

Hydrogeologický posudok

Názov geologickej úlohy: **Bytový súbor Terchovská – posúdenie možnosti vsakovania dažďových vôd**

Etapu geologických prác: **hydrogeologický posudok**

Číslo geologickej úlohy: **640872022**

Zhotoviteľ: **AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava**

Objednávateľ: **METRO Bratislava a.s., Primaciálne námestie 1, 811 01 Bratislava**

Dátum vyhotovenia: **8.12.2022**

Zodpovedný riešiteľ: **Mgr. Peter Dobrovoda**
Číslo odb. spôsobilosti: **MŽP SR č. 420/93**
Inžinierska geológia, hydrogeológia a geológia životného prostredia

Spoluriešiteľ geologickej úlohy: **Mgr. Dalibor Dobrovoda**
Číslo odb. spôsobilosti: **MŽP SR č. 15/2018**
Inžinierska geológia



Okružla pečiatka
Podľa §9 Zákona č. 569/2007 Z. z.



konateľ spoločnosti zhotoviteľa

O B S A H

| | | |
|---------------------|--|----|
| 1. | Úvod | 2 |
| 2. | Predmet a problematika prieskumu | 2 |
| 3. | Preskúmanosť územia | 2 |
| 4. | Prírodné pomery | 3 |
| 5. | Hydrogeologické vyhodnotenie | 4 |
| a) | Charakteristika stavby | 4 |
| b) | Vrtné práce | 4 |
| c) | Geologická stavba lokality | 4 |
| d) | Priepustnosti zemín | 7 |
| e) | Orientačný výpočet rýchlosti vsakovania | 7 |
| f) | Návrh na vypúšťanie dažďových vôd | 8 |
| g) | Charakteristika vypúšťaných dažďových vôd | 8 |
| h) | Legislatívne požiadavky na vypúšťanie dažďových vôd do vsaku | 9 |
| i) | Záverečné hodnotenie | 9 |
| 6. | Záver | 10 |
| 7. | Zoznam použitej literatúry | 10 |
| Prílohy: | | |
| | Príloha 1 Prehľadná situácia | 12 |
| | Príloha 2 Podrobná situácia | 13 |
| | Príloha 3 Hydrogeologický profil | 14 |
| | Príloha 4 Krivky zrnitosti použité pre výpočet k_f | 17 |

1. Úvod

Na základe objednávky prieskumných prác od spoločnosti METRO Bratislava a.s. číslo 1128/14.11.2022 objMB140 je spoločnosťou AG audit, s.r.o. spracovaný hydrogeologický posudok pre projektovú dokumentáciu k vodoprávnemu konaniu, na posúdenie možnosti odvedenie dažďovej vody z novo zastavaných plôch pre „Bytový súbor Terchovská“.

Prieskumné práce sú spracované podľa Geologického zákona č. 569/2007 Z. z. a Vykonávacej vyhlášky č. 51/2008 k zákonu, do ktorých pôsobnosti spadá. Hydrogeologický prieskum svojim rozsahom zodpovedá rozsahu posudku, ako poradnej prílohy k projektu stavby pre územné rozhodnutie. Hydrogeologický posudok nepodlieha registrácii Geofondu.

Vymedzenie územia

| | |
|---|-----------------------------|
| Miesto prieskumu: | p.č. 17007/46, 17007/47 |
| Číselný kód a názov katastrálneho územia: | 805343 k.ú. Trnávka |
| Číselný kód a názov mestskej časti: | 529320 Bratislava - Ružinov |
| Číselný kód a názov okresu: | 102 Bratislava II |
| Kraj: | 1 Bratislava |

Lokalita sa nachádza na mapovom liste M = 1:10 000, č.m. 44-22-23 (viď. príloha č. 1).

2. Predmet a problematika prieskumu

Pre potreby spracovania hydrogeologického posudku sa využije zrealizovaný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum lokality (AG audit s.r.o., 2021) a prehodnotia sa staršie prieskumné práce v blízkom okolí:

- V rámci lokality sa posúdi výskyt vhodných polôh pre vsakovanie dažďových vôd zo zastavaných plôch.
- Na základe litológie a zrnitosti sa odhadne priepustnosť podložia
- Predmetom posudku sa následne zhodnotí vplyv a zabezpečenie odvádzaných zrážkových vôd na kvalitu podzemnej vody, v súlade s § 37 Zákona o vodách č. 364/2004 Z.z., s návrhom na ich ochranu pred znečistením.

3. Preskúmanosť územia

Geologická preskúmanosť záujmového územia bola overovaná v archíve Geofondu Štátneho geologického ústavu D. Štúra Bratislava. V minulosti boli v širšom záujmovom území vykonané viaceré prieskumné práce.

Režim kolísania hladín podzemnej vody v rámci územia Veľkej Bratislavy je podrobne spracovaný v mnohoúčelovej mape pre inžiniersku geológiu a zakladanie stavieb (Dobrovoda P., 1993).

Spracovaniu hydrogeologického posúdenia predchádzal podrobný inžinierskogeologický prieskum územia pripravovanej Bytového súboru Terchovská. Na lokalite bol vykonaný vyhľadávací hydrogeologický prieskum a overená úroveň prípadného znečistenia zo starých zátŕaží z troch vzoriek zemín a jednej podzemnej vody. Na lokalite neboli zistené žiadne nadlimitné koncentrácie látok, ktoré by obmedzili vsakovanie dažďových vôd. Bolo však zdokumentované zvýšenie pesticídov a herbicídov v podzemnej vode pochádzajúce z priestoru bývalého areálu CHZJD.

Prieskumné práce vykonala spoločnosť AG audit, s.r.o. a z týchto výsledkov pri hodnotení čerpáme. Prieskumné práce sú pre posúdenie dostatočné.

4. Prírodné pomery

Klimatické pomery severnej časti Podunajskej nížiny sú dané jej polohou. Po stránke klimatickej môžeme územie zaradiť do oblasti teplej, so znakom zvýšenej kontinentality podnebia. Podľa členenia E. QUITTA (1971) spadá územie Ružinova do teplej oblasti T, podoblast' T2, charakterizovanou veľmi dlhým, veľmi teplým letom, prechodným obdobím veľmi krátkym s teplou jarou a teplou jeseňou a miernou zimou (viď. obr. č. 1).

Zrážkový úhrn vo vegetačnom období je 300 - 350 mm, v zimnom období 200-300 mm. Priemerná ročná teplota pre širšiu oblasť Bratislavy je 9,5 - 10,1°C.

V zmysle geomorfologického členenia SR (Mazúr, Lukniš, 1987) je územie súčasťou Podunajskej nížiny, celku Podunajská rovina.

Povrch lokality je čiastočne umelo vyrovnaný antropogénnymi navážkami s nepatrnými rozdielmi výšok do niekoľko desiatok cm. Nadmorská výška terénu sa pohybuje na úrovni cca 132-133 m n.m.

Geologicky zaraďujeme záujmové územie do Podunajskej panvy. Podunajská panva má tvar zložitého synklinória, vyplneného neogénnymi a kvartérnymi sedimentmi.

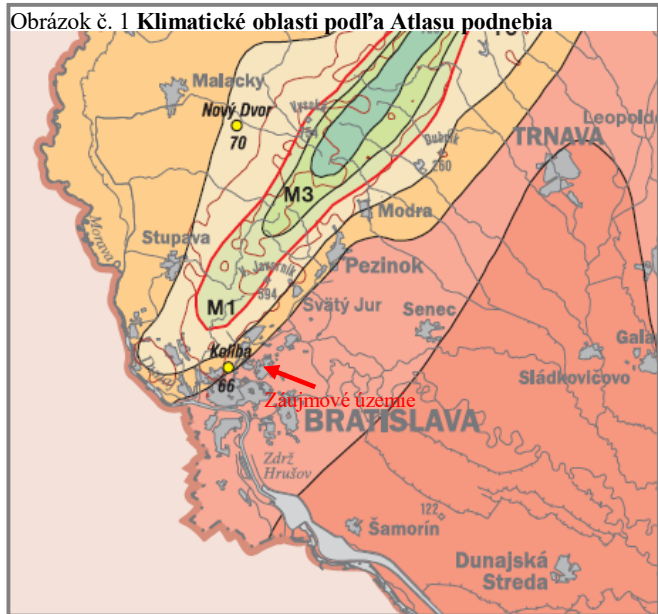
Podložie kvartérnych sedimentov je v skúmanom území tvorené neogénnymi sedimentmi vo vývoji siltov, ílov a pieskov a začína sa v hĺbke cca 7-12 m p.t.

Ílovitý vývoj je reprezentovaný panónskym súvrstvom v litologickom vývoji siltov a ílov, rôzne piesčité, prípadne siltových ílov. Najvyššie vrstvy neogénneho súvrstvia reprezentujú tzv. uholnú modrú sériu. V spodnej sú sivé, zelené a žltosivé, vyššie sivomodré vápnité íly.

Kvartér a mladší neogén (pliocén-pleistocén) je zastúpený riečnymi sedimentmi dunajských štrkov s premenlivým obsahom piesčitej prímеси. Riečne štrky sa vyznačujú nízkym obsahom jemnozrnnnej frakcie a majú prevažne sivo hnedú až svetlosivú farbu. Na predmetnej lokalite sú štrkovité zeminy zastúpené piesčitými, zle zrnitými štrkami s veľkosťou valúnov 0,5-1-3-5 cm, menej 8-10 cm. Valúny sú veľmi dobre opracované. Štrkovité zeminy sú kypré, stredne uľahnuté až uľahnuté. V záujmovej časti územia sú najvrchnejšie polohy štrkov prekryté povodňovou sedimentáciou, zastúpenou najmä siltom piesčitým a jemnozrnným pieskom ílovitým. Pôvodná povodňová sedimentácia je však v dôsledku antropogénnych aktivít v záujmovom území z veľkej časti odstránená a nahradená navážkou a odpadom.

Hydrogeologické pomery územia sú dané geologickou stavbou. Najvýznamnejšie zvodnenie je viazané na štrkové náplavy Dunaja, v ktorých prúdi podzemná voda s voľnou hladinou. Kvartérne štrkové náplavy vytvárajú spoločný hydrogeologický kolektor kvartérnych podzemných vôd Žitného ostrova. Tento hydrogeologický kolektor sa vyznačuje veľmi vysokou priepustnosťou prostredia. Neogénne íly naopak vytvárajú nepriepustné podložie zvodnených štrkov. Mocnosť štrkov smerom k centrálnej časti Žitného ostrova narastá.

Režim prúdenia podzemných vôd je v záujmovej časti závislý najmä od prietokov Dunaja, ktorý štrky napája vodou pri všetkých jeho vodných stavoch. Zrážkové vody pritekajúce z priestoru Malých Karpát sa na hladine podzemných vôd prejavujú iba minimálne. Maximálne hladiny podzemnej vody sú v tejto časti územia viazané na vysoké stavy Dunaja. S prihliadnutím na vyhodnotenie režimových meraní SHMÚ, spracované do izolínií maximálnych stavov hladiny podzemnej vody Veľkej Bratislavy v mierke $m = 1:25\,000$ (P. Dobrovoda, 1993), bola do roku 1993 v posudzovanom území zaznamenaná na úrovni 130 m n.m.



