predmetom geologických prác je územie, ktoré sa nachádza v severnej, okrajovej časti intravilánu mesta Trnava (viď príloha č. 1). Podstatná časť územia je voľné priestranstvo poľnohospodársky využívané, menšia časť je využívaná na záhradkárske účely. Na šetrenom území sa plánuje obytná zóna - individuálna bytová výstavba (IBV) 133 rodinných domov (RD), 14 bytových domov (BD), 2 polyfunkčných objektov a 1 objektu občianskej vybavenosti. Celková výmera obytnej zóny činí 18,5 ha.

Vykonanie hydrogeologického prieskumu sa vyžaduje za účelom vyjadrenia orgánu štátnej vodnej správy - Obvodného úradu životného prostredia v Trnave k projektovej dokumentácii stavby a k vsakovaniu zrážkových vôd z obytnej zóny do horninového prostredia a podzemných vôd podľa § 28 Zákona o vodách č. 364 / 2004 Zb. a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č.372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon)

2. Cieľ geologickej úlohy

Cieľom geologickej úlohy bolo zabezpečiť nasledovné hydrogeologické a inžinierskogeologické podklady a uskutočniť nasledovné geologické práce pre vypracovanie projektovej dokumentácie vsakovania zrážkových vôd z plánovanej obytnej zóny do horninového prostredia a podzemných vôd:

- uskutočniť geologické diela (vrty) v dohodnutom počte a príslušnej hĺbky, odbery vzoriek zemín a vody a laboratórne práce na odobraných vzorkách
- objasniť geologickú stavbu, zloženie, úložné pomery, litológiu a stratigrafiu vrstiev horninového prostredia
- objasniť hydrogeologické pomery lokality – výskyt, hĺbku hladiny podzemnej vody, smer a charakter režimu prúdenia podzemných vôd, vykonať analýzu vzorky vody pre posúdenie agresivity na betónovú základovú konštrukciu a ocelové potrubia

- doporučiť vhodné horninové prostredie – vrstvy pre vsakovanie zrážkových vôd, zhodnotiť charakter a priepustnosť horninového prostredia
- doporučiť spôsob vsakovania zrážkových vôd do horninového podložia a podzemných vôd z komunikácií a posúdiť možné riziká znečistenia a zhoršenia kvality podzemných vôd
- posúdiť a vyhodnotiť riziko zakladania a vplyvu podzemnej vody v prípade podpivničenia objektov RD a BD

3. Charakteristika skúmaného územia a doterajšia preskúmanosť

3.1 Geologické a hydrogeologické pomery územia

Podľa Inžinierskogeologickej mapy SR M = 1 : 200 000 patrí územie do regionu neogénnych tektonických vkleslín, oblasti vnútrokarpatských nížin - Podunajskej nížiny, do rajónu údolných riečnych náplavov riečky Trnávky typu F a rajónu sprašových sdimentov typu L.. Podľa hydrogeologickej rajonizácie patrí územie do hydrogeologického rajónu – kvartér Q 048.

Územie a jeho blízke okolie má na pohľad rovinatý, prevažne riečny, miestami mierne zvlhnený relief. Južná hranica pozemku je antropogénne ovplyvnená - poznačená činnosťou človeka. Tvorí ju Cukrová ul., ktorá je vybudovaná prevažne na umelom násype, ktorý dosahuje výšku až 3 – 3,5 m.

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú sedimenty **kvartéru a neogénu**.

Staršia, **neogénna** pliocénna sedimentácia (dák-ruman) začína v hĺbke 3,50 m (vrt S-1) až 4,70 m (vrt S-2) pod povrchom terénu. Buduje ju najprv súvrstvie ílov vysoko plastických a ílov piesčitých, ktorého overená hrúbka je premenlivá. Pohybuje sa od 2,60 do 3,70 m. Farba ílov je hnedosivozelenkavá, hnedosivá i svetlohnedá. Pod ílovou vrstvou v hĺbke 7,20 – 7,30 m pod povrchom terénu začína ďalší komplex neogénnej sedimentácie – piesčito-štrkovej, štrko-piesčitej a ílovito-piesčitej so štrkom. Litologicky sú tu zastúpené najviac štrky dobre i zle zrnené, menej piesky s prímiesou jemnozrnej zeminy a štrku, piesky ílovité so štrkom. Farba nesúdržných zemín je sivá, hrdzavohnedá, svetlohnedá i svetlá sivohnedá. Podľa výsledkov starších hydrogeologických prieskumov (M. Žitňan, 2013) siaha táto štrko-piesčitá sedimentácia do hĺbky 21 - 25 m. To znamená, že hrúbka neogénnych štrkopieskov môže byť od 14 do 18 m.

Kvartérne sedimenty tvoria súvislý pokryv podložných neogénnych sedimentov. V údolnej nive riečky Trnávka je kvartér reprezentovaný komplexom pleistocénnych fluviaálnych piesčito-štrkových sedimentov, ktorý je prekrytý mladšími jemnozrnnými ílovitými a piesčito-ílovitými náplavmi resp. polygenetickými sprašovými zeminami (vrt S-2) holocénneho veku hrúbky 1,50 – 1,60 m. V najvrchnejšom komplexe súdržných zemín sú litologicky najviac zastúpené nízko a stredne plastické íly, ojedinele piesky siltové (hlinité). V spodnom komplexe nesúdržných zemín dominujú drobné štrky a štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy, ktorých hrúbka je malá, od 1,30 do 1,70 m. Prechodnú vrstvu medzi

týmito vrstvami tvorí poloha drobných siltových (hlinitých) a ílovitých štrkov premenlivej hrúbky 0,60 – 1,30 m. Celková hrúbka kvartéru v šetrenej lokalite je 3,50 – 4,70 m.

