

<b>Názov geologickej úlohy:</b>	<b>Bratislava - Medzilaborecká ulica, ZŠ, pavilón a telocvičňa</b>
<b>Etapu geologických prác:</b>	Podrobný inžinierskogeologický prieskum
<b>Číslo geologickej úlohy:</b>	20201037
<b>Názov a číslo katastrálneho územia:</b>	Ružinov, 805558
<b>Názov a kód okresu:</b>	Bratislava II, 102
<b>Zhotoviteľ geologickej úlohy:</b>	DRILL, s.r.o., Gruzínska 9, 821 05 Bratislava
<b>Objednávateľ geologických prác:</b>	Ing. Milan Šulan, Inovecká 4, 903 01 Senec
<b>Dátum vyhotovenia:</b>	Október 2020
<b>Zodpovedný riešiteľ:</b>	RNDr. Rudolf Holzer
<b>Štatutárny zástupca:</b>	RNDr. Rudolf Holzer
<b>Spoluriešiteľ:</b>	RNDr. Filip Holzer

## **ZOZNAM PRÍLOH**

**A4**

1.	GEOLOGICKÁ SPRÁVA	19
2.	PREHLADNÁ SITUÁCIA	2
3.	SITUÁCIA PRIESKUMNÝCH SOND	3
4.	GRAFICKÁ DOKUMENTÁCIA SOND A GEOLOGICKÉ REZY	3
5.	LABORATÓRNE ROZBORY A SKÚŠKY Z MECHANIKY ZEMÍN	4
6.	DYNAMICKÉ PENETRAČNÉ SKÚŠKY	4
7.	FOTODOKUMENTÁCIA	3
8.	GEODETICKÉ ZAMERANIE	4
	TITULNÝ LIST	1
	ZÁVEREČNÁ SPRÁVA	43

<b>OBSAH</b>	<b>str.</b>
1 ÚVOD	3
2 PREDMET A PROBLEMATIKA PRIESKUMU	3
3 ÚLOHY GEOLOGICKÉHO PRIESKUMU	3
4 DODANÉ PODKLADY	3
5 PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA	4
6 PRÍRODNÉ POMERY	4
7 METODIKA A ROZSAH PRIESKUMNÝCH PRÁC	11
8 DOKUMENTÁCIA PRIESKUMNÝCH DIEL	12
9 INŽINIERSKOGEOLOGICKÉ ZHODNOTENIE	13
9.1 LITOLOGICKÉ POMERY	13
9.2 GEOTECHNICKÉ VLASTNOSTI ZEMÍN	13
10 ŤAŽITEĽNOSŤ ZEMÍN	15
11 SEIZMICITA ÚZEMIA A GEODYNAMICKÉ JAVY	15
12 ZÁVER	16
13 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	17

## **1 ÚVOD**

Na základe objednávky Ing. Milana Šulana, vykonala spoločnosť DRILL, Bratislava podrobný inžinierskogeologický prieskum pre geologickú úlohu:

**Bratislava - Medzilaborecká ulica ZŠ, pavilón a telocvičňa.**

Geologická úloha je evidovaná pod číslom: 20201037.

## **2 PREDMET A PROBLEMATIKA PRIESKUMU**

Predmetom inžinierskogeologického prieskumu je územie nachádzajúce sa v Bratislave, na ulici Medzilaborecká, kde je v areáli základnej školy projektovaná výstavba pavilónu, rozmerov cca 16 x 36 m a telocvične rozmerov cca 18 x 36 m, s predpokladanou hĺbkou založenia do 1,50 m p.t.

Administratívne sa pozemok nachádza v okrese Bratislava II. Topograficky je uvedená lokalita znázornená na mapovom liste M 1 : 50 000, 44-24 (príloha č. 2).

## **3 ÚLOHY GEOLOGICKÉHO PRIESKUMU**

Úlohy podrobného inžinierskogeologického prieskumu špecifikujeme nasledovne:

- zistiť a opísať geologické a hydrogeologické pomery záujmového územia,
- prieskumnými vrtnými prácami zistiť inžinierskogeologické pomery v mieste projektovaných objektov,
- zistiť geodynamické procesy a javy prebiehajúce v území (erózia, zosuvy, zvetrávanie),
- stanoviť geotechnické charakteristiky zemín vyskytujúcich sa v podloží do požadovanej hĺbky 5 m,
- zistiť výskyt hladiny podzemnej vody do hĺbky overovanej prieskumnými dielami,
- pre výkopové práce zatriediť vyskytujúce sa typy zemín do príslušných tried ťažiteľnosti podľa STN 73 3050 „Zemné práce“,
- posúdiť stabilitné pomery záujmového územia,
- určiť oblasť seizmického ohrozenia s hodnotou špičkového seizmického zrýchlenia,
- navrhnúť spôsob zakladania objektov,

## **4 DODANÉ PODKLADY**

Pre potreby inžinierskogeologického prieskumu sme od objednávateľa obdržali nasledovné podklady:

- situáciu územia s pôdorysnou polohou objektov v M 1 : 500.