5. Hydrogeologické vyhodnotenie

a) Charakteristika stavby

Predmetom posudzovania je územie pre pripravovanú výstavbu „Bytového súboru Terchovská“, vrátane prístupovej komunikácie, ostatných spevnených plôch a plôch s parkovou úpravou. Bytový súbor bude umiestnený na pozemkoch s p.č. 17007/46, 17007/47 v k.ú Trnávka.

V rámci pripravovanej výstavby bude potrebné vyriešiť odvádzanie dažďových vôd zo zastavaných plôch, s následným vypúšťaním do podzemnej vody v rámci stavebného pozemku. Podľa charakteru rozdeľujeme zastavané plochy na strechu a prístupovú komunikáciu pre motorové vozidlá, chodníky a plochy s parkovou úpravou. Parkovanie motorových vozidiel bude riešené podzemnou garážou.

V čase spracovávaní posudku nie je pre zastavané plochy ešte spracované rozdelenie dažďových vôd, výpočet ich množstva a ani spôsob vsakovania a ich zabezpečenia. Tieto sa spresnia v projekte zdravotníckej, podľa výsledkov tohto prieskumu.

Dažďové vody odporúčam odvádzať spoločnou dažďovou kanalizáciou priamo do vsaku, nakoľko v rámci výstavby nepredpokladáme výstavbu väčšieho počtu nových nezakrytých parkovísk, ktoré by vyžadovali zabezpečenie odľučovačom ropných látok. Dažďové vody zo strechy parkovacieho domu je možné odvieť do vsaku priamo, nakoľko budú prechádzať prostredím, ktoré považujeme za čisté, bez rizika kontaminácie.

Podrobnejšie rozdelenie vôd a ich zabezpečenie sa spresní v projektovej dokumentácii.

b) Vrtné práce

V súlade s projektovou dokumentáciou a špecifikáciou prác, boli v priestore pripravovanej výstavby zrealizované sondy S-1, S-3, S-4, S-5, S-7 a S-9 do hĺbky 9 m p.t. Tieto sondy boli odvrtné súpravou UGB VS-1 vrtaním špirálou s Ø 190 mm. Vrtanie bolo vykonané osádkou pána Tibora Bratha. Čas vrtania 2020. Počas vrtania sa priebežne vyhodnocoval a dokumentoval litologický profil vrstiev, s odberom porušených vzoriek zemín na klasifikačný rozbor., ktoré poslúžili na odhad priepustnosti zemín – výpočet koeficientov filtrácie z krivky zrnitosti.

c) Geologická stavba lokality

Povrch terénu hodnoteného územia nie je pôvodný a je upravený s navážkou. Lokalita bola v minulosti Tehelňa. Reliéf terénu bol následne dorovnaný a pravdepodobne mierne navýšený. Súčasný reliéf terénu je cca ±132,1 – 132,5 m n.m.

Vrtnými prácami sme overili prítomnosť 0-1,7 m mocnej vrstvy nepôvodných zemín a navážok. Bezprostredne pod navážkou sú zachované jemnozrnné zeminy nivnej (povodňovej) sedimentácie v zastúpení siltu piesčitého F3/MS a siltu s nízkou plasticitou F5/ML svetlohnedej farby. Vo vrte S-4 sa pod siltom F5/ML nachádza poloha mäkkých ílov so strednou plasticitou F6/Cl sivej farby. Zachovaná mocnosť pôvodnej nivnej sedimentácie sa pohybuje od 1,4-3,4 m.

Pod nivnou sedimentáciou sa nachádza kvartérna fluvialná sedimentácia, ktorá je zastúpená riečnymi štrkami (pliocén – pleistocén). Jedná sa o piesčito – štrkovú sedimentáciu Dunaja. Riečna štrková sedimentácia predstavuje najvýznamnejšie súvrstvie z pohľadu zakladania s hĺbkovým dosahom 7,8 až ≥10 m p.t.

Štrky riečnej sedimentácie sú zaradené do tried - štrk zle zrnitý G2/GP a štrk dobre zrnitý G1/GW, s optimálnym obsahom piesku 25-45%. Valúny štrkov sú dobre opracované, s prevažujúcou veľkosťou 0,5-1-3-5 cm, menej 7-10 cm. Štrky sú zvodnené.

Neogénne súvrstvie je tvorené ílovitým súvrstvom morskej sedimentácie v podloží štrkov a začína prevažne ako modrosivý íl s vysokou plasticitou F8/CH, íl so strednou plasticitou F6/C1 a íl piesčitý F4/CS, tuhej až pevnej konzistencie. Hĺbkový začiatok výskytu ílov je v rámci pripravovanej bytovej výstavby rozdielny a pohybuje sa od 7,8 do viac ako 10 m p.t. Rozdiely v hĺbke sú dané mladou neogénou tektonikou, ktorá pôvodne monotónne súvrstvie rozčlenila na segmenty prepádlní a hrásti, ktoré boli následne vyplnené mladšou riečnou sedimentáciou Dunaja (viď. príloha č. 4).

Podzemnú vodu sme pri vŕtaní zachytili v hĺbke v hĺbke 3,8-4,0 m p.t., čo zodpovedá priemerným stavom cca 128,2-128,4 m n.m.

Režim prúdenia podzemnej vody v záujmovom kolektore fluviaálnych štrkov charakterizujeme ako prúdenie vody s voľnou hladinou, ktorá kolíše v závislosti od stavu hladiny vody v Dunaji, ale aj od prítokov podzemnej vody z priestoru Malých Karpát. Záujmová oblasť sa tak nachádza v oblasti, ktorú voláme: „širšia pririečna zóna Dunaja“. V nej sa prejavujú aj iné vplyvy režimu kolísania hladín a dopĺňania zásob, ako vplyv Dunaja. Vplyv Dunaja však zostáva dominantný.

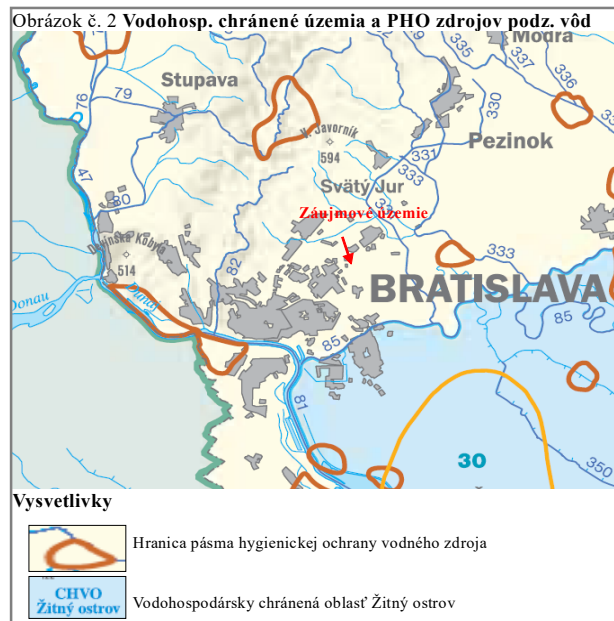
Vplyv vodného diela Gabčíkovo sa tu prejavuje iba nepriamo, miernym zvýšením minimálnych hladín podzemnej vody. Priemerné stavy hladín podzemnej vody sa tak v súčasnosti pohybujú okolo 128,3 - 128,4 m n.m. Maximálne hladiny podzemnej vody sú viazané iba na povodňové stavy Dunaja spojené s vysokými prítokmi podzemnej vody z priestoru Malých Karpát. Maximálnu hodnotu odčítanú z meraní SHMÚ je pre hodnotené územie je 130,0 m n.m. (P. Dobrovoda, 1993).

Neogénne súvrstvie tvorí nepriepustné podložie dobre zvodnených štrkov.

Lokalita sa nenachádza v žiadnom inundačnom pásme povrchového toku a nie je ani súčasťou žiadneho pásma hygienickej ochrany vodárenského zdroja (viď. obr. č. 2).

Pre vsakovanie v posudzovanej lokalite sú najvhodnejšie štrkové polohy G2/GP a G1/GW. Štrky sa vyskytujú pod celým objektom garáže, v rôznych hĺbkach, preto umiestnenie vsakov je možné voliť do blízkosti dažďových zvodov. Štrky sú do hĺbky 130 m n.m. trvalo suché.

Pre dimenzovanie vsakov odporúčam, vo vyššom stupni projektovej dokumentácie, prihliadať na zdokumentovaný geologický profil.



Tabuľka 1 Písomná dokumentácia vŕtaných sond

| Litologický popis sondy S-1 | | | | | 132,387 | |
|-----------------------------|---|--|--|-------|---------|--------|
| hĺbka pod terénom | | litologický popis hornín | | symp. | trieda | m n.m. |
| 0,00 - 1,80 | m | - navážka - hlina, štrk, betón | | Y | | 130,59 |
| 1,80 - 2,50 | m | - silt s nízkou plasticitou, tuhá konzistencia, svetlohnedý | | ML | F5 | 129,89 |
| 2,50 - 3,10 | m | - silt piesčitý, pevná konzistencia, svetlosivý | | MS | F3 | 129,29 |
| 3,10 - 3,90 | m | - štrk zle zrnitý, veľ. valúnov 0,5-1-2 cm, ojedinele do 5 cm, stredne uľahnutý, svetlohnedý | | GP | G2 | 128,49 |
| 3,90 - 5,20 | m | - štrk dobre zrnitý, veľ. valúnov 0,5-1-3-5 cm, ojedinele do 8 cm, uľahnutý, svetlosivý | | GW | G1 | 127,19 |
| 5,20 - 6,20 | m | - štrk dobre zrnitý, veľ. valúnov 1-3-5-7 cm, ojedinele do 10 cm, stredne uľahnutý, svetlosivý | | GW | G1 | 126,19 |
| 6,20 - 9,00 | m | - štrk zle zrnitý, veľ. valúnov 1-3-5-7 cm, kyprý, sivohnedý | | GP | G2 | 123,39 |
| | | hladina podzemnej vody: narazená 4,0 m p.t. | | | | |
| | | hladina podzemnej vody: ustálená 4,0 m p.t. | | | | 128,39 |

| Litologický popis sondy S-3 | | | | | 132,144 |
|-----------------------------|---|--|--|-------|---------|
| hĺbka pod terénom | litologický popis hornín | | | symp. | trieda |
| 0,00 - 0,50 m | - pôdny horizont - hlina s humusom a drobnými úlomkami tehly, tmavošedý | | | O | |
| 0,50 - 1,40 m | - silt piesčitý, tuhá konzistencia, svetlohnedý | | | MS | F3 |
| 1,40 - 2,10 m | - štrk zle zrnitý, veľ. valúnov 0,5-1-3 cm, ojedinele do 5 cm, s vyšším podielom piesku, kyprý, svetlohnedý | | | GP | G2 |

| | | | | | |
|-------------|---|---|----|----|--------|
| 2,10 - 3,10 | m | - štrk zle zrnený, veľ. valúnov 1-3 cm, ojedinele do 5 cm, s vyšším podielom piesku, uľahnutý, svetlohnedý | GP | G2 | 129,04 |
| 3,10 - 4,00 | m | - štrk zle zrnený, veľ. valúnov 1-3 cm, ojedinele do 5 cm, s vyšším podielom piesku, stredne uľahnutý, sivý | GP | G2 | 128,14 |
| 4,00 - 6,20 | m | - štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, ojedinele do 8 cm, stredne uľahnutý, sivý | GW | G1 | 125,94 |
| 6,20 - 7,90 | m | - štrk zle zrnený, veľ. valúnov 1-3-5-7 cm, kyprý, sivohnedý | GP | G2 | 124,24 |
| 7,90 - 9,00 | m | - íl piesčitý, pevná konzistencia, modrosivý | CS | F4 | 123,24 |

hladina podzemnej vody: narazená 3,8 m p.t.

hladina podzemnej vody: ustálená 3,8 m p.t.