Z hydrogeologického i vodárenského hľadiska hodnotíme vrchný **hydrogeologický celok kvartéru** ako menej významný. Kvartérne drobné štrky vytvárajú súvislú, ale plytkú nádrž podzemných vôd s charakterom režimu prúdenia s mierne napätou hladinou. V čase vrtných prác (30. 7. 2013) na vrtoch S-1 a S-2 sme horizont kvartérnej podzemnej vody narazili v hĺbke 2,20 – 3,00 m pod povrchom terénu t. j. na kóte 141,50 – 141,80 m n. m. Hladina podzemnej vody sa ustálila v hĺbke 2,00 – 2,80 m pod terénom t. j. na kóte 141,70 – 142,00 m n. m. Hrúbka zvodnej vrstvy je malá 1,30 – 1,70 m. Koeficient filtrácie zvodnených štrkov orientačne vypočítaný z kriviek zrnitosti je $k_f = 1,6 - 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$. Zásoby kvartérnych podzemných vôd sú dopĺňované hlavne brehovou infiltráciou jednak z povrchového toku Trnávka a jednak infiltráciou zrážok z povrchu. Generálny smer prúdenia kvartérnych podzemných vôd je od SV na JZ. Z hydrogeologického i vodárenského hľadiska **neogénne piesčito-štrkové sedimenty** predstavujú najpriaznivejší a najvýznamnejší hydrogeologický celok v záujmovej oblasti. Vďaka rôznej, ale prevažne dobrej priepustnosti, dobrej dotácii a dostatočnej hrúbke je možné z vrtoz zabudovaných do neogénnych štrkopieskov získať relatívne vysoké výdatnosti ($Q = 5 - 10 \text{ l. s}^{-1}$). V starých veľkopriemerových kopaných studniach vyhlbených do neogénnych štrkopieskov zásobujúcich Cukrovar dosahovala výdatnosť počas čerpacích skúšok v roku 1988 (M. Žitňan, 2013) $Q = 18,2 - 59,8 \text{ l. s}^{-1}$. V čase vrtných prác na vrtoch S-1 a S-2 (30. 7. 2013) bol zistený horizont neogénnej podzemnej vody v hĺbke 7,20 – 7,30 m pod terénom. Koeficient filtrácie zvodnených štrkov orientačne vypočítaný z kriviek zrnitosti je $k_f = 1,2 \cdot 10^{-2} - 6,4 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$, čo zhruba zodpovedá aj koeficientu filtrácie zistenom počas čerpacích skúšok uskutočnených v roku 1988 na veľkopriemerových studniach zásobujúcich trnavský Cukrovar $k_f = 2,3 \cdot 10^{-2} - 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

3.2 Hydrochemické pomery a agresivita vody

Z vrtu S-1 sme odobrali vzorku podzemnej vody (hydrogeologický celok kvartéru) na skrátený chemický rozbor pre posúdenie agresivity zvodneného horninového prostredia na betónovú základovú konštrukciu a oceľové potrubia. Podľa chemického rozboru ide o vodu hydrogénuhličitanovú, sírano-vápenatú, podľa prechodnej tvrdosti vodu mimoriadne tvrdú, slabo zásaditej reakcie podľa $\text{pH} = 7,17$.

Hodnotenie agresivity na betón

V lokalite odberu vzorky vody v daných geologických a hydrogeologických podmienkach boli analyzované agresívne zložky na betón. Z porovnania výsledkov analýz s medznými hodnotami (SO_4 , Mg^{2+} , NH_4 , agresívny CO_2 , hodnota pH) podľa STN EN 206-1 vyplýva, že analyzované vzorky podzemnej vody **nevytvárajú agresívne prostredie** na betón.

Hodnotenie agresivity na oceľ

Z porovnania výsledkov analýzy s medznými hodnotami (elektrolitická vodivosť, agresívny CO_2 , hodnota pH) podľa STN 03 8375 vyplýva, že analyzované vzorky podzemnej vody spôsobujú v dôsledku vysokej elektrolitickej vodivosti ($1108 \mu\text{S/cm}$) **veľmi vysokú agresivitu prostredia IV**. Všetky oceľové telesá, ktoré budú uložené v zemi a prídu do styku

s náporovými vodami, treba chrániť ochranou, ktorá zodpovedá prostrediu s veľmi vysokou agresivitou.

3.3 Preskúmanosť územia a použité podklady

Na konkrétnom území neboli doposiaľ vykonané žiadne registrované geologické práce. Preskúmanosť blízkeho okolia šetreného územia je podrobne spracovaná v hydrogeologickom posudku, ktorý vypracoval M. Žitňan v apríli 2013 pod názvom:

- 1) M. Žitňan: Posúdenie geologických a hydrogeologických pomerov pre Obytnú zónu v lokalite Trnava – Rybník (AQUA-GEO, s.r.o. Bratislava, 2013)

Ako ďalšie podklady sme použili:

- 2) V. Horváth: Trnava – MK Cukrová ul., orientačný inžinierskogeologický prieskum (WH GEOTREND, s. r. o. Nitra, 2010)
- 3) Zákon o vodách č. 364 / 2004 Zb. a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č.372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon)
- 4) E. Jendraššák: Pečenský les – umelá infiltrácia, vyhodnotenie I. etapy hydrogeologického prieskumu (Vodné zdroje Bratislava, 1976)

Od projektanta sme obdržali urbanistickú štúdiu rodinných domov, bilanciu zrážkových vôd. Polohu vrtov v teréne určil zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy v miestach, kde bol hlavne bezproblémový vstup na pozemok.