## 5 PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA

Geologická preskúmanosť záujmového územia bola overovaná v archíve Geofondu Štátneho geologického ústavu D. Štúra Bratislava. V minulosti boli v záujmovom území vykonané výskumné, prieskumné a mapovacie práce základného, hydrogeologického a inžinierskogeologického výskumu a prieskumu, ktoré nám poslúžili ako podklad pre znalosť základnej geologickej stavby územia. V predmetnom území bol realizovaný geologický prieskum:

Husár, R., 1985: Základná škola Medzilaborecká.

V rámci podrobného hydrogeologického prieskumu bol realizovaný zabudovaný vrt HV-1, hĺbky 10,00 m, pre zabezpečenie úžitkovej vody areálu základnej školy na závlahy.

## 6 PRÍRODNÉ POMERY

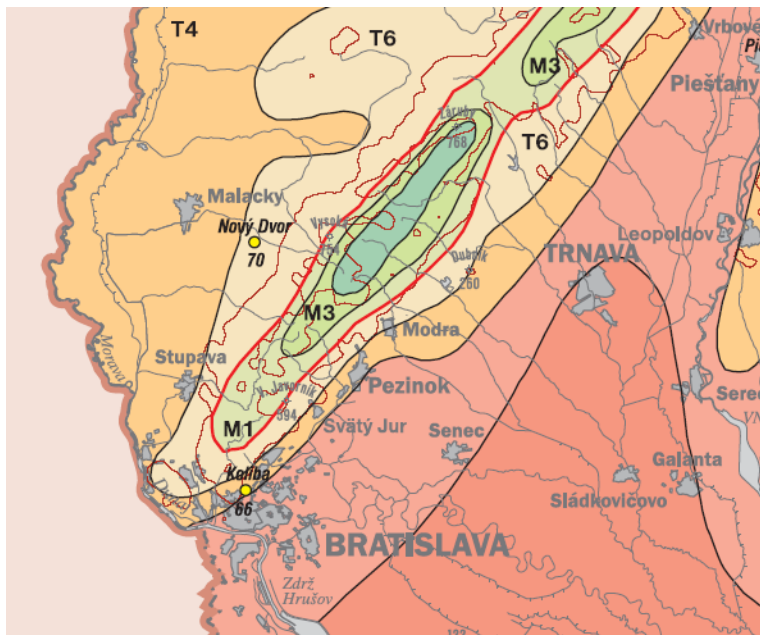
Podľa **geomorfologického** členenia SR (Mazúr, Lukniš, 1986) patrí skúmané územie do provincie Západopanónska panva, subprovincie Malá dunajská kotlina, oblasti Podunajská nížina, celku Podunajská rovina. Reliéf územia je rovinný rozbrázdnený mŕtvymi ramenami Dunaja, so spádom územia k juhu a juhovýchodu. Nadmorská výška územia dosahuje 130 - 135 m n. m., s celkovým miernym spádom územia k juhovýchodu. Výraznejšie terénne tvary sú spôsobené len čiastočnými poklesmi povrchu na pochovaných hnilokalových výplniach bývalých ramien Dunaja, kde sa tvoria lokálne depresie. Konfigurácia terénu dobre korešponduje s geomorfologickou stavbou územia. Ide tu o mladú štruktúrnu rovinu, ktorá sa formuje ešte aj v súčasnosti - stále trvajúce poklesy oblasti Podunajskej panvy.



Obr. 6.1 Výrez z Mapy geomorfologického členenia SR 1 : 1 000 000 (Mazúr, Lukniš, 1986, in Atlas krajiny SR)

Podľa **klimatickej** rajonizácie Slovenska patrí skúmané územie do teplej klimatickej oblasti, okrskov teplý, suchý, s miernou zimou, T2. Priemerné teploty

dosahujú 9 °C. Najchladnejším mesiacom je január s priemernou mesačnou teplotou > -3 °C, najteplejším mesiacom je júl s priemernou mesačnou teplotou 19 °C. V dlhodobom priemere sa v Bratislave vyskytujú zrážky 133 dní roka, z toho priemerný počet dní s úhrnom zrážok vyšším ako 10 mm predstavuje 18 až 19 dní. V máji až auguste sa v každom mesiaci vyskytnú priemerne 2 dni s úhrnom zrážok viac ako 10 mm, v zime 1 deň. V Bratislave je za rok priemerne 30 dní, v ktorých sa vyskytujú búrkové javy. Ich prevažný počet pripadá na mesiace máj až august. Snehové zrážky sú na území Bratislavy veľmi premenlivé a málo stabilné. Stabilita snehovej pokrývky v dlhodobom priemere je asi 40 %, to znamená, že 60 dní celkového zimného obdobia býva bez snehovej pokrývky. Maximálna výška snehovej pokrývky môže dosahovať až 55 cm.