128,34

| Litologický popis sondy S-4 | | | | | | 132,149 |
|-----------------------------|---|---|--|-------|--------|---------|
| hlbka pod terénom | | litologický popis hornín | | symp. | trieda | m n.m. |
| 0,00 - 1,50 | m | - navážka - hlina, škvára, kov, kamene | | Y | | 130,65 |
| 1,50 - 2,40 | m | - silt s nízkou plasticitou, tuhá konzistencia, svetlohnedý (navážka?) | | ML | F5 | 129,75 |
| 2,40 - 3,40 | m | - íl so strednou plasticitou, tuhá konzistencia, sivý (navážka?) | | Cl | F6 | 128,75 |
| 3,40 - 5,60 | m | - štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 0,5-1-3-5 cm, stredne uľahnutý, svetlosivý | | GW | G1 | 126,55 |
| 5,60 - 7,00 | m | - štrk zle zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, ojedinele do 7 cm, kyprý, svetlohnedý | | GP | G2 | 125,15 |
| 7,00 - 8,00 | m | - štrk zle zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, stredne uľahnutý, svetlohnedý | | GP | G2 | 124,15 |
| 8,00 - 9,00 | m | - štrk zle zrnený, veľ. valúnov 0,5-1-3 cm, kyprý sivohnedý | | GP | G2 | 123,15 |

hladina podzemnej vody: narazená 3,8 m p.t.

hladina podzemnej vody: ustálená 3,8 m p.t.

128,35

| Litologický popis sondy S-5 | | | | | | 132,167 |
|-----------------------------|--------|--------------------------|--|-------|--------|---------|
| hlbka pod terénom | | litologický popis hornín | | symp. | trieda | m n.m. |
| 0,00 | - 0,60 | m | - navážka - hlina, štrk, kamene | Y | | 131,57 |
| 0,60 | - 1,00 | m | - silt s nízkou plasticitou, tuhá konzistencia, svetlohnedý (navážka?) | ML | F5 | 131,17 |
| 1,00 | - 1,40 | m | - silt s nízkou plasticitou, tuhá konzistencia, tmavohnedý (navážka?) | ML | F5 | 130,77 |
| 1,40 | - 1,80 | m | - silt piesčitý, tuhá konzistencia, svetlosivý | MS | F3 | 130,37 |
| 1,80 | - 3,50 | m | - štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 0,5-1-3-5 cm, ojedinele do 7 cm, stredne uľahnutý, svetlohnedý | GW | G1 | 128,67 |
| 3,50 | - 7,20 | m | - štrk zle zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, ojedinele do 7 cm, stredne uľahnutý, sivohnedý | GP | G2 | 124,97 |
| 7,20 | - 8,70 | m | - štrk zle zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, ojedinele do 7 cm, kyprý, sivohnedý | GP | G2 | 123,47 |
| 8,70 | - 9,00 | m | - íl so strednou plasticitou, pevná konzistencia, modrosivý | Cl | F6 | 123,17 |

hladina podzemnej vody: narazená 3,9 m p.t.

hladina podzemnej vody: ustálená 3,9 m p.t.

128,27

| Litologický popis sondy S-7 | | | | | | 132,268 |
|-----------------------------|---|--|--|-------|--------|---------|
| hlbka pod terénom | | litologický popis hornín | | symp. | trieda | m n.m. |
| 0,00 - 0,60 | m | - navážka - hlina, štrk, kamene | | Y | | 131,67 |
| 0,60 - 0,90 | m | - silt s nízkou plasticitou, tuhá konzistencia, svetlohnedý | | ML | F5 | 131,37 |
| 0,90 - 1,50 | m | - silt piesčitý, tvrdá konzistencia, svetlohnedý | | MS | F3 | 130,77 |
| 1,50 - 3,20 | m | - štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 0,5-1-3 cm, ojedinele do 5 cm, stredne uľahnutý, svetlohnedý | | GW | G1 | 129,07 |
| 3,20 - 5,90 | m | - štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, ojedinele do 7 cm, stredne uľahnutý, sivohnedý | | GW | G1 | 126,37 |
| 5,90 - 6,60 | m | - štrk zle zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, kyprý, sivohnedý | | GP | G2 | 125,67 |
| 6,60 - 7,80 | m | - štrk zle zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, stredne uľahnutý, sivohnedý | | GP | G2 | 124,47 |
| 7,80 - 9,00 | m | - íl so strednou plasticitou, pevná konzistencia modrosivý | | Cl | F6 | 123,37 |

hladina podzemnej vody: narazená 3,9 m p.t.

hladina podzemnej vody: ustálená 3,9 m p.t.

128,37

| Litologický popis sondy S-9 | | | | | | 132,443 |
|-----------------------------|---|---|--|-------|--------|---------|
| hlbka pod terénom | | | litologický popis hornín | symp. | trieda | m n.m. |
| 0,00 - 1,20 | m | - | navážka - hlina, úlomky tehly | Y | | 131,24 |
| 1,20 - 1,60 | m | - | silt s nízkou plasticitou, tuhá konzistencia, svetlohnedý | ML | F5 | 130,84 |
| 1,60 - 2,80 | m | - | štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 0,5-1-3-5 cm, stredne uľahnutý, svetlohnedý | GW | G1 | 129,64 |
| 2,80 - 4,20 | m | - | štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 0,5-1-3 cm, kyprý, svetlohnedý | GW | G1 | 128,24 |
| 4,20 - 6,60 | m | - | štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 1-3 cm, ojedinele do 5 cm, stredne uľahnutý, sivohnedý | GW | G1 | 125,84 |
| 6,60 - 7,80 | m | - | štrk zle zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, kyprý, sivohnedý | GP | G2 | 124,64 |
| 7,80 - 9,00 | m | - | íl s vysokou plasticitou, pevná konzistencia modrosivý | CH | F8 | 123,54 |

hladina podzemnej vody: narazená 4,0 m p.t.

hladina podzemnej vody: ustálená 4,0 m p.t.

128,44

d) Priepustnosti zemín

Priepustnosti zemín sú stanovené výpočtom z odobratých vzoriek zemín v rámci inžinierskogeologického prieskumu lokality na zrnitostný rozbor (viď. príloha č. 3). Z kriviek zrnitosti vypočítané hodnoty sú obsahom nasledujúcej tabuľky č. 2.

Tabuľka 2 Koefficient filtrácie z krivky zrnitosti

| Koefficient filtrácie - empiricky z krivky zrnitosti (m/s) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | S-1 | S-1 | S-1 | S-3 | S-3 | S-3 | S-4 | S-4 | S-4 |
| hĺbka odberu v (m) | 2,6 | 4,1 | 5,9 | 2,8 | 4,5 | 8,5 | 3,0 | 5,0 | 7,1 |
| Hazen Ic | 2,86E-08 | 1,87E-05 | 3,18E-03 | 1,27E-03 | 3,18E-03 | 2,26E-08 | 1,73E-08 | 3,18E-03 | 1,87E-03 |
| Hazen Ip | 5,15E-08 | 3,36E-05 | 5,72E-03 | 2,29E-03 | 5,72E-03 | 4,07E-08 | 3,11E-08 | 5,72E-03 | 3,36E-03 |
| Hazen IIp | 8,10E-09 | 5,29E-06 | 9,00E-04 | 3,61E-04 | 9,00E-04 | 6,40E-09 | 4,90E-09 | 9,00E-04 | 5,29E-04 |
| Jákyho | 4,23E-07 | 3,14E-03 | 6,40E-03 | 3,14E-03 | 2,81E-03 | 8,10E-09 | 2,03E-09 | 3,25E-03 | 3,61E-04 |
| Bayer-Schw. | 8,46E-09 | 5,52E-06 | 9,39E-04 | 3,77E-04 | 9,39E-04 | 6,68E-09 | 5,12E-09 | 9,39E-04 | 5,52E-04 |
| Schlichter | 5,00E-08 | 1,30E-03 | 2,65E-03 | 1,30E-03 | 1,16E-03 | 9,58E-10 | 2,40E-10 | 1,35E-03 | 1,49E-04 |
| Zamarin | 2,89E-08 | 1,76E-02 | 3,59E-02 | 1,76E-02 | 1,58E-02 | 5,54E-10 | 1,38E-10 | 1,82E-02 | 2,03E-03 |
| priemer | 8,54E-08 | 3,16E-03 | 7,96E-03 | 3,77E-03 | 4,36E-03 | 1,23E-08 | 8,69E-09 | 4,80E-03 | 1,26E-03 |

| Koefficient filtrácie - empiricky z krivky zrnitosti (m/s) | | | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | S-5 | S-5 | S-5 | S-7 | S-7 | S-7 | S-9 | S-9 | S-9 |
| hĺbka odberu v (m) | 2,2 | 5,0 | 7,0 | 1,4 | 4,0 | 8,9 | 3,1 | 5,3 | 8,2 |
| Hazen Ic | 2,03E-03 | 7,94E-04 | 1,56E-03 | 5,08E-08 | 3,39E-03 | 3,53E-08 | 1,41E-03 | 2,86E-08 | 4,32E-03 |
| Hazen Ip | 3,66E-03 | 1,43E-03 | 2,80E-03 | 9,15E-08 | 6,11E-03 | 6,35E-08 | 2,54E-03 | 5,15E-08 | 7,78E-03 |
| Hazen IIp | 5,76E-04 | 2,25E-04 | 4,41E-04 | 1,44E-08 | 9,61E-04 | 1,00E-08 | 4,00E-04 | 8,10E-09 | 1,23E-03 |
| Jákyho | 7,23E-03 | 3,48E-03 | 3,48E-03 | 7,84E-08 | 7,23E-03 | 2,25E-08 | 3,03E-03 | 4,90E-09 | 7,23E-03 |
| Bayer-Schw. | 6,01E-04 | 2,35E-04 | 4,60E-04 | 1,50E-08 | 1,00E-03 | 1,04E-08 | 4,18E-04 | 8,46E-09 | 1,28E-03 |
| Schlichter | 2,99E-03 | 1,44E-03 | 1,44E-03 | 9,27E-09 | 2,99E-03 | 2,66E-09 | 1,25E-03 | 5,80E-10 | 2,99E-03 |
| Zamarin | 4,06E-02 | 1,96E-02 | 1,96E-02 | 5,36E-09 | 4,06E-02 | 1,54E-09 | 1,70E-02 | 3,35E-10 | 4,06E-02 |
| priemer | 8,24E-03 | 3,88E-03 | 4,25E-03 | 3,78E-08 | 8,89E-03 | 2,09E-08 | 3,72E-03 | 1,46E-08 | 9,34E-03 |

Prepočtom z priebehu krivky zrnitosti odhadujeme vysokú priepustnosť štrkov charakterizovanú $k_f = 1,26 \cdot 10^{-3} - 9,34 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

Priepustnosť hĺn a ílov v nadloží štrkov je výrazne nižšia $k_f = 1,23 \cdot 10^{-8} - 8,69 \cdot 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$, preto tieto polohy nie sú vhodné pre vsakovanie (viď. tabuľka č. 2).