4. Postup riešenia geologickej úlohy a jeho odôvodnenie

4.1 Odôvodnenie riešenia geologickej úlohy

Riešenie problematiky a vykonanie geologických prác je potrebné za účelom vypracovania optimálneho návrhu vsakovania zrážkových vôd z projektovanej obytnej zóny do horninového prostredia a podzemných vôd bez negatívneho dopadu na životné prostredie lokality.

4.2 Rozsah a metodika hydrogeologického prieskumu

a/ Vrtné práce

Na pozemku sme situovali a odvrtali 2 vrty, ktoré sme označili ako S-1 a S-2 s cieľom nájsť vhodnú vrstvu pre vsakovanie zrážkových vôd. Navrhnutá a odvrtaná hĺbka vrtov 12 m bola dosiahnutá. Vrty odvrtala osádka L. Nagya - Dolné Obdokovce 270 vrtnou súpravou typu ÚGB - 1VS spôsobom nárazovotočivým pomocou nastaviteľných špirálových vrtákov

priemeru 180 mm v júli 2013 za účasti zodpovedného riešiteľa geologickej úlohy. Poloha vrtov je zakreslená v prílohe č. 2.

b/ Vzorkovacie práce

V priebehu vrtných prác boli z vrtov odoberané porušené vzorky zemín pri každej zmene vrstevného sledu na makroskopické vyhodnotenie zodpovedným riešiteľom úlohy. Na laboratórne spracovanie sme vybrali celkovo z oboch vrtov 11 reprezentatívnych vzoriek. Táto reprezentatívna časť vzoriek zemín bola odoslaná do laboratória mechaniky zemín, kde sme sa sústredili predovšetkým na zrnitosť zloženie štrkovitých zemín a stanovenie ich filtračných parametrov. Z vrtu S-1 sme odobrali vzorku podzemnej vody na skrátenú chemickú analýzu pre posúdenie agresivity na betónovú základovú konštrukciu a na oceľové potrubia. Po odobraní vzoriek zemín a vody a odmeraní ustálenej hladiny podzemnej vody sa vrty zlikvidovali zahádzaním vyťaženým horninovým materiálom.

c/ Laboratórne práce

Na laboratórne rozbor a skúšky bolo celkovo odobraných 11 vzoriek zemín. Laboratórnymi rozborami zemín boli stanovené ich indexové a fyzikálne vlastnosti, zrnitosť zloženie a filtračné parametre. Laboratórne práce na vzorkách zemín boli vykonané v našom laboratóriu mechaniky zemín a výsledky sú súčasťou prílohy č. 4. Vzorka podzemnej vody bola analyzovaná v laboratóriu fy. LABEKO, s. r. o. Piešťany. Výsledky analýzy vody na agresivitu sú súčasťou prílohy č. 5.

d/ Výkony geologickej služby

Pozostávali zo sledu a riadenia geologických prác, dokumentácie geologických diel, vyhotovenia geologických profilov vrtov, vyhodnotenia laboratórných prác a vypracovania záverečnej správy o výsledkoch. Počas prieskumu ako i pri vypracovaní záverečnej správy sme postupovali podľa príslušných noriem.

5. Výsledky riešenia geologickej úlohy

5.1 Geologická dokumentácia geologických diel (vrtov)

Vrt č. S-1 (143,70 m n. m.)

Od 0,00 - 0,30 m ornica

0,30 - 1,20 m hnedý íl nízko plastický, pevný

1,20 - 1,60 m hnedý íl stredne plastický, tuhý

1,60 - 2,20 m hrdzavohnedý štrk siltový (hlinitý) drobný ϕ val. 1 – 2 cm
ojed. 3 cm, zavlhlý

2,20 - 3,50 m hnedý štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, drobný
 ϕ val. 0,5 – 2 cm ojed. 3 cm, zvodnelý

3,50 - 6,30 m hnedosivozelenkavý íl s vysokou plasticitou, tuhý

6,30 - 7,20 m svetlohnedý íl piesčité s množstvom konkr. ϕ 0,5 - 2 cm
tuhej konzistencie

7,20 - 8,20 m svetlý sivohnedý štrk ílovitý ϕ val. 1 – 2 cm

8,20 - 10,2 m svetlohnedý piesok ílovitý s prímiesou štrku, uľahnutý až stmelený

10,2 - 11,5 m hrdzavohnedý íl piesčitý, tuhý
 11,5 - 12,0 m sivý štrk dobre zrnený, piesčitý, ϕ val. 1 – 5 cm ojed. 7 cm, zvodnelý

Hladina podzemnej vody : narazená v hĺbke 2,20 m (I. horizont)
 ustálená v hĺbke 2,00 m (I. horizont)
 narazená v hĺbke 7,20 m (II. horizont)

Vrt č. S-2 (144,80 m n. m.)