#### Vysvetlivky:

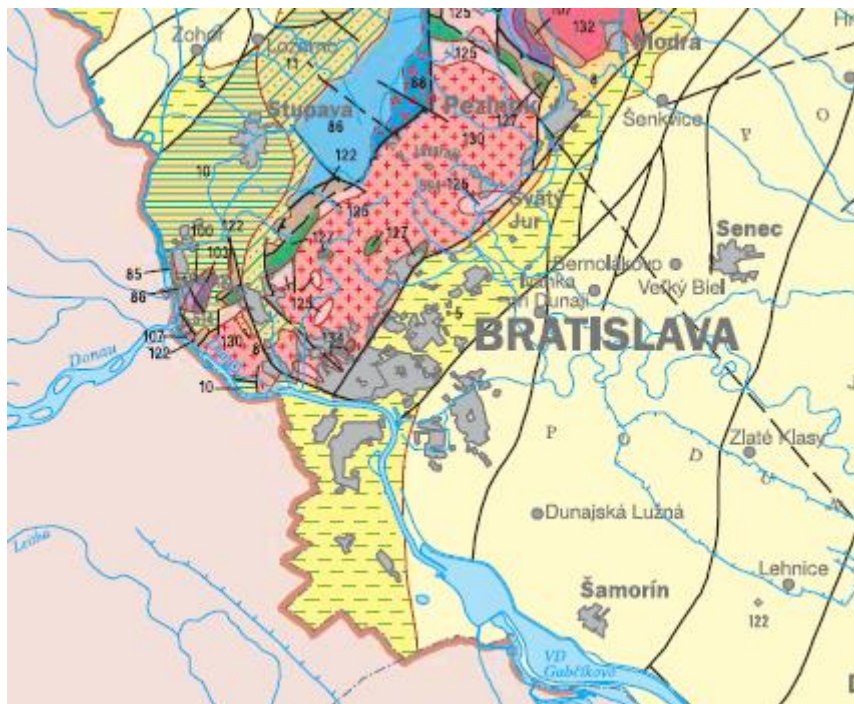
T1 okrsok teplý, veľmi suchý, s miernou zimou, január > -3 °C

T2 okrsok teplý, suchý, s miernou zimou, január > -3 °C

Obr. 6.2 Výrez z Mapy klimatických oblastí SR 1 : 1 000 000 (Lapin a kol., 1990, in Atlas krajiny SR)

Podľa **regionálne-geologického** členenia Západných Karpát (Vass a kol., 1988) ide o súčasť Podunajskej panvy, Gabčíkovej panvy. Podľa inžinierskogeologickej rajonizácie (Hrašna, 1988) je skúmané územie súčasťou regiónu neotektonických tektonických vkleslín, oblasť vnútrokarpatských nížin, rajón štrkovitých sedimentov údolných riečnych náplavov.





#### Vysvetlivky:

- 2 Neogén - sivé pestré íly, prachy, piesky, štrky, slojky lignitu, sladkovodné vápence a polohy tufitov, dák-roman
- 5 Neogén - sivé, prevažne vápnité íly, prachy, piesky, štrky, sloje lignitu a polohy sladkovodných vápencov, panón-pont
- 127 Paleozoikum - amfibolity, amfibolické ruly
- 130 Paleozoikum - dvojslúčne biotitické granity až granodiority
- Obr. 6.3 Výrez z Geologickej mapy SR 1 : 500 000 (Biely a kol., 1996, in Atlas krajiny SR)

Na geologickej stavbe Bratislavy a okolia sa podieľajú útvary paleozoika, mezozoika, neogénu a kvartéru. Medzi najstaršie horniny Bratislavy patria **paleozoické** granitoidy, tvorené prevažne granitmi, aplitmi, pegmatitmi, menej kremennými dioritmi (Polák a kol., 2011 a 2012, Vaškovský, 1989).