Pre dimenzovanie vsakovacích objektov v rámci „Bytového súboru Terchovská“, odporúčam použiť hodnotu $k_f = 1,26 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.

e) Orientačný výpočet rýchlosti vsakovania

Pri orientačnom výpočte vsakovacej kapacity horninového prostredia, pre umiestnenie vsakovacích drenáží, vychádzam z všeobecnej platnosti Darcyho zákona pre pórové prostredie;

$$Q = k \cdot i \cdot F$$

kde; Q – celková výdatnosť (m^3/s)

F – potrebná minimálna filtračná plocha (m^2)

k – koefficient filtrácie (m/s)

i – hydraulický gradient ()

hydraulický gradient, rozdiel hladín na vzdialenosť L

$$i = \frac{H - h}{L}$$

Platnosť Darcyho zákona je obmedzená lineárnym prúdením a zanedbáva medzizrnné kapilárne sily.

Vstupné údaje pre výpočet

Pre výpočet sme použili najnepriaznivejší parameter horninového prostredia dunajských štrkov. Výpočet je uskutočnený tabuľkovou formou pre predpokladané uloženie vsakovacích drenáží (kóta 130 m n.m.), ktoré budú hydraulicky prepojené s polohami štrkov (triedy G2/GP a G1/GW) štrkovým podsypom.

Tabuľka 3 Hodnoty použité pre výpočet rýchlosti vsakovania

| Výpočet vsakovacej plochy pre vsaky v štrkov | | | |
|--|-------|----------|-------------------|
| koeficient filtrácie štrkov | k_f | 1,26E-03 | m/s |
| prítok vody | Q | 1 | l/s |
| | Q | 0,001 | m ³ /s |
| hydraulický gradient | i | 0,85 | |
| hlbka uloženia drenáží | | 2,0 | m p.t. |
| hladina podzemnej vody | | 3,9 | m p.t. |
| nepriepustné podložie | | ±8 | m p.t. |
| povolené naplnenie - max. | | 0,5 | m p.t. |
| q výpočtová vsakovacia kapacita plochou 1 m ² | q | 1,071 | l/s |
| plocha potrebná na vsiaknutie Q = 1,0 (l/s) | Av | 0,93 | m ² |

Z tabuľky č. 3 vidieť, že vsakovacia kapacita prostredia je veľmi vysoká, umožňujúca rýchle vsakovanie dažďových vôd. Na základe výpočtu predpokladám, že rýchlosť priebežného vsakovania v štrkoch = 1 l/s vsiakne plochou 0,93 m², alebo rýchlosť vsakovania plochou 1 m² bude 1,071 l/s.

Pri použití vsakovacích blokov, je možné voľný retenčný objem vsakovacej zostavy využiť na pozdržanie prívalových dažďov.

f) Návrh na vypúšťanie dažďových vôd

Vsakovanie dažďových vôd odporúčam riešiť vsakovacou zostavou zo vsakovacích blokov, ktoré vytvoria dostatočne veľkú retenčnú kapacitu aj na zachytenie prívalových vôd.

Na lokalite bol overený výskyt veľmi dobre priepustných polôh, medzi ktoré radíme celé súvrstvie štrkov triedy G2/GP a G1/GW.

Takéto geologické podmienky umožňujú zakladanie a uloženie vsakovacích drenáží v optimálnej hĺbke. Pri ukladaní vsakovacích drenáží (blokov) je však potrebné zabezpečiť hydraulické prepojenie s polohami štrkov. Pod vsakovacie bloky preto odporúčam použiť štrkové lôžko z triedeného štrku, až po úroveň konečného uloženia vsakovacích blokov nad kótu cca 130 m n.m. Vsakovacie bloky je optimálne uložiť do hĺbky cca 1,5-2,5 m p.t. Takto bude zabezpečené, že vsakovanie bude prebiehať pri všetkých vodných stavoch nepriamym vsakovaním s dostatočnou účinnosťou aj v prípade povodní.

g) Charakteristika vypúšťaných dažďových vôd

Kvalitatívne charakterizujeme dažďové vody ako veľmi slabo mineralizované, s veľmi nízkym obsahom cudzorodých rozpustených látok, ktorých obsah závisí od čistoty ovzdušia. Celková mineralizácia je hlboko pod 100 mg/l a patria medzi vody „hladové“, s tendenciou rýchleho obohacovania sa o vodou rozpustné látky. Výsledná mineralizácia preto závisí od doby kontaktu s potenciálne rozpustným prostredím a jej výparom, čiže voda sa staním zdanlivo o cudzorodé látky obohacuje.

Porovnaním mineralizácie zrážkových vôd a vôd podzemných zistíme, že hodnoty mineralizácie a tým aj obsahy rozpustených látok sú rádovo vyššie u podzemnej vody a pohybujú sa v rozmedzí 300-500 mg/l (v blízkosti znečistenia aj vyššie do 700 mg/l). Z uvedeného preto vyplýva, že zrážkové vody neprichádzajúce počas svojho odtoku do kontaktu s nebezpečnými látkami, nemôžu pri vypúšťaní do kolektoru podzemnej vody negatívne znížiť jej kvalitu.

h) Legislatívne požiadavky na vypúšťanie dažďových vôd do vsaku

V zmysle legislatívnej terminológie „Vodný zákon č. 364/2004 Z. z.“ nezaradujeme čisté dažďové vody ako vody odpadové a pri ich posudzovaní sa neriadi limitmi NV SR č. 491/2002 Zb. Keďže zrážkové vody budú vypúšťané do kolektoru podzemných vôd zo zastavaných plôch využívaných na rôzne účely, aj čisté dažďové vody môžu byť za určitých okolností nositeľom spláchnutej škodlivej látky. Preto je potrebné ich posudzovať ako osobitné vody a ako potenciálny zdroj znečistenia vôd.

V zmysle § 31-37 zákona č. 364/2004 Z.z. – Zákon o vodách je možné vypúšťať dažďové vody (osobitné vody) do podzemných vôd len na základe zhodnotenia hydrogeologických pomerov a preskúmania možných rizík zhoršenia kvality podzemnej vody. Na základe zistených rizík sa podľa potreby prijímu opatrenia na preventívnu ochranu vôd pred ich znečistením.

Vody z priestoru nezakrytých parkovísk, musia byť, proti náhodným únikom ropných látok z motorových vozidiel, chránené odlučovačom RL s účinnosťou NEL = 0,1 mg/l. Cieľom je zabezpečiť, aby vsakované vody boli chránené pred ich náhodným znečistením.

Ostatné plochy, ktoré neprídu počas transportu do kontaktu so žiadnou potenciálne škodlivou látkou, môžu byť do vsaku vypúšťané bez ďalšieho zabezpečenia - strechy garáže, chodníky, prístupová komunikácia a pod.

Ak to geologické podmienky umožnia, dažďové vody je možné vypúšťať do recipientu podzemných vôd iba nepriamo, t.j. do suchého horninového prostredia nad hladinou podzemných vôd.

i) Záverečné hodnotenie

Počas vrtných prác sa hladina podzemných vôd nachádzala v hĺbke 3,8-4,0 m p.t., čo zodpovedá kóte 128,3-128,4 m n.m. Maximálna hladina podzemnej vody v čase maxím môže krátkodobo dosiahnuť až kótu 130,0 m n. m.

Odtokové možnosti dunajských štrkov sú veľmi vysoké, schopné rýchlo absorbovať celý objem dažďových vôd zo zastavaných plôch bytového súboru, bez významného stúpnutia hladiny podzemnej vody v okolí vsakovania.

Vsakovanie dažďových vôd do horninového prostredia je pre danú lokalitu prirodzené a vsakovaním nepríde k zmene režimu obehu vôd. Všetky zrážkové vody zo zastavaných plôch je preto prirodzené odvádzať nepriamym vsakovaním do kolektoru podzemných vôd.

Zastrešené časti bytového súboru považujeme za miesto s veľmi nízkym rizikom kontaminácie pretekajúcich dažďových vôd prostredím. Zrážkovú vodu z týchto plôch je preto možné bezpečne odviesť priamo do recipientu podzemných vôd bez ďalšieho zabezpečenia.

Parkovanie motorových vozidiel je vyriešené parkovaním v podzemnej garáži, takže tieto odparkované motorové vozidlá neprídu do kontaktu s dažďovou vodou.

Ostatné spevnené plochy – obslužné komunikácie, chodníky predstavujú tiež miesta s nízkym rizikom znečistenia, preto aj tieto vody je možné odviesť do vsaku bez dodatočného zabezpečenia.

V prípade projektovaných zmien súvisiacich s vytvorením plôch so zvýšeným rizikom znečistenia dažďových vôd – napríklad vytvorením aj nezakrytých parkovacích plôch (>7 miest), je potrebné túto časť dažďových vôd pred vsakovaním zabezpečiť ORL s účinnosťou 0,1 mg/l NEL.

Priepustnosť štrkov je odhadnutá z krivky zrnitosti v rozmedzí $k_f = 1,26 \cdot 10^{-3} - 9,34 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$, ktorú považujeme za vhodnú pre vsakovanie. Odporúčam, napriek vysokej priepustnosti štrkov, uprednostniť vsakovacie zostavy, ktoré umožnia zachytenie prívalových zrážok a ich hydraulického prepojenia s polohami štrkov.

Zrážky spadnuté do priestoru ostatných nespevnených plôch (plochy s parkovou úpravou a chodníky) nie je potrebné odvádzať do zbernej dažďovej kanalizácie. Túto časť zrážok je najvhodnejšie nechať vsiaknuť v mieste spadú úpravou povrchu.

Kvartérne kolektory podzemnej vody nie sú súčasťou žiadneho PHO vodárensky využívaného zdroja podzemných vôd, ktoré by podliehali zvýšenej legislatívnej ochrane podzemných vôd (viď. obr. č. 2).

Z pohľadu ochrany podzemných vôd je možné odporučiť vydanie súhlasného stanoviska s navrhovaným spôsobom zabezpečenia dažďových vôd a ich vypúšťania do recipientu podzemných vôd. Projektovaný stupeň ich zabezpečenia je postačujúci, t.j. bez rizika ohrozenia kvality podzemných vôd v spádovej oblasti.