Od 0,00 - 0,30 m ornica
 0,30 - 0,80 m hnedý íl nízko plastický, pevný
 0,80 - 1,50 m svetlohnedý íl nízko plastický, pevný (sprašová zemina)
 1,50 - 1,70 m hnedý piesok siltový (hlinitý) s ojed. val. štrku ϕ val. 0,5 cm
 1,70 - 2,20 m hnedý piesok ílovitý so štrkom drobným ϕ val. 0,5 – 1 cm, zavlhlý
 2,20 - 3,00 m hrdzavohnedý piesok ílovitý so štrkom drobným ϕ val. 0,5 – 1 cm, zavlhlý
 3,00 - 4,70 m hnedý štrk dobre zrnený, piesčitý, drobný ϕ val. 0,5 – 1 cm
 ojed. 2 - 3 cm, zvodnelý
 4,70 - 5,00 m svetlohnedý íl piesčitý, tuhej konzistencie
 5,00 - 7,30 m hnedosivý íl s vysokou plasticitou, tuhý až pevný
 7,30 - 7,80 m sivý piesok so štrkom a prímiesou jemnozrnej zeminy
 ϕ val. 1 – 2 ojed. 3 cm, zvodnelý
 7,80 - 10,0 m hrdzavohnedý štrk zle zrnený, piesčitý, ϕ val. 1 – 2 cm, zvodnelý
 10,0 - 12,0 m sivý štrk zle zrnený, piesčitý, ϕ val. 1 – 5 cm, zvodnelý

Hladina podzemnej vody : narazená v hĺbke 3,00 m (I. horizont)
 ustálená v hĺbke 2,80 m (I. horizont)
 narazená v hĺbke 7,30 m (II. horizont)

5.2 Zhodnotenie priepustnosti horninového prostredia a orientačný výpočet vsiaknutého množstva vody

Priepustnosť horninového podložia na šetrenom pozemku môžeme charakterizovať nasledovnými koeficientami filtrácie k_f (**geologický profil v mieste vrtu S-1**):

a/ Od 0,00 do 1,60 m:

- íl nízko a stredne plastický (kvartér) $k_f = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

b/ Od 1,60 do 2,20 m:

- štrk siltový (hlinitý) kvartér $k_f = 3,6 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

c/ Od 2,20 do 3,50 m:

- štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (kvartér) $k_f = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

d/ Od 3,50 do 7,20 m:

- íly vysoko plastické a íly piesčité (neogén) $k_f = 4,4 \cdot 10^{-10} - 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

e/ Od 7,20 do 8,20 m:

- štrk ílovitý (neogén) $k_f = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

f/ Od 8,20 do 10,2 m:

- piesky ílovité so štrkom, uľahlé až stmelené (neogén) $k_f = 6,2 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

g/ Od 10,2 do 11,5 m:

- íly piesčité (neogén) $k_f = 1,0 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

h/ Od 11,5 do 12,0 m:

- štrk dobre zrnentý, piesčitý (neogén) $k_f = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Predpoklad hlbších vrstiev :

i/ Od 12,00 do 20,0 m:

- štrk piesčitý (neogén) $k_f = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Z uvedených znalostí o geologickej stavbe a filtračných parametroch horninového prostredia vyplýva, že na šetrenom území je možné použiť metódu vsakovania dažďových vôd pomocou vsakovacieho zariadenia, pričom treba počítať s nízkou až veľmi dobrou účinnosťou infiltrácie vody do horninového podložia. Najvhodnejšie prostredie pre vsakovanie zrážkových vôd poskytujú dobre priepustné neogénne štrky. V prípade osadenia vsakovacieho zariadenia do pokryvných ílovitých zemín nad hladinou podzemnej vody t. j. do hĺbky 1,60 m pod terénom treba počítať s nízkou účinnosťou vsakovanej vody a bude potrebná najväčšia plocha na vsakovanie, vzhľadom na najnižší koeficient filtrácie. Preto toto prostredie nedoporučujeme pre infiltráciu zrážkových vôd. Osadenie vsakovacieho zariadenia do kvartérneho na povrchu zahlineného štrko-piesčitého súvrstvia v hĺbke 1,60 m pod súčasným povrchom terénu by nebolo optimálne z dôvodu výskytu plytkého zvodnelého horizontu malej hrúbky, ktoré je zo spodu v hĺbke 3,50 m ohraničené nepriepustným ílovitým podložíom. Sústredené vsakovanie do tejto priepustnej vrstvy nedoporučujeme z dôvodu negatívneho ovplyvnenia stavu I. horizontu hladiny podzemnej vody – vzduťie hladiny podzemnej vody s následkom zaplavovania existujúcich i plánovaných pivničných priestorov objektov RD a podmáčania územia.

1) Pre výpočet kapacity vertikálnych vsakovacích zariadení (**vrtaných studní**) sa dajú v zásade použiť všetky výpočtové metódy ako pre odberné zariadenia (studne). Preto môžeme použiť Darcy-Dupuitov vzorec pre výpočet výdatnosti studne pri voľnej hladine podzemnej vody aj pre výpočet vsiaknutého množstva vody cez neúplnú vsakovaciu vrtanú studňu do podzemnej vody s voľnou hladinou (E. Jendraššák, 1976):

$$Q_{vs} = \frac{\pi \cdot k_f \cdot (2H \cdot z + z^2)}{\ln \frac{R}{r}} \quad / \text{ m}^3 \cdot \text{ s}^{-1} /$$

Vysvetlenie symbolov a dosadených hodnôt :

- H** = pri neúplných studniach hĺbka ponorenia filtra pod pôvodnou hladinou podzemnej vody / 7,5 m /
z = prevýšenie hladiny vo vsakovacej studni nad pôvodnou hladinou podzemnej vody / predpoklad 0,20 m /
k_f = hodnota koeficienta filtrácie neogénnej štrkovej vrstvy z výsledkov hydrodynamických skúšok na studniach zásobujúcich cukrovar z roku 1988 / 0,0075 m . s⁻¹ /
R = dosah vsakovacieho kužela (95,5 m, výpočet podľa Kusakina $R = 575 \cdot z \sqrt{k_f \cdot H}$)
r = polomer studne / 0,10 m /
Q_{vs} = vsiaknuté množstvo množstvo vody za jednotku času / m³ . s⁻¹ /