Na územií Bratislavy v rámci **mezozoika** rozlišujeme dve základne tektonické jednotky:

- borinska jednotka, vystupuje na západných svahoch Malých Karpát od Lamačskej brány na sever

- bratislavský príkrov, vystupujúci v oblasti Devína a Devínskej Kobyly

Bratislavská jednotka je tvorená hlavne spodotriasovými sedimentami - kremencami, stredotriasovými vápencami a dolomitmi. V Borinskej jednotke sú zastúpené spodotriasové karbonáty - vápence a dolomity, kremenné pieskovce, piesčité vápence. V nadloží uvedených sedimentov sú známe marianske bridlice, hrúbky viac ako 500 m. Ide o tmavé slienité a ílovité bridlice (Polák a kol., 2015, Vaškovský, 1988). Sedimenty **neogénu** vystupujú v Podunajskej a Viedenskej panve a v Malých Karpatoch. Preistorové rozšírenie sedimentov neogénu nie je rovnaké (Vaškovský, 1988). Sedimenty bádenu sú rozšírené v severovýchodnej časti mesta. Spodný báden reprezentujú klastické sedimenty z granitoidov a karbonatických hornín Malých Karpát. Overené boli aj polohy pieskov a štrkov. Dosahuje hrúbku 150 m. Stredný báden dosahuje hrúbku 350 m, reprezentuje ho hruboklastický materiál z malokarpatských granitoidov. Vrchný báden dosahuje hrúbku 110 m. Ide o štrky, piesky a zlepenec, miestami vápnité íly a prachovce. Rozšírenejšie sú sedimenty sarmatu. Sedimenty

DRILL, s.r.o., Gruzínska 9, 821 05 Bratislava, IČO: 35 9666 45, IČ DPH: SK2022089465

Spoločnosť je zapísaná v Obchodnom registri: Okresný súd Bratislava I, oddiel Sro, Vložka číslo:38469/B

Bankové spojenie: Tatrabanka č.ú: 26261161001100, e-mail: [drill@drill-geo.eu](mailto:drill@drill-geo.eu), [www.drill-geo.eu](http://www.drill-geo.eu), tel., fax: 0243424272, tel.: 0903442270, 0905690991, 0903464184

sarmatu pozostávajú z vápнитých pieskov a pestrých vápнитých ílov. Vývoj sedimentov bádenu a sarmatu je spájaný so sedimentáciou v trnavsko-dubnickej depresii. Počnúc panónom bol vývoj sedimentácie v panve spojený so sedimentáciou v gabčíkovej depresii. Sedimenty panónu sú vyvinuté takmer na celom území, dosahujú hrúbku 140 m a viac. Panón je v strednej časti panvy zastúpený vápнитými ílmi a štrkami, vyššie zelenými, modrými a sivými vápнитými ílmi až vápнитými pieskami. Približne rovnaké rozšírenie majú sedimenty pontu, zastúpené sú pestro sa striedajúcimi sladkovodnými súvrstviami pieskov, pieskovcov a ílov. Sedimenty daku a rumanu sú menej rozšírené, prevažne v južnej a juhovýchodnej časti územia. Okrem neogénnych sedimentov sa tu nachádzajú aj brekcie a žulové úlomky problematickej genézy a veku, ktoré nachádzame v Devínskej Kobyle a v Lamačskej bráne.

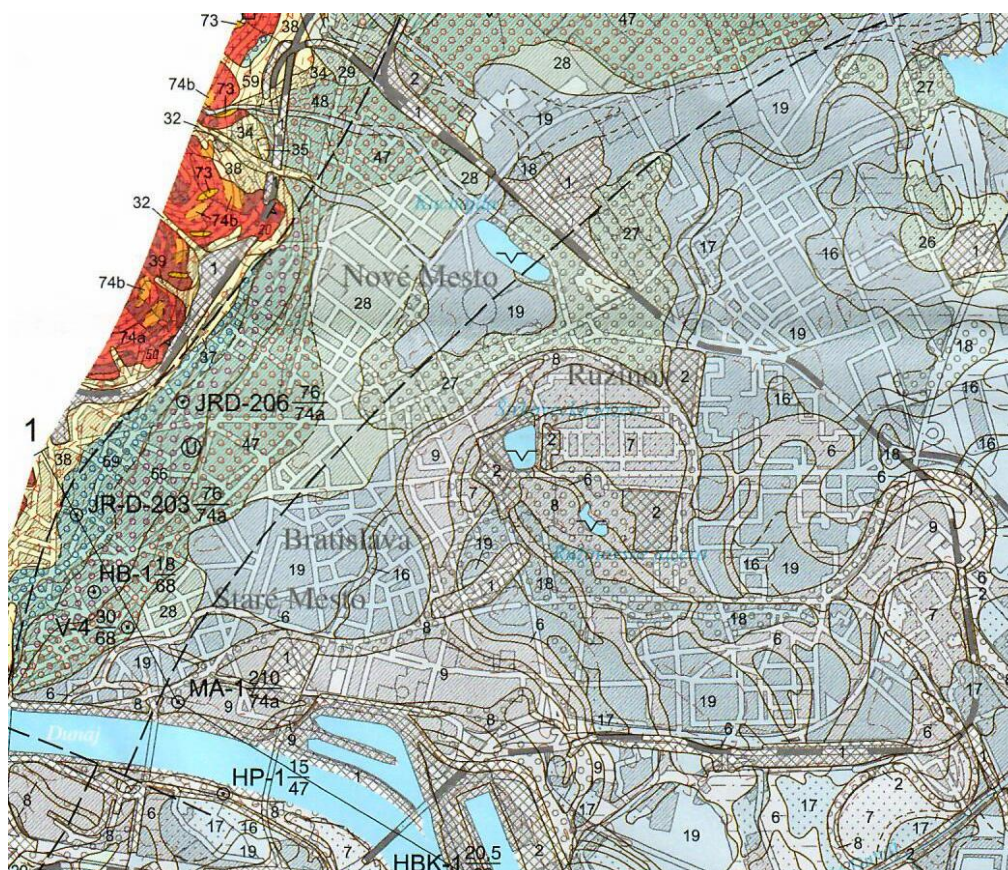
Sedimenty **kvartéru** s výnimkou časti pohoria Malých Karpát pokrývajú podstatnú časť Bratislavy. Hrúbka kvartérnych sedimentov dosahuje 2 m až 85 - 150 m (Šajgalík, Hulman, 1976). Vývoj kvartérnych sedimentov prebiehal v kontinentálnych podmienkach, genéza je spojená s procesmi zvetrávania, svahovej modelácie, s činnosťou tokov povrchových vôd, vetra a podobne. Z genetických typov kvartérnych sedimentov sú na území Bratislavy vyčlenené **deluviálne a eluviálne, proluviálne, fluviálne, fluviolimnické sedimenty, viate piesky (eolické), sprašové (eolické), organogénne a antropogénne sedimenty** (Vojtaško a kol., 1993).