6. Záver

Predkladaným hydrogeologickým posudkom sme overili, že vsakovacie pomery horninového prostredia sú v lokalite pripravovanej výstavby „Bytového súboru Terchovská“ pre účel vsakovania dažďových vôd veľmi dobré.

Záverom môžeme hodnotenia zhrnúť nasledovne:

- Dažďové vody je možné vsakovať do suchého horninového prostredia dunajských štrkov nad hladinou podzemnej vody, ktorých priepustnosť je charakterizovaná $k_f = 1,26 \cdot 10^{-3} - 9,34 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$.
- Priepustnosť dunajských štrkov vyhovuje na veľmi rýchle odvedenie celého objemu dažďových vôd s rýchlosťou vsakovania; $Q = 1 \text{ l/s}$ vsiakne plochou $0,93 \text{ m}^2$, alebo rýchlosť vsakovania plochou 1 m^2 bude $1,071 \text{ l/s}$.
- Vsakovanie odporúčam realizovať prostredníctvom vsakovacích blokov, ktorých uloženie a rozmery odporúčam dopočítat podľa výsledkov tohto prieskumu.
- Vsakovanie dažďových vôd neovplyvní stabilitu budov v okolí vsakov.
- Pred vstupom zrážkových vôd do vsakovacieho systému je vhodné zbaviť ich všetkých mechanických nečistôt v prietokových sedimentačných nádržiach a tým predĺžiť životnosť vsakovacích blokov.
- Aktívnu vsakovaciu plochu odporúčam hydraulicky prepojiť s polohami štrkov G2/GP a G1/GW vhodným štrkovým podsypom.
- **Dno vsakovacích blokov sa nesmie obaľovať žiadnou geotextíliou** z dôvodu jej sekundárnej kolmatácie spláchnutým kalom z dažďových vôd. Geotextíliu je potrebné použiť iba na obalenie vrchných a bočných strán zostavy vsakovacích blokov.
- Dažďové vody zo stried, prístupovej komunikácie a chodníkov považujeme za čisté, neohrožujúce kvalitu žiadnych zdrojov podzemných vôd.
- Predpokladáme, že v rámci tejto výstavby nebudú vybudované nezakryté parkovacie plochy, ktoré by bolo potrebné zabezpečiť ORL. Preto celý objem zachytených dažďových vôd je možné odvieť do vsaku priamo, bez ďalšieho zabezpečenia.
- Dažďové vody z priestoru zatravnovaných plôch a chodníkov odporúčam ponechať voľným vsakovaním povrchom.
- Riziko znečistenia podzemných vôd bude, pri dodržaní odporúčaných zásad bezpečnej prevádzky veľmi nízke a účinnosť vsakovacích blokov vysoká.

Pri spracovaní posudku som vychádzal z rozsahu § 37 zákona o vodách č. 364/2004 Zb. z. a vlastných vrtných a laboratórnych prác. V súlade s legislatívnymi požiadavkami a predpokladaným vplyvom zrážkových vôd na kvalitu chránených podzemných vôd, odporúčam **vydať súhlasné stanovisko s navrhovaným spôsobom odvádzania a zabezpečenia dažďových vôd zo zastavaných plôch. Uvedený spôsob je pre danú oblasť prirodzený a nebude mať zhoršujúci vplyv na kvalitu podzemných vôd.**

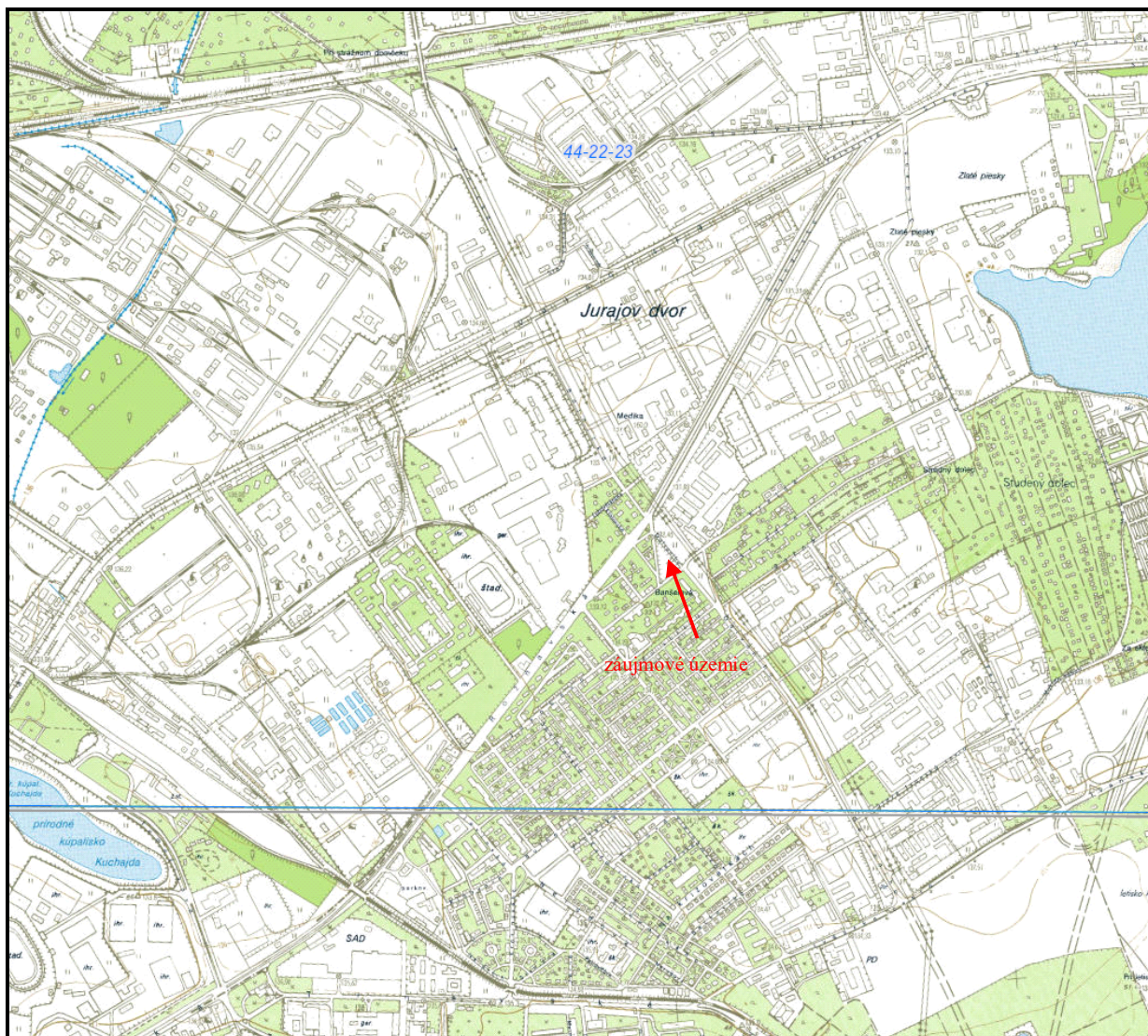
7. Zoznam použitej literatúry

1. Atlas Krajiny Slovenskej republiky, 2002, Slovenská agentúra životného prostredia – centrum environmentálneho manažérstva - Enviroportal, <http://globus.sazp.sk/atlasr/>
2. Benková K., Švasta J., Marcin D., 2006; Hydrogeologická mapa, M=1:50 000, GÚDŠ Bratislava

3. Dobrovoda P., 1993; Zhodnotenie hydrogeologických pomerov pre mnohoúčelovú mapu Bratislavy v $M = 1:10\,000$, Geos a.s. Bratislava, manuskript
4. Dobrovoda P., Dobrovoda D., 2021; Bytový súbor Terchovská - inžinierskogeologický prieskum, manuskript
5. Kolektív autorov, 1996: Geologická mapa SR $M=1:500\,000$, GÚDŠ Bratislava,
6. Mazúr E.- Lukniš M., 1986; Geomorfologické členenie Slovenska, Slovenská kartografia

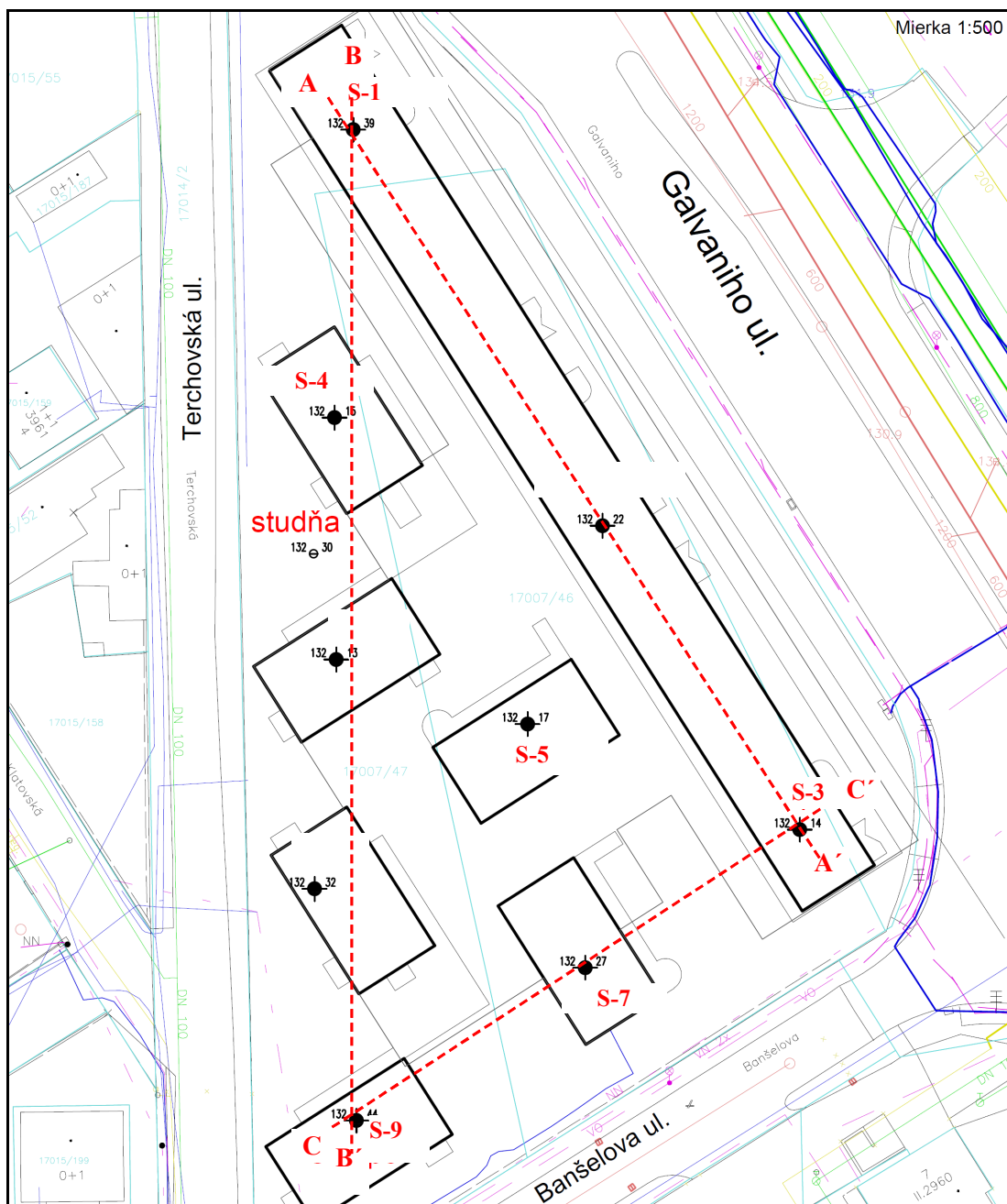


Vypracoval: Mgr. Peter Dobrovoda
Mgr. Dalibor Dobrovoda

Príloha 1 Prehľadná situácia**Vysvetlivky:**

– umiestnenie „Bytový súbor Terchovská“

| | | |
|--|---|--------------------|
| objednávateľ prác: METRO Bratislava a.s., Primaciálne námestie 1, 811 01 Bratislava | | |
| zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava | | |
| názov úlohy: Bytový súbor Terchovská – posúdenie možnosti vsakovania dažďových vôd | číslo úlohy: | dátum vypracovania |
| | 640872022 | 8.12.2022 |
| názov prílohy: Prehľadná situácia | vypracoval: Mgr. Peter Dobrovoda | |
| mierka: kópia z 1:10 000 | číslo prílohy: 1. | |