Potom vsiaknuté množstvo vody za jednotku času do jednej vrtanej vsakovacej studne (v priestore vrtu S-1) hlbkej 20 m s priemerom zárubnice 0,20 m činí :

$$\underline{\underline{Q_{vs} = 0,01043 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 10,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Vsakovanie bude prebiehať len cez perforovaný plášť (filter) studne resp. vrtu priemeru min. 200 mm, ktorého dĺžka pri hĺbke studne 20 m bude 7,5 m. Dĺžku kalníka uvažujeme 1,0 m. Nadložný hydrogeologický kvartér a čiastočne aj málo priepustný hydrogeologický celok neogénu do hĺbky 11,50 m bude odizolovaný ílovým tesnením, t. j. vsakovanie bude prebiehať len do dobre priepustného neogénneho štrkopiesčitého súvrstvia v hĺbke od 11,50 do 19 m.

2) Pre výpočet kapacity ďalších vertikálnych vsakovacích zariadení (veľkopriemerových kopaných šácht - studní z betónových skruží) môžeme použiť Darcy-Dupuitov vzorec pre výpočet výdatnosti studne aj pre výpočet vsiaknutého množstva vody cez dno veľkopriemerovej šachty, kde uvažujeme kruhovú vsakovaciu plochu (E. Jendraššák, 1976):

$$Q_{vs} = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{k_f}{2} \cdot \frac{h+z}{h} / \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} /$$

Vysvetlenie symbolov a dosadených hodnôt :

- h** = výška dna vsakovacej studne nad nepriepustným podložím / 3,0 m /
z = prevýšenie hladiny vo vsakovacej studni nad zistenou hladinou podzemnej vody / z = 0,20 /
k_f = hodnota koeficienta filtrácie štrkov ílovitých vypočítaná z krivky zrnitosti / k_f = 0,00016 m . s⁻¹ /
r = polomer studne / 0,50 m /
Q_{vs} = vsiaknuté množstvo množstvo vody za jednotku času / m³ . s⁻¹ /

Potom vsiaknuté množstvo vody za jednotku času do jednej kopanej studne z betónových skruží hlbkej 7,20 m a priemeru 1 m činí :

$$\underline{\underline{Q_{vs} = 0,0000712 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 0,07 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

Z uvedeného výpočtu vyplýva, že použitie veľkopriemerových kopaných studní (šácht) v priestore vrtu S-1 nie je rentabilné.

Priepustnosť horninového podložia v mieste vrtu S-2 :

a/ Od 0,00 do 1,50 m:

- **íl nízko plastický (kvartér)** $k_f = 1,0 \cdot 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

b/ Od 1,50 do 1,70 m:

- **piesok siltový (hlinitý) kvartér** $k_f = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

c/ Od 1,70 do 3,00 m:

- **piesok ílovitý so štrkom (kvartér)** $k_f = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

d/ Od 3,00 do 4,70 m:

- **štrk dobre zrnený, piesčitý (kvartér)** $k_f = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

e/ Od 4,70 do 7,30 m:

- **íly vysoko plastické a íly piesčité (neogén)** $k_f = 4,4 \cdot 10^{-10} - 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

f/ Od 7,30 do 7,80 m:

- **piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy a štrku (neogén)** $k_f = 9,9 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

h/ Od 7,80 do 12,0 m:

- **štrk zle zrnený, piesčitý (neogén)** $k_f = 6,8 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Predpoklad hlbších vrstiev :

i/ Od 12,00 do 20,0 m:

- **štrk piesčitý (neogén)** $k_f = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

3) Výpočet kapacity vertikálneho vsakovacieho zariadenia (vrtanej studne) v priestore vrtu S-2 :

$$Q_{vs} = \frac{\pi \cdot k_f \cdot (2H \cdot z + z^2)}{\ln \frac{R}{r}} \quad / \text{ m}^3 \cdot \text{ s}^{-1} /$$

Vysvetlenie symbolov a dosadených hodnôt :

H = pri neúplných studniach hĺbka ponorenia filtra pod pôvodnou hladinou podzemnej vody / 11 m /

z = prevýšenie hladiny vo vsakovacej studni nad pôvodnou hladinou podzemnej vody / predpoklad 0,20 m /

k_f = hodnota koeficienta filtrácie neogénnej štrkovej vrstvy z výsledkov hydrodynamických

skúšok na studniach zásobujúcich cukrovar z roku 1988 / 0,0075 m · s⁻¹ /

R = dosah vsakovacieho kužela (33 m, výpočet podľa Kusakina $R = 575 \cdot z \sqrt{k_f \cdot H}$)

r = polomer studne / 0,10 m /

Q_{vs} = vsiaknuté množstvo množstvo vody za jednotku času / $m^3 \cdot s^{-1}$ /

Potom vsiaknuté množstvo vody za jednotku času do jednej vrtanej vsakovacej studne (v priestore vrtu S-2) hlbkej 20 m s priemerom zárubnice 0,20 m činí :

$$\underline{\underline{Q_{vs} = 0,01803 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 18 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

4) Výpočet kapacity vertikálnych vsakovacích zariadení (veľkopriemerových kopaných šácht - studní z betónových skruží) v priestore vrtu S-2 :

$$Q_{vs} = \pi \cdot r^2 \cdot \frac{k_f}{2} \cdot \frac{h+z}{h} / m^3 \cdot s^{-1} /$$