Rozšírenie **svahových** (deluviálnych) sedimentov je podmienené členitosťou reliéfu predkvartérnych útvarov a petrograficko-litologickým zložením podložných hornín. Rozlíšené sú viaceré typy: siltovité (hlinité), piesčité, piesčito-kamenité, hlinito-kamenité, kamenité sedimenty a eluviálno-deluviálne silty piesčité (hliny piesčité) až piesky ílovité.

**Proluviálne** sedimenty sú zachované hlavne na úpätiach východných a západných svahov Malých Karpát na stykoch s panvami. Ide prevažne o slaboopracované, chaoticky sedimentované piesky až štrky siltovité (hlinité) až ílovité.

**Fluviálne** sedimenty Bratislavy tvoria systém viacerých riečnych terasových stupňov, tvoria poriečne nivy Dunaja, potokov Malých Karpát a tiež nerovnakou hrúbkou 15 m až 20 m a 40 m budujú časť Podunajskej panvy. V poriečnej nive Dunaja fluviálne sedimenty petrograficky reprezentuje dunajský materiál, avšak vo vyšších terasových stupňoch sa jeho prítomnosť nedá jednoznačne potvrdiť. Základnú masu nivnej akumulácie tvoria dunajské štrky s polohami pieskov, jednak vo vnútri štrkovej akumulácie, alebo na ich akumuláčnom povrchu. Na báze nivnej akumulácie sa nachádzajú veľmi často žulové a kremencové bloky fluviálne opracované. Vek štrkového komplexu nivnej terasy považujú autori za würmský, keďže ide o ekvivalent petržalskej štrkovej akumulácie a možno ju paralelizovať s práterskou terasou Viedenskej panvy, ktorej vek bol stanovený ako würm. Na würmskom štrkovom komplexe sú uložené hlinitopiesčité nivné sedimenty a v bývalých depresiách, vytvorených ramenami Dunaja sa nachádzajú ílovitopiesčité uloženiny. Všetky sedimenty v nadloží štrkovej akumulácie vznikli pravdepodobne v holocéne.





### Vysvetlivky:

Mladší holocén

Antropogénne sedimenty

1 – antropogénne sedimenty, významné alochtónne navážky, násypy, skládky a hlady (recent)

2 – rekultivované navážky, významné autochtónne násypy hrádzí, vodných kanálov a upravených riečnych koryt (subrecent – recent)

fluviálne sedimenty nižšieho nívneho stupňa

6 – hliny až jemnopiesčité hliny povodňovej fácie a fácie mŕtvych ramien

7 – jemnozrnné hlinité piesky povodňovej fácie a fácie prikorytových valov

8 – resedimentované piesčité štrky korytovej fácie dbovej akumulácie v nánosových častiach meandrov a fácie slepých, mŕtvych a prietochných ramien

9 – litofaciálne nečlenené hliny, piesčité hliny, hlinité piesky, sporadicky štrky

Starší Holocén

Holocén

fluviálne sedimenty

16 – hliny až jemnopiesčité hliny povodňovej fácie a fácie mŕtvych ramien

17 – jemnozrnné piesky povodňovej fácie a strednozrnné piesky fácie agradačných valov