Príloha 2 Podrobná situácia**Vysvetlivky**

- S-1**
 ● - prieskumná sonda S-1
 - - - - - línia rezu

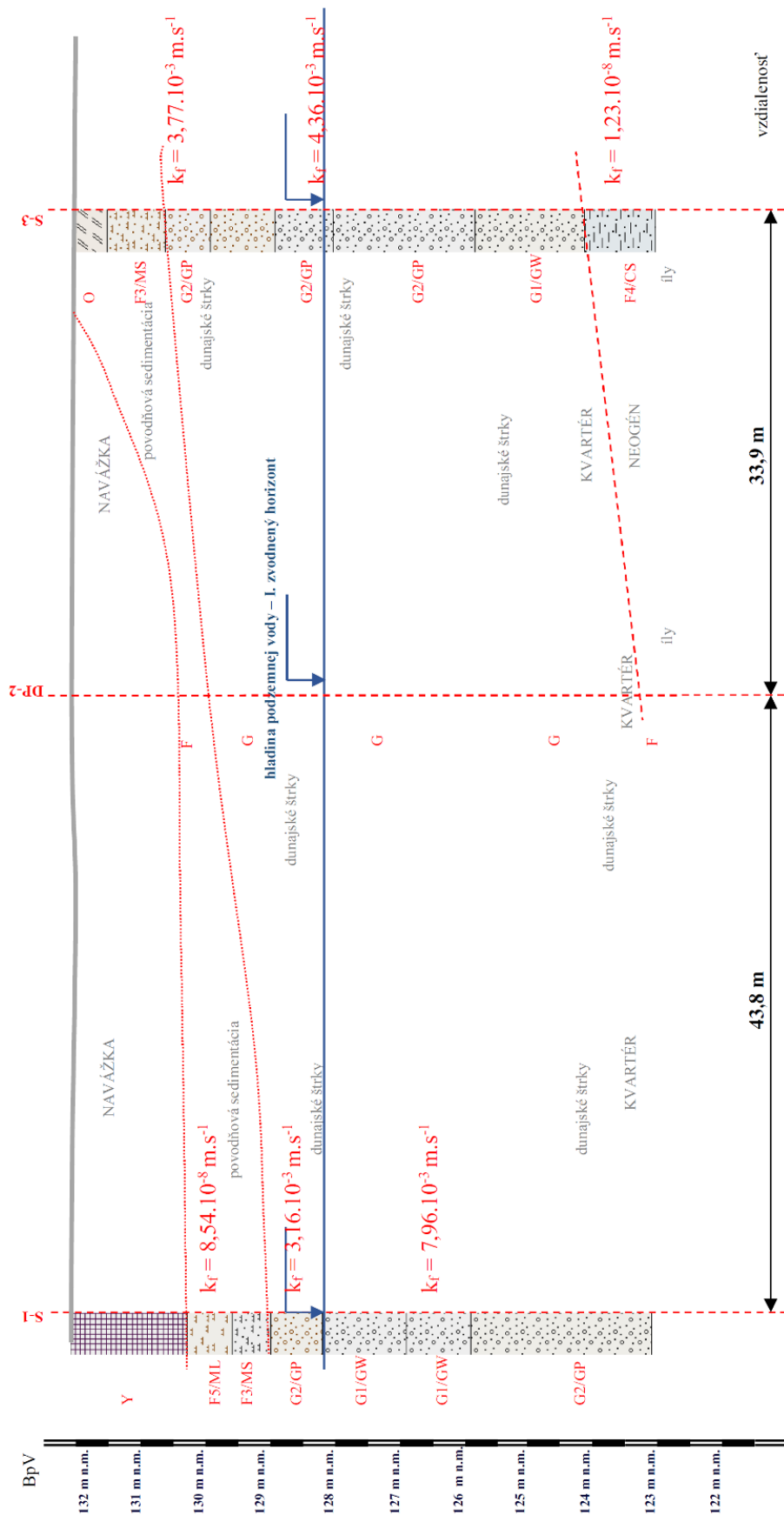
| | | |
|--|---|--|
| objednávateľ prác: METRO Bratislava a.s., Primaciálne námestie 1, 811 01 Bratislava | | |
| zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava | | |
| názov úlohy: Bytový súbor Terchovská – posúdenie možnosti vsakovania dažďových vôd | číslo úlohy: 640872022 | dátum vypracovania 8.12.2022 |
| názov prílohy: Podrobná situácia | vypracoval: Mgr. Peter Dobrovoda | |
| mierka: | číslo prílohy: 2. | |

Príloha 3 Hydrogeologický profil

Geologický profil

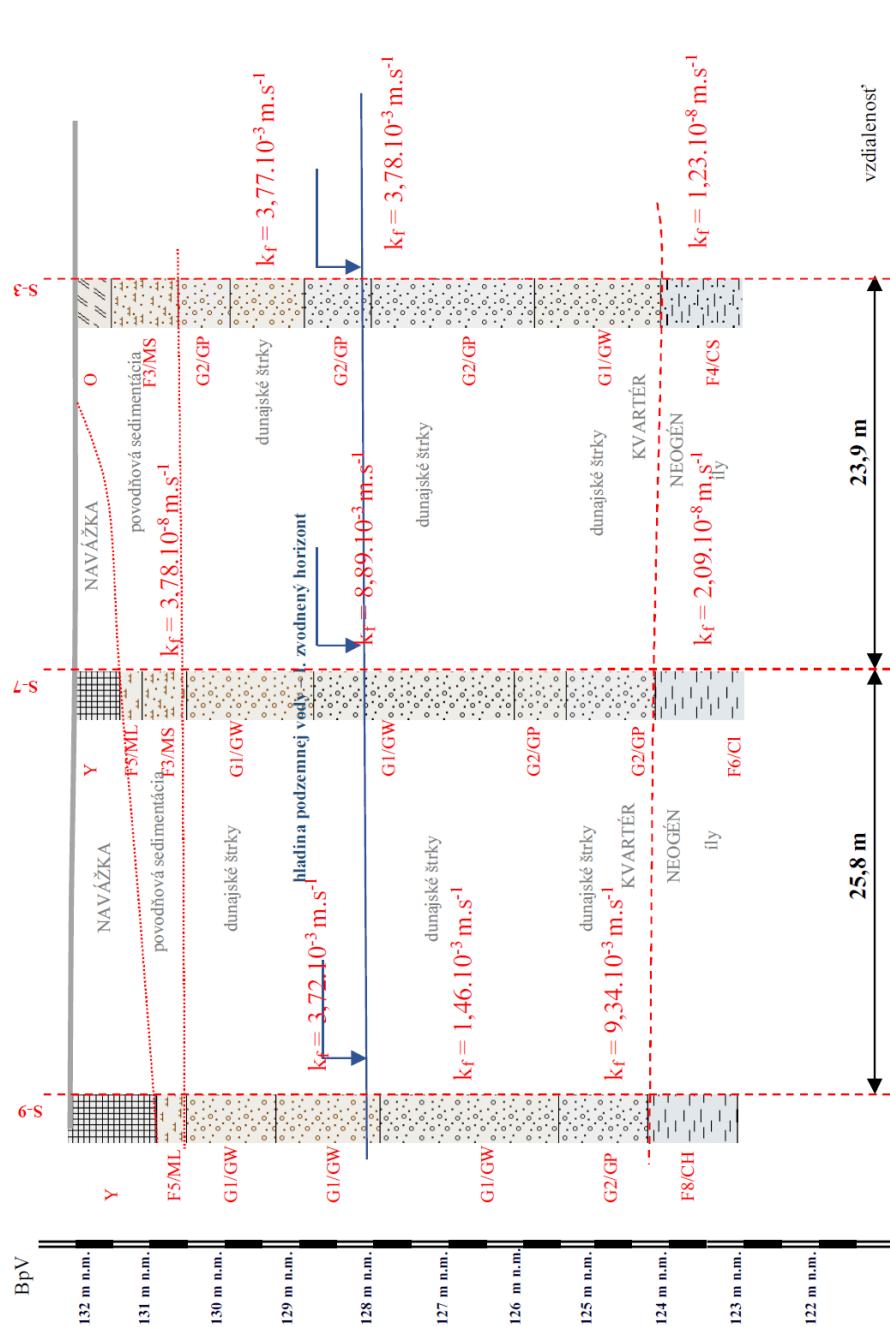
| | | |
|--|---|--|
| objednávateľ prác: METRO Bratislava a.s., Primaciálne námestie 1, 811 01 Bratislava | | |
| zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava | | |
| názov úlohy: Bytový súbor Terchovská – posúdenie možnosti vsakovania dažďových vôd | číslo úlohy: 640872022 | dátum vypracovania 8.12.2022 |
| názov prílohy: Geologický profil | vypracoval: Mgr. Dalibor Dobrovoda | |
| mierka: | číslo prílohy: 3. | |

Hydrogeologický profil A – A'
 "Bytový súbor Terchovská - vsak"
 M= 1:100/450





Hydrogeologický profil C – C'
"Bytový súbor Terchovská - však"
M= 1:100/450



Vysvetlivky ku geologickému rezu:

G2/GP – symbol a trieda zeminy podľa STN 72 1001

S-9 – profil vrtu S-9

– povrch terénu

– litologická hranica

$k_f = 3,72 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ – koeficient filtrácie z krivky zrnitosti

Príloha 4 Krivky zrnitosti použité pre výpočet k_f

Klasifikačné rozborý zemín

| | | |
|--|----------------------------------|--------------------|
| objednávateľ prác: METRO Bratislava a.s., Primaciálne námestie 1, 811 01 Bratislava | | |
| zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava | | |
| názov úlohy: | číslo úlohy: | dátum vypracovania |
| Bytový súbor Terchovská – posúdenie možnosti vsakovania dažďových vôd | 640872022 | 8.12.2022 |
| názov prílohy: Krivky zrnitosti | vypracoval: Mgr. Peter Dobrovoda | |
| mierka: | číslo prílohy: 4. | |

I. Úvod

Počas prieskumných terénnych prác boli odobraté porušené vzorky zemín na ich granulometrický rozbor.