Vysvetlenie symbolov a dosadených hodnôt :

h = výška dna vsakovacej studne nad nepriepustným podložím / 12,0 m /

z = prevýšenie hladiny vo vsakovacej studni nad zistenou hladinou podzemnej vody / predpoklad 0,20 m /

k_f = hodnota koeficienta filtrácie neogénnej štrkovej vrstvy z výsledkov hydrodynamických

skúšok na studniach zásobujúcich cukrovar z roku 1988 / 0,0075 $m \cdot s^{-1}$ /

r = polomer studne / 0,50 m /

Q_{vs} = vsiaknuté množstvo množstvo vody za jednotku času / $m^3 \cdot s^{-1}$ /

Potom vsiaknuté množstvo vody za jednotku času do jednej kopanej studne z betónových skruží hlbkej 8 m a priemeru 1 m činí :

$$\underline{\underline{Q_{vs} = 0,00299 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} = 3 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}}}$$

5.3 Bilancia spevnených plôch a bilancia zrážkových vôd

Bilancia spevnených plôch obytnej zóny Rybník – Trnava podľa projektovej dokumentácie:

Celková výmera obytnej zóny – 18,5 ha

Variant A:

Bilancia spevnených plôch na obytnom území – vo vymedzených blokoch, s odvodom dažďových vôd do retenčných nádrží na jednotlivých pozemkoch, s využitím vody pre zavlažovanie plôch súkromnej zelene

blok	funkcia	variant A			poznámka
		výmera (ha)			
		celková výmera (ha)	z toho zastavaná plocha + spev.pl.(zámk.dl.) max. (v %)	plocha súkr. zelene min. (v %)	
I.	bývanie v RD	1,8465	40	60	dažďové vody využité na zavlažov. súkr. zelene
II.	bývanie v RD	0,4488	40	60	dažďové vody využité na zavlažov. súkr. zelene
III.	bývanie v RD	0,5040	40	60	dažďové vody využité na zavlažov. súkr. zelene
IV.	bývanie v RD + OV	0,5716	40	60	dažďové vody využité na zavlažov. súkr. zelene
V	OV	0,4850	80	20	dažďové vody odvedené do vsaku a čiastočne do akumuláčnej nádrže a využité na zavlažov. zelene
VI	bývanie v RD	0,5715	40	60	dažďové vody využité na zavlažov. súkr. zelene
VII+VIII	bývanie v RD	3,3411	40	60	dažďové vody využité na zavlažov. súkr. zelene
IX+X	bývanie v RD	2,2475	40	60	dažďové vody využité na zavlažov. súkr. zelene
XI+XII	bývanie v RD	1,4435	40	60	dažďové vody využité na zavlažov. súkr. zelene
XIII+XIV	bývanie v RD	1,0838	40	60	dažďové vody využité na zavlažov. súkr. zelene
spolu		12,5433			

Spevnené plochy verejných priestranstiev (komunikácie, chodníky, parkovacie plochy), z ktorých sú odvádzané dažďové vody do vsaku, príp. verejnej kanalizácie

trasa	variant A			poznámka
	spevnená plocha verejných priestranstiev (ha)			
	celkom	z toho		
		asfalt	zámková dlažba	
trasa 1	0,4815	cca 80%	20%	dažďové vody odvedené do vsaku
trasa 2	0,3500	cca 80%	20%	dažďové vody odvedené do vsaku
trasa 3	0,5556	cca 80%	20%	dažďové vody odvedené do vsaku

trasa 4	0,2035	cca 80%	20%	dažd'ové vody odvedené do vsaku
trasa 5	0,1725	cca 80%	20%	dažd'ové vody odvedené do vsaku
trasa 6	0,0975	cca 80%	20%	dažd'ové vody odvedené do vsaku
spolu	1,8606			

Variant A:**Odvádzanie dažd'ových vôd:**a/ Vody zo striech a spevnených plôch na pozemkoch RD:

odvádzanie do akumuláčnych nádrží a využívané na polievanie súkromnej zelene

b/ Vody zo striech objektov OV:

odvedené do akumuláčnych nádrží a využívané na polievanie súkromnej zelene a protipožiarné účely, alt. čiastočne do vsaku č.3 v určenej lokalite.

c/ Vody zo spevnených plôch verejných priestranstiev:

celk. rozsah plochy – 1,8606 ha

odtokový koeficient – 0,7 pri dažd'ovej intenzite 171 l/s.ha

(predpokladaný spád do 1%)

množstvo dažd'ových vôd:

$$Q_d = 1,8606 \times 171 \times 0,7 = \mathbf{222,71382 \text{ l/s}}$$

Dažd'ové vody budú kanalizačným potrubím z rúr ECOPAL PEHD profil D300 a D400 odvádzať do vsaku č. 1 a vsaku č. 2 v určených lokalitách (v závislosti na konfigurácii terénu).

d/ Vody zo spevnených plôch objektu občianskej vybavenosti:

celk. rozsah plochy – cca 0,25 ha

odtokový koeficient – 0,7 pri dažd'ovej intenzite 171 l/s.ha

(predpokladaný spád do 1%)

množstvo dažd'ových vôd:

$$Q_d = 0,25 \times 171 \times 0,7 = \mathbf{29,925 \text{ l/s}}$$

Dažd'ové vody budú kanalizačným potrubím z rúr ECOPAL PEHD profil D300 odvádzať do vsaku č. 3 v určenej lokalite na danej parcele OV.

5.4 Posúdenie možnosti vsakovania a návrh vsakovania zrážkových vôd

Na základe vyššie uvedených výpočtov a bilancie zrážkových vôd môžeme konštatovať, že na šetrenom území **je možné použiť metódu vsakovania** zrážkových vôd zo spevnených plôch. Ako optimálna metóda sa javí metóda vsakovania pomocou vertikálnych vsakovacích zariadení – vsakovacích studní.