18 – resedimentované piesčité štrky korytovej fácie, dbovej akumulácie a fácie agradačných valov

19 – litofaciálne nečlenené hliny, piesčité hliny, hlinité piesky, sporadicky štrky

Pleistocén/Holocén

fluválne sedimenty

27 – hlinité piesky so štrkami až piesčité štrky dbovej akumulácie v odkrytom jadre Žitného ostrova a v agradačných valoch (neskorý wüm – holocén)

28 – litofaciálne nečlenené hliny, piesčité hliny, hlinité piesky (sporadicky štrky) v odkrytom jadre Žitného ostrova (neskorý wurm – holocén)

31 – splachové (ronové) hliny, piesčité hliny až hlinité piesky

35 – litofaciálne nečlenené hlinité, hlinitopiesčité až hlinitokamenité svahoviny a sutiny

DRILL, s.r.o., Gruzínska 9, 821 05 Bratislava, IČO: 35 9666 45, IČ DPH: SK2022089465

Spoločnosť je zapísaná v Obchodnom registri: Okresný súd Bratislava I, oddiel Sro, Vložka číslo:38469/B

Bankové spojenie: Tatrabanka č.ú: 26261161001100, e-mail: [drill@drill-geo.eu](mailto:drill@drill-geo.eu), [www.drill-geo.eu](http://www.drill-geo.eu), tel., fax: 0243424727, tel.: 0903442270, 0905690991, 0903464184



## Pleistocén

47 – štrky a piesčité štrky dnovej akumulácie v nízkych terasách, agradačných valoch, umelých odkryvoch a vo výplni gabčikovskej depresie (würm)

fluviálne sedimenty

Obr. 6.4 Výrez z Geologickej mapy Podunajskej nížiny - Podunajskej roviny v M 1 : 50 000 (Maglay a kol., 2018)

Stredné terasy - najnižšia z nich 3. stredná terasa má eróznú bázu v nadmorskej výške 128 - 131 m n. m., má najväčšiu plošnú rozlohu. Materiál terasy tvoria zväčša piesčité drobno až strednozrné štrky s prevahou kremitých obliakov. Štrky sú limonitizované, slabo navetrané, hrúbka terasy dosahuje priemerne 8 m.

2. stredná terasa má eróznú bázu vo výške 136 - 138 m n. m., má malé plošné rozšírenie, tvorí úzky pás v Bratislave. Hrúbka terasy je priemerne 7 m, štrky sú viac limonitizované a zvetrané (Šajgalík, Hulman, 1976).

1. stredná terasa patrí k najstarším fluviálnym sedimentom, jej podložie tvorené neogénom sa pohybuje v nadmorskej výške 143 - 145 m n. m. Terasa sa prejavuje morfológicky formou mierne naklonenej plošiny. Hrúbka akumulácie dosahuje až 10 m a je tvorená stredno až drobnozrnnými piesčitými štrkami s prevahou kremitých obliakov a menším zastúpením ďalších hornín. Limonitizácia štrkov a zvetranie je najvýznamnejšie s najvýznamnejšími diagenetickými procesmi (Šajgalík, Hulman, 1976).

### Vlastnosti štrkov nivnej akumulácie

Piesčité štrky nachádzajúce sa pod vrstvou nivných hĺn (siltov), prípadne pieskov nie sú z hľadiska priepustnosti rovnomerné. Striedajú sa v nich vrstvy a vrstvičky rôznej priepustnosti. Hrúbka uložených vrstiev a ich zrnitostné zloženie sa mení s meniacou sa hĺbkou vody a rýchlosťou prúdu. Kolísanie prietokov v Dunaji je veľmi výrazné. Jednotlivé vrstvičky majú hrúbku od niekoľko cm až po hrúbku 1 m. Súčiniteľ filtrácie kolíše v rozsahu  $1 \cdot 10^{-4}$  až  $1 \cdot 10^{-2}$  m.s<sup>-1</sup>. Pri väčšom zastúpení priepustnejších vrstvičiek v súvrstvách piesčitých štrkov je priemerná hodnota súčiniteľa filtrácie vyššia a opačne. Hladina podzemnej vody kolíše v závislosti na kolísaní vody v Dunaji a jej maximálne hodnoty dosahujú vo vzdialenosti 500 m od Dunaja úroveň 135,0 m n. m. a vo vzdialenosti 1 500 m od Dunaja úroveň 132,0 m n. m. (Šajgalík, Hulman, 1976).