Názov úlohy: **BA – Bytový súbor Terchovská ul.**

Vzorky zemín boli odobraté z prieskumných sond **S-1, S-3, S-4, S-5, S-7 a S-9** do igelitových sáčkov s popisom tak, aby sa zachovala ich prirodzená vlhkosť. Bezprostredne po doručení sme pristúpili k ich spracovaniu.

II. Počet a druh spracovaných vzoriek

| sonda | číslo vzorky | hĺbka odberu | druh vzorky |
|-------|--------------|--------------|-------------|
| S - 1 | 2020227 | 2,6 | porušená |
| S - 1 | 2020228 | 4,1 | porušená |
| S - 1 | 2020229 | 5,9 | porušená |
| S - 3 | 2020230 | 2,8 | porušená |
| S - 3 | 2020231 | 4,5 | porušená |
| S - 3 | 2020232 | 8,5 | porušená |
| S - 4 | 2020233 | 3 | porušená |
| S - 4 | 2020234 | 5,0 | porušená |
| S - 4 | 2020235 | 7,1 | porušená |
| S - 5 | 2020236 | 2,2 | porušená |
| S - 5 | 2020237 | 5,0 | porušená |
| S - 5 | 2020238 | 7,0 | porušená |
| S - 7 | 2020239 | 1,4 | porušená |
| S - 7 | 2020240 | 4,0 | porušená |
| S - 7 | 2020241 | 8,9 | porušená |
| S - 9 | 2020242 | 3,1 | porušená |
| S - 9 | 2020243 | 5,3 | porušená |
| S - 9 | 2020244 | 8,2 | porušená |

III. Požadované rozbor

Zodpovedný riešiteľ požadoval stanoviť základné fyzikálne rozbor

Počet a druh vykonaných skúšok

18 x zrnitosť osievaním za mokra a sucha

6 x hustomerná skúška

Zrnitosťné zloženie sme zisťovali preosievaním nesúdržných zemín a súdržných hustomernou skúškou s premývaním a preosievaním. Frakcie pod 0,1 mm sú stanovené nepriamou hustomernou metódou a frakcie nad 0,1 mm preosiatím na sitách. Vlhkosť v prírodnom uložení bola zistená sušením pri teplote 105-110°C a následne získaná podľa prepočtu /1/ STN 72 1012. Konzistenčné medze boli zistené laboratórnymi postupmi STN 72 1013 a STN 72 1014 pomocou Cassagrandeho prístroja štvorbodovou metódou.

IV. Výsledky skúšok

Výsledky skúšok sú obsahom nasledujúcej tabuľky a krivky zrnitosti.

| sonda | hĺbka | vlhkosť | konzistenčné medze | | | | konzistencia | trieda | symbol | názov podľa 72 1001 |
|-------|-------|---------|--------------------|-------|-------|------|--------------|--------|--------|----------------------------|
| | | W % | WL % | WP % | Ip | Ic | | | | |
| S - 1 | 2,6 | 15,28 | 40,10 | 24,10 | 16,00 | 1,55 | F3 | MS | | silt piesčitý |
| S - 1 | 4,1 | 7,87 | | | | | G1 | GW | | štrk dobre zrnený |
| S - 1 | 5,9 | 6,64 | | | | | G1 | GW | | štrk dobre zrnený |
| S - 3 | 2,8 | 1,75 | | | | | G2 | GP | | štrk zle zrnený |
| S - 3 | 4,5 | 6,39 | | | | | G1 | GW | | štrk dobre zrnený |
| S - 3 | 8,5 | 20,46 | 45,10 | 17,80 | 27,30 | 0,90 | F4 | CS | | íl piesčitý |
| S - 4 | 3,0 | 24,65 | 39,80 | 14,40 | 25,40 | 0,60 | F6 | CI | | íl so strednou plasticitou |
| S - 4 | 5,0 | 8,08 | | | | | G1 | GW | | štrk dobre zrnený |
| S - 4 | 7,1 | 13,29 | | | | | G2 | GP | | štrk zle zrnený |
| S - 5 | 2,2 | 1,39 | | | | | G1 | GW | | štrk dobre zrnený |
| S - 5 | 5,0 | 6,38 | | | | | G2 | GP | | štrk zle zrnený |
| S - 5 | 7,0 | 8,56 | | | | | G2 | GP | | štrk zle zrnený |
| S - 7 | 1,4 | 21,08 | 41,50 | 25,70 | 15,80 | 1,29 | F3 | MS | | silt piesčitý |
| S - 7 | 4,0 | 5,05 | | | | | G1 | GW | | štrk dobre zrnený |
| S - 7 | 8,9 | 16,77 | 36,90 | 15,20 | 21,70 | 0,93 | F6 | CI | | íl so strednou plasticitou |
| S - 9 | 3,1 | 3,64 | | | | | G1 | GW | | štrk dobre zrnený |
| S - 9 | 5,3 | 6,05 | | | | | G1 | GW | | štrk dobre zrnený |
| S - 9 | 8,2 | 19,25 | 50,70 | 19,80 | 30,90 | 1,02 | F8 | CH | | íl s vysokou plasticitou |

V. Záver

Vzorka bola po spracovaní skartovaná.

VI. Zoznam použitej literatúry

STN 721001 Klasifikácia zemín a skalných hornín
 STN 721014 Laboratórní stanovení meze tekutosti zemín
 STN 721013 Laboratórní stanovení meze plasticity zemín
 STN 721012 Laboratórní stanovení vlhkosti zemín
 STN 721172 Laboratórne stanovenie zrnitosti zemín

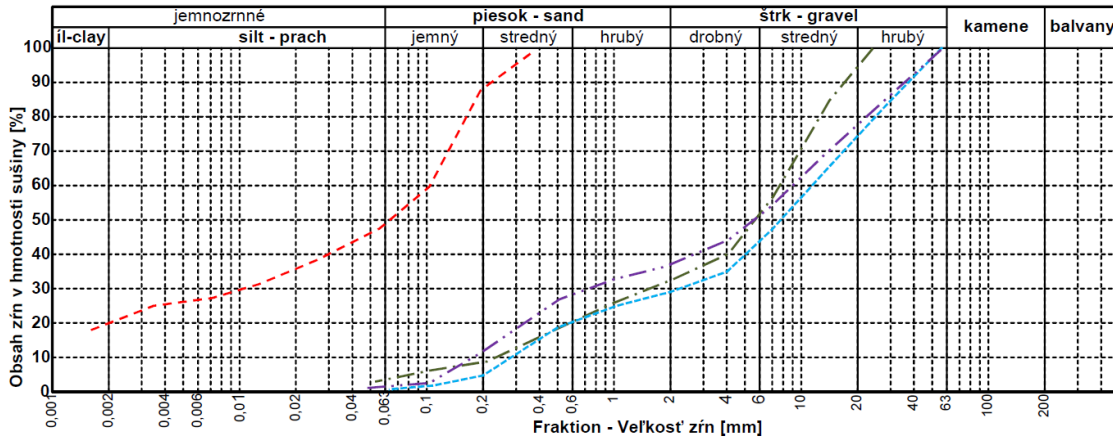
V Bratislave,

spracoval:  Mgr. Dalibor Dobrovoda
 Mgr. Peter Dobrovoda



Krivky zrnitosti zemín

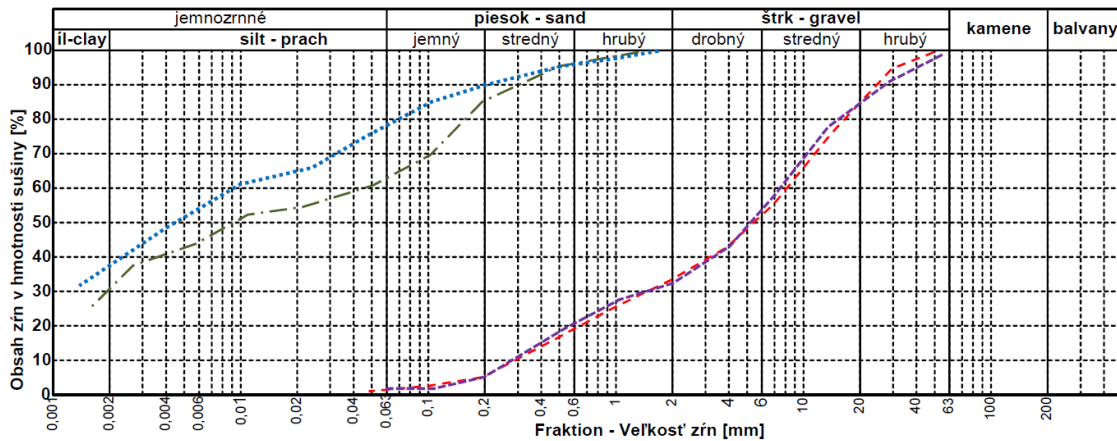
názov úlohy: BA - Terchovská ul.



| probe | hlbka | vzor | Cu | Cc | WL % | Ip | trieda | symbol | názov podľa STN 72 1001 - name of soil |
|-------|-------|------|-----|-----|-------|-------|--------|--------|--|
| 1 | S - 1 | 2,6 | --- | --- | 40,10 | 16,00 | F3 | MS | silt piesčitý |
| 2 | S - 1 | 4,1 | --- | --- | --- | --- | G1 | GW | štrk dobre zrnitý |
| 3 | S - 1 | 5,9 | --- | --- | --- | --- | G1 | GW | štrk dobre zrnitý |
| 4 | S - 3 | 2,8 | --- | --- | --- | --- | G2 | GP | štrk zle zrnitý |

Krivky zrnitosti zemín

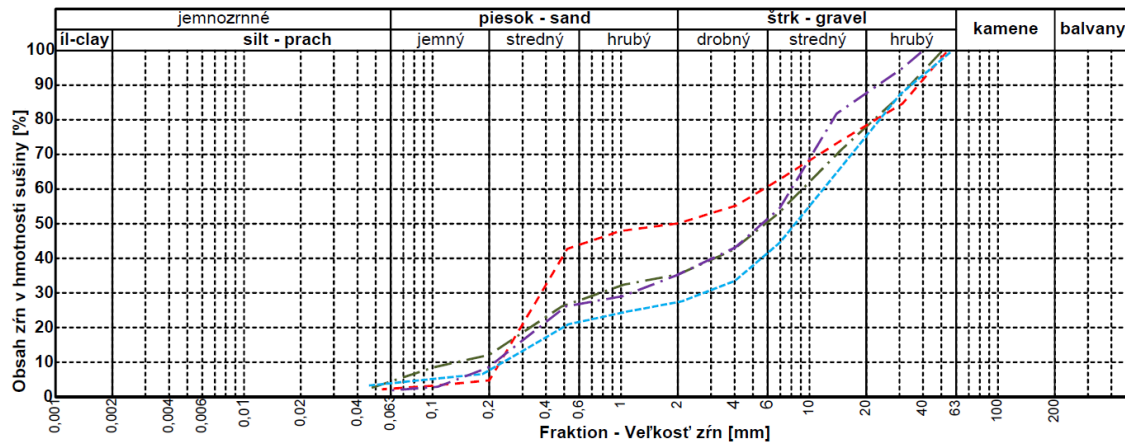
názov úlohy: BA - Terchovská ul.