Nakoľko uvedená vsakovacia kapacita jednej vrtanej studne ($Q_{vs} = 10,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ resp. $18 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) nebude postačujúca pre všetky komunikácie a spevnené plochy z celého areálu obytnej zóny, bude potrebné množstvo vsakovacích zariadení prispôbiť množstvu zrážkových vôd (asi $250 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), ktoré je potrebné vsiaknuť do horninového podložia – neogénnych štrkopieskov.

Osadenie vsakovacích zariadení do vrchného kvartérneho, na povrchu zahlieneného štrkopiesčitého súvrstvia v hĺbke 1,60 m pod súčasným povrchom terénu by nebolo optimálne z dôvodu výskytu plytkého zvodnelého horizontu malej hrúbky, ktorý je zo spodu v hĺbke 3,50 – 4,70 m ohraničený nepriepustným ílovitým podložíom. Sústredené vsakovanie do tejto priepustnej vrstvy nedoporučujeme z dôvodu negatívneho ovplyvnenia stavy I. horizontu hladiny podzemnej vody – vzdutie hladiny podzemnej vody s možným následkom zaplavovania existujúcich i plánovaných pivničných priestorov objektov RD a podmáčania územia.

5.4 Zhodnotenie možného rizika znečistenia a zhoršenia kvality podzemných vôd

„Čisté“ strešné vody a vody zo spevnených plôch na pozemkoch RD budú podľa projektovej dokumentácie odvádzané do akumuláčnych nádrží a využívané na polievanie súkromnej zelene.

Parkovacie miesta - státie automobilov na spevnených plochách verejných priestranstiev a spevnených plochách občianskej vybavenosti sú jediným možným zdrojom znečistenia podzemných vôd.. Preto doporučujeme zabezpečiť čistenie zrážkových vôd z parkovacích miest verejných spevnených plôch pred vyústením do vsakovacích objektov. Tu môžu prísť zrážkové vody do kontaktu so škodlivými látkami pochádzajúcich z automobilovej prevádzky. Tieto škodlivé látky sú ropné látky – uhl'ovodíky, ktoré je možné analyticky stanoviť ako NEL (nepolárne extrahovateľné uhl'ovodíky). Aby nedošlo k úniku ropných látok do podzemných vôd doporučujeme pred vstupom vôd vsakovacieho zariadenia osadiť odlučovač ropných látok. Toto zariadenie slúži k zachytávaniu voľných ropných látok (olejov) z dažďových odpadových vôd. Výrobcovia garantujú dosahovanú kvalitu vyčistenej vody menej ako $0,1 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ropných látok (NEL), čo by zodpovedalo Kategórii A podľa „Odporúčenia Slovenskej komisie pre životné prostredie na uplatňovanie ukazovateľov a noratívov pre asanáciu znečistenej zeminy a podzemných vôd“. Uvedeným technickým opatrením bude tak eliminovaná možnosť znehodnotenia jednej zo základných zložiek prírodného prostredia, ktorou sú podzemné vody.

5.5 Vyhodnotenie základových pomerov v prípade podpivničenia objektov RD a BD

V prípade stavebného zásahu (zakladania objektov RD a BD) do zvodnelého horninového prostredia nás zaujíma iba podzemná voda **kvartérneho útvaru**. V čase vrtných prác (30. 7. 2013) bol zistený horizont kvartérnej podzemnej vody na úrovni minimálnych stavov,

vzhľadom na pretrvávajúce suché obdobie v rámci celého júla 2013. Zistená hladina podzemnej vody má charakter režimu prúdenia s mierne napätou hladinou. Hlavným kolektorom podzemnej vody sú dobre priepustné štrky malej hrúbky. Plytký I. horizont je dotovaný hlavne priesakom atmosferických zrážok v čase výdatných dažďov a topenia snehovej pokrývky koncom zimy a na jar priamo z povrchu do podložia a brehovou infiltráciou z riečky Trnávka. Generálny smer prúdenia podzemnej vody je od SV na JZ. V čase vrtných prác (30. 7. 2013) na vrtoch S-1 a S-2 sme horizont kvartérnej podzemnej vody narazili v hĺbke 2,20 – 3,00 m pod povrchom terénu t. j. na kóte 141,50 – 141,80 m n. m. Hladina podzemnej vody sa ustálila v hĺbke 2,00 – 2,80 m pod terénom t. j. na kóte 141,70 – 142,00 m n. m. Podľa výškopisu je lokálne úroveň terénu 143,50 m n. m i menej. To znamená, že v týchto miestach pokiaľ nedôjde k navýšeniu povrchu terénu, môžeme očakávať hladinu podzemnej vody v hĺbke 1,50 – 1,80 m pod povrchom terénu. Nakoľko v tejto časti, ako i v oblasti celej Trnavy absentuje pozorovacia sieť sond podzemných vôd SHMÚ Bratislava, úroveň predpokladanej **maximálnej hladiny podzemnej vody** stanovujeme na základe vykonaného hydrogeologického prieskumu **na kótu 142,50 m n.m.** Na základe tejto kóty maximálnej hladiny podzemnej vody je možné na šetrenej lokalite budovať len polozapustené suterény s úrovňou základovej škáry 1 – 2 m pod súčasným povrchom terénu.. Podpivničenie objektov RD a BD na celú výšku pod súčasným povrchom terénu nie možné bez realizácie technických opatrení – tlaková izolácia.