### Vlastnosti štrkov stredných terás

Väčšina štrkov uložených na terasách je nad hladinou pozemnej vody. V dolnej časti štrkovej akumulácie prvej a druhej strednej terasy sa hlavne v daždivých obdobiach pohybuje voda, presakujúca z vyššie položených miest. Voda sa pohybuje po povrchu neogénneho podložia v hrúbke niekoľkých decimetrov, alebo poeróznych formách skalného podložia. Len spodná časť 3. terasy je zaplavovaná súvislou hladinou podzemnej vody za vysokých vodných stavov vody v Dunaji. Terasové štrky v priebehu svojej existencie čiastočne zmenili svoje zloženie. Vplyvom zvetrávania sa zvýšil obsah jemnozrnných častíc, ktoré pôsobia ako tmel, čo výrazne znižuje súčiniteľ filtrácie (Šajgalík, Hulman, 1976).

**Antropogénne** sedimenty sú z hľadiska zloženia veľmi heterogénne. Podľa pôvodu materiálu možno medzi nimi rozlíšiť viacero typov: rumoviskové, priemyselné a domové odpady, premiestnené zeminy a miešané zeminy. Z hľadiska doby uloženia je možné rozlíšiť trvalé (násypy pre cestné telesá, hrádze) a dočasné skládky. Vytváranie trvalých násypov v strede mesta sa začalo v 9. storočí a pokračovalo aj neskoršie vo viacerých etapách, aj ako ochrana mesta pred povodňami Dunaja.

Skúmané územie patrí do **hydrogeologických** rajónov Q 051 „Kvartér západného okraja Podunajskej roviny“ a približne na Juh od Jaroviec Q 052 „Kvartér JZ časti Podunajskej roviny“ (Šuba a kol., 1984). Povrch územia je tvorený prevažne fluviaálnymi piesčitými štrkami, ktorých hrúbky sa pohybujú od 12 do 100 metrov. Hrúbka narastá od Pečnianskeho lesa smerom na juhovýchod. Vzhľadom na dobré hydraulické vlastnosti štrkov ide o vodohospodársky veľmi významnú oblasť. Štrky sú v tomto území dobre zvodnené, s voľnou hladinou podzemnej vody a vysokou transmisivitou. Štrkopieskový zvodnený kolektor je dotovaný bočnou infiltráciou vodami z Dunaja a atmosférickými zrážkami. Infiltrácia nad zrážkami výrazne prevažuje. Režim hladiny podzemných vôd je závislý od režimu hladiny toku Dunaja, pričom táto závislosť s narastajúcou vzdialenosťou od toku klesá. Značný vplyv na hladinu a režim podzemných vôd má aj vodné dielo Gabčíkovo spustené do prevádzky v roku 1994. Pred vybudovaním diela bola hladina podzemných vôd nižšia a mala výraznejšie výkyvy. Po vybudovaní diela sa hladina podzemných vôd mierne zvýšila a oscilácie sa znížili. Generálny smer prúdenia podzemných vôd je južný až juhovýchodný.

Územie Bratislavy sa dá charakterizovať výskytom hydrogeologických kolektorov a izolátorov. Hydrogeologický kolektor je charakteristický trvalou zvodnenosťou, voľnou hladinou podzemnej vody a veľmi vysokou transmisivitou. V Bratislave je tvorený fluviaálnymi náplavmi Dunaja, ktoré sú reprezentované štrkami, štrkami piesčitými a pieskami. Podzemné vody sú v priamom kontakte s povrchovým tokom. Hydrogeologický izolátor je charakteristický minimálnym obehom a akumuláciou podzemných vôd. Je zastúpený horninami paleozoika, neogénu a kvartéru. Sú to napríklad granitoidy, íly, íly piesčité, piesky ílovité, silty, piesčité silty, povodňové kaly a silty a piesčito-ílovité silty pochovaných mŕtvych ramien a tokov. Tieto sedimenty mŕtvych ramien a tokov tvoria polopriepustné bariéry pre prúdiace podzemné vody kvartérneho kolektora.

Z hľadiska prúdenia a akumulácie podzemných vôd majú v rámci študovanej lokality význam iba kvartérne fluviaálne sedimenty štrkov a pieskov. Ich zvodnenie závisí predovšetkým od hrúbky vrstvy zvodnených sedimentov, rozlohy zvodneného súvrstvia, granulometrického zloženia a priepustnosti sedimentov, ďalej od vzťahu k povrchovému toku, charakteru predkvartérneho podložia a prípadne od neotektonických pohybov a ich prejavov v lokálnej geológii územia.