| probe | hlbka | vzor | Cu | Cc | WL % | Ip | trieda | symbol | názov podľa STN 72 1001 - name of soil |
|-------|-------|------|-----|-----|-------|-------|--------|--------|--|
| 5 | S - 3 | 4,5 | --- | --- | --- | --- | G1 | GW | štrk dobre zrnitý |
| 6 | S - 3 | 8,5 | --- | --- | 45,10 | 27,30 | F4 | CS | íl piesčitý |
| 7 | S - 4 | 3,0 | --- | --- | 39,80 | 25,40 | F6 | CI | íl so strednou plasticitou |
| 8 | S - 4 | 5,0 | --- | --- | --- | --- | G1 | GW | štrk dobre zrnitý |

Krivky zrnitosti zemín

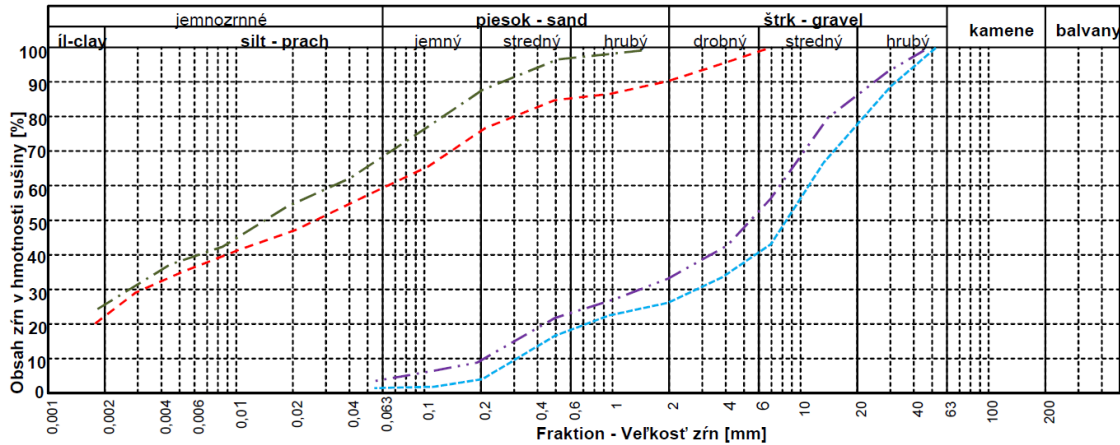
názov úlohy BA - Terchovská ul.



| | probe | hlbka | vzor | Cu | Cc | WL % | Ip | trieda | symbol | názov podľa STN 72 1001 - name of soil |
|----|-------|-------|------|-------|------|------|----|--------|--------|--|
| 9 | S - 4 | 7,1 | --- | 25,22 | 0,11 | | | G2 | GP | štrk zle zmený |
| 10 | S - 5 | 2,2 | --- | 49,58 | 2,94 | | | G1 | GW | štrk dobre zmený |
| 11 | S - 5 | 5,0 | --- | 61,33 | 0,46 | | | G2 | GP | štrk zle zmený |
| 12 | S - 5 | 7,0 | --- | 38,57 | 0,85 | | | G2 | GP | štrk zle zmený |

Krivky zrnitosti zemín

názov úlohy BA - Terchovská ul.

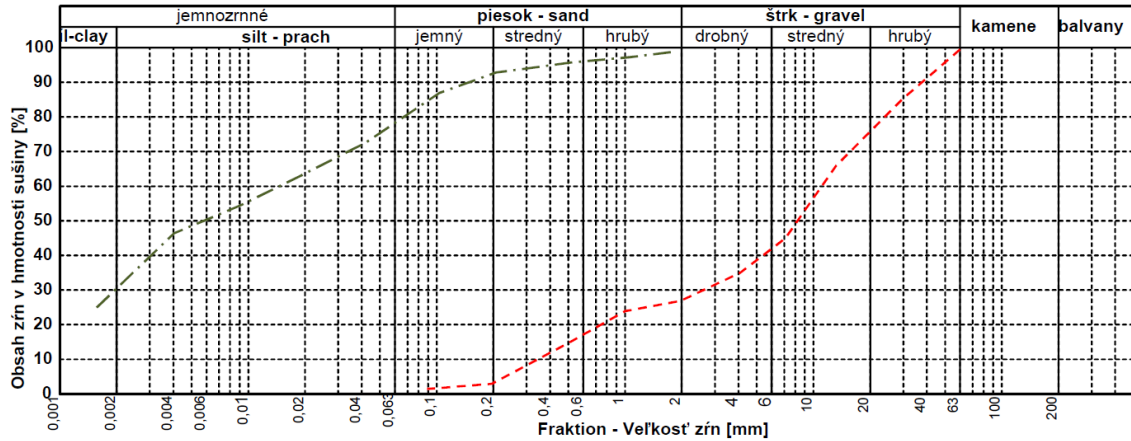


| | probe | hlbka | vzor | Cu | Cc | WL % | Ip | trieda | symbol | názov podľa STN 72 1001 - name of soil |
|----|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--|
| 13 | S - 7 | 1,4 | --- | | | 41,50 | 15,80 | F3 | MS | silt piesčitý |
| 14 | S - 7 | 4,0 | --- | 35,48 | 2,47 | | | G1 | GW | štrk dobre zmený |
| 15 | S - 7 | 8,9 | --- | | | 36,90 | 21,70 | F6 | Cl | íl so strednou plasticitou |
| 16 | S - 9 | 3,1 | --- | 36,66 | 1,39 | | | G1 | GW | štrk dobre zmený |

Krivky zrnitosti zemín

názov úlohy

BA - Terchovská ul.



| | probe | hlbka | vzor | Cu | Cc | WL % | Ip | trieda | symbol | názov podľa STN 72 1001 - name of soil |
|----|-------|-------|------|-------|------|------|------|--------|--------|--|
| 17 | S - 9 | 5,3 | --- | 31,76 | 2,14 | | | G1 | GW | štrk dobre zmený |
| 18 | S - 9 | 8,2 | --- | | | 50,7 | 30,9 | F8 | CH | íl s vysokou plasticitou |

| Koeficient filtrácie - empiricky z krivky zrnitosti (m/s) | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | S-1 | S-1 | S-1 | S-3 | S-3 | S-3 | S-4 | S-4 | S-4 |
| hlbka odberu v (m) | 2,6 | 4,1 | 5,9 | 2,8 | 4,5 | 8,5 | 3,0 | 5,0 | 7,1 |
| Hazen Ic | 2,86E-08 | 1,87E-05 | 3,18E-03 | 1,27E-03 | 3,18E-03 | 2,26E-08 | 1,73E-08 | 3,18E-03 | 1,87E-03 |
| Hazen Ip | 5,15E-08 | 3,36E-05 | 5,72E-03 | 2,29E-03 | 5,72E-03 | 4,07E-08 | 3,11E-08 | 5,72E-03 | 3,36E-03 |
| Hazen Iip | 8,10E-09 | 5,29E-06 | 9,00E-04 | 3,61E-04 | 9,00E-04 | 6,40E-09 | 4,90E-09 | 9,00E-04 | 5,29E-04 |
| Jákyho | 4,23E-07 | 3,14E-03 | 6,40E-03 | 3,14E-03 | 2,81E-03 | 8,10E-09 | 2,03E-09 | 3,25E-03 | 3,61E-04 |
| Bayer-Schw. | 8,46E-09 | 5,52E-06 | 9,39E-04 | 3,77E-04 | 9,39E-04 | 6,68E-09 | 5,12E-09 | 9,39E-04 | 5,52E-04 |
| Schlichter | 5,00E-08 | 1,30E-03 | 2,65E-03 | 1,30E-03 | 1,16E-03 | 9,58E-10 | 2,40E-10 | 1,35E-03 | 1,49E-04 |
| Zamarin | 2,89E-08 | 1,76E-02 | 3,59E-02 | 1,76E-02 | 1,58E-02 | 5,54E-10 | 1,38E-10 | 1,82E-02 | 2,03E-03 |
| priemer | 8,54E-08 | 3,16E-03 | 7,96E-03 | 3,77E-03 | 4,36E-03 | 1,23E-08 | 8,69E-09 | 4,80E-03 | 1,26E-03 |

| Koeficient filtrácie - empiricky z krivky zrnitosti (m/s) | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | S-5 | S-5 | S-5 | S-7 | S-7 | S-7 | S-9 | S-9 | S-9 |
| hlbka odberu v (m) | 2,2 | 5,0 | 7,0 | 1,4 | 4,0 | 8,9 | 3,1 | 5,3 | 8,2 |
| Hazen Ic | 2,03E-03 | 7,94E-04 | 1,56E-03 | 5,08E-08 | 3,39E-03 | 3,53E-08 | 1,41E-03 | 2,86E-08 | 4,32E-03 |
| Hazen Ip | 3,66E-03 | 1,43E-03 | 2,80E-03 | 9,15E-08 | 6,11E-03 | 6,35E-08 | 2,54E-03 | 5,15E-08 | 7,78E-03 |
| Hazen Iip | 5,76E-04 | 2,25E-04 | 4,41E-04 | 1,44E-08 | 9,61E-04 | 1,00E-08 | 4,00E-04 | 8,10E-09 | 1,23E-03 |
| Jákyho | 7,23E-03 | 3,48E-03 | 3,48E-03 | 7,84E-08 | 7,23E-03 | 2,25E-08 | 3,03E-03 | 4,90E-09 | 7,23E-03 |
| Bayer-Schw. | 6,01E-04 | 2,35E-04 | 4,60E-04 | 1,50E-08 | 1,00E-03 | 1,04E-08 | 4,18E-04 | 8,46E-09 | 1,28E-03 |
| Schlichter | 2,99E-03 | 1,44E-03 | 1,44E-03 | 9,27E-09 | 2,99E-03 | 2,66E-09 | 1,25E-03 | 5,80E-10 | 2,99E-03 |
| Zamarin | 4,06E-02 | 1,96E-02 | 1,96E-02 | 5,36E-09 | 4,06E-02 | 1,54E-09 | 1,70E-02 | 3,35E-10 | 4,06E-02 |
| priemer | 8,24E-03 | 3,88E-03 | 4,25E-03 | 3,78E-08 | 8,89E-03 | 2,09E-08 | 3,72E-03 | 1,46E-08 | 9,34E-03 |