6. Záver a odporúčanie

V súlade s požiadavkami uvedenými v úvodnej kapitole môžeme výsledky vyhládavacieho hydrogeologického prieskumu na šetrenej lokalite plánovanej obytnej zóny v Trnave - Rybník zhrnúť do nasledovných bodov :

1/ Vrtmi S-1 a S-2 do hĺbky 12 m boli preskúmané a zhodnotené hydrogeologické pomery a geologická stavba šetrenej lokality pre účely vsakovania zrážkových vôd. Na základe výsledkov hydrogeologického prieskumu hodnotíme šetrené územie ako podmienene vhodné pre vsakovanie zrážkových vôd. Situovanie vsakovacích zariadení do vrchného kvartérneho, na povrchu zahlineného štrko-piesčitého súvrstvia v hĺbke 1,60 m pod súčasným povrchom terénu by nebolo optimálne z dôvodu výskytu plytkého zvodnelého horizontu malej hrúbky, ktorý je zo spodu, v hĺbke 3,50 – 4,70 m ohraničený nepriepustným ílovitým podložím. Sústredené vsakovanie do tejto priepustnej vrstvy nedoporučujeme z dôvodu negatívneho ovplynenia stavu I. horizontu hladiny podzemnej vody – vzdutie hladiny podzemnej vody s možným následkom zaplavovania existujúcich i plánovaných pivničných priestorov objektov RD a podmáčania územia. Najvhodnejšie prostredie pre vsakovanie poskytuje hydrogeologický celok neogénu v hĺbke od 7,80 (vrt č. S-2) - 11,5 m (vrt č. S-1) pod súčasným povrchom terénu. Ako najvhodnejšiu a najúčinnnejšiu metódu vsakovania doporučujeme vsakovanie pomocou vertikálnych vsakovacích zariadení – vrtných studní. Nakoľko vypočítaná vsakovacia kapacita jednej vrtnej studne ($Q_{vs} = 10,4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ resp. $18,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$) nebude postačujúca pre všetky vody z komunikácií a spevnených plôch z celého areálu obytnej zóny, bude potrebné množstvo vsakovacích zariadení prispôsobiť množstvu zrážkových vôd (asi $250 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$), ktoré je potrebné vsiaknuť do horninového podložia – neogénnych štrkopieskov a podzemných vôd.

2/ „Čisté“ strešné vody a vody zo spevnených plôch na pozemkoch RD budú podľa projektovej dokumentácie odvádzané do akumuláčnych nádrží a využívané na polievanie súkromnej zelene. Parkovacie miesta - státie automobilov na spevnených plochách verejných priestranstiev a spevnených plochách občianskej vybavenosti sú jediným možným rizikom znečistenia podzemných vôd.. Preto doporučujeme zabezpečiť čistenie zrážkových vôd z parkovacích miest verejných spevnených plôch pred vyústením do vsakovacích objektov. Tu môžu prísť zrážkové vody do kontaktu so škodlivými látkami pochádzajúcich z automobilovej prevádzky. Tieto škodlivé látky sú ropné látky – uhľovodíky, ktoré je možné analyticky stanoviť ako NEL (nepolárne extrahovateľné uhľovodíky). Aby nedošlo k úniku ropných látok do podzemných vôd doporučujeme pred vstupom zrážkových vôd do vsakovacieho zariadenia osadiť odľučovač ropných látok

3) Vsakovaním prečistených zrážkových vôd do horninového prostredia nedôjde k negatívnemu ovplyvneniu akosti a množstva podzemných vôd na šetrenej lokalite a v blízkom okolí, t. j. nie je tu riziko znečistenia a zhoršenia kvality podzemných vôd. Územie plánovanej obytnej zóny sa nenachádza v pásme hygienickej ochrany vodného zdroja pre hromadné zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou. Samočistiace schopnosti horninového prostredia hodnotíme ako dobré.

4) V čase vrtných prác (30. 7. 2013) na vrtoch S-1 a S-2 sme horizont kvartérnej podzemnej vody narazili v hĺbke 2,20 – 3,00 m pod povrchom terénu t. j. na kóte 141,50 – 141,80 m n. m. Hladina podzemnej vody sa ustálila v hĺbke 2,00 – 2,80 m pod terénom t. j. na kóte 141,70 – 142,00 m n. m. Podľa výškopisu je lokálne úroveň terénu 143,50 m n. m i menej. To znamená, že v týchto miestach pokiaľ nedôjde k navýšeniu povrchu terénu, môžeme očakávať hladinu podzemnej vody v hĺbke aj 1,50 – 1,80 m pod povrchom terénu. Nakoľko v šetrenej lokalite, ako i v oblasti celej Trnavy absentuje pozorovacia sieť sond podzemných vôd SHMÚ Bratislava, úroveň predpokladanej maximálnej hladiny podzemnej vody stanovujeme na základe vykonaného hydrogeologického prieskumu na kótu 142,50 m n.m. Na základe tejto kóty maximálnej hladiny podzemnej vody je možné na šetrenej lokalite budovať len polozapustené suterény s úrovňou základovej škáry 1 – 2 m pod súčasným povrchom terénu. Podpivničenie objektov RD a BD na celú výšku pod súčasným povrchom terénu nie možné bez realizácie technických opatrení – tlaková izolácia.

7. Údaje o uložení geologickej dokumentácie

Prvotná písomná a grafická geologická dokumentácia, denné hlásenia sú uložené v archíve zhotoviteľa geologických prác na obdobie 3 rokov. Hmotná geologická dokumentácia (vzorky zemín) je uschovávaná len do dátumu odovzdania záverečnej správy geologickej úlohy objednávateľovi.