Piesčité štrky nachádzajúce sa pod vrstvou nivných hlín (siltov), prípadne pieskov nie sú z hľadiska priepustnosti rovnomerné. Striedajú sa v nich vrstvy a vrstvičky rôznej priepustnosti. Hrúbka uložených vrstiev a ich zrnitostné zloženie sa mení s hĺbkou vody a rýchlosťou prúdu. Kolísanie prietokov v Dunaji je veľmi výrazné. Jednotlivé vrstvičky majú hrúbku od niekoľko cm až po hrúbku 1 m. Súčiniteľ filtrácie kolíše v rozsahu  $1 \cdot 10^{-4}$  až  $1 \cdot 10^{-2}$  m.s<sup>-1</sup>. Pri väčšom zastúpení priepustnejších vrstvičiek v súvrstvách piesčitých štrkov je priemerná hodnota súčiniteľa filtrácie vyššia a opačne. Hladina podzemnej vody kolíše v závislosti na kolísaní vody v Dunaji a jej maximálne hodnoty dosahujú vo vzdialenosti 500 m od Dunaja úroveň 135,0 m n. m. a vo vzdialenosti 1 500 m od Dunaja úroveň 132,0 m n. m. (Šajgalík, Hulman, 1976).

## **7 METODIKA A ROZSAH PRIESKUMNÝCH PRÁC**

Prieskumné práce boli zahájené v októbri 2020 vypracovaním projektu geologickej úlohy. V ňom bola spracovaná metodika a rozsah prieskumných prác pre etapu podrobného inžinierskogeologického prieskumu. Prieskumné sondy vytýčil a zameral geodet v požadovaných miestach, určených objednávateľom geologickej úlohy.

### **A. Vrtné práce**

Vrtné práce na lokalite vykonala v dňa 21. 10. 2020 osádka vrtmajstra p. Bratha, mobilnou vrtnou súpravou UGB 50M. Pre posúdenie litologických a úložných pomerov boli odvrtné sondy VS-1 až VS-3 hĺbky 5,00 m, spolu 15,00 m. Vrtanie bolo vykonané nárazovotočivým spôsobom s priemerom vrtania 180 mm. Po vyhĺbení prieskumných diel, odobratí vzoriek zemín, spracovaní prvotnej geologickej dokumentácie boli sondy likvidované zásypom z vyťažených zemín a terén bol upravený do pôvodného stavu. Dokumentačné vzorky boli skartované. O likvidácii prieskumných diel a o skartácii dokumentačných vzoriek bol vyhotovený protokol. Spracovanie prvotnej geologickej dokumentácie zabezpečil zodpovedný riešiteľ. Sondy boli zamerané a vynesené do situácie M 1 : 500.

### **B. Dynamické penetračné skúšky**

Dynamické penetračné sondy PS-1 až PS-3, hĺbky 5,00 m, boli realizované pre zistenie geotechnických vlastností nesúdržných zemín. Výsledky dynamických penetračných skúšok tvoria samostatnú prílohu č. 6 záverečnej správy.

### **C. Vzorkovacie práce**

Z vrtných sond VS-1 až VS-3 bolo počas terénnych prác podľa pokynov zodpovedného riešiteľa odobraných 8 vzoriek zemín triedy 2 až 6 v zmysle EN ISO 22475-1.

### **D. Laboratórne práce pôdnej mechaniky**

Laboratórne práce pôdnej mechaniky na predmetnej úlohe vykonalo laboratórium mechaniky zemín spoločnosti DRILL, Bratislava. Výsledky laboratórnych rozborov a skúšok z mechaniky zemín sú obsahom samostatnej prílohy geologickej správy č. 5.

### **F. Zameranie prieskumných diel**

Výškové a polohopisné zameranie prieskumných diel vykonal geodet Ing. Marián Černý, autorizovaný geodet, Bratislava, ktorého výsledky sú uvedené v prílohe č. 8.

### **G. Výkony geologickej služby**

Výkony geologickej služby boli realizované podľa potvrdeného projektu geologickej úlohy.

## 8 DOKUMENTÁCIA PRIESKUMNÝCH DIEL

Tabuľka 8.1 Zoznam súradníc a výšok

SONDA	Y /m/	X /m/	Z /m n. m./
VS-1	569937,631	1279365,363	133,985
VS-2	569908,219	1279363,272	133,954
VS-3	569872,402	1279350,129	134,016

### VS-1 (133,985 m n. m.)

Litologický profil (m)	Makroskopický popis	Zatriedenie STN 72 1001	Zatriedenie STN 73 3050
0,00 – 0,80	Navážka, úlomky tehál, silt piesčitý, piesok ílovitý, hnedá	Y	3
0,80 – 1,20	Piesok ílovitý, kyprý, svetlohnedý	S5 SC	2
1,20 – 1,50	Silt piesčitý, pevnej konzistencie, hnedý	F3 MS	3
1,50 – 1,90	Piesok s prímесou jemnozrnej zeminy, kyprý, sivohnedý	S3 S-F	2
1,90 – 5,00	Štrk zle zrnený, uľahnutý, obliaky Ø 1-3 cm, ojedinele 5 cm, sivohnedý	G2 GP	2

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania narazená: 4,90 m p. t.  
ustálená: 4,90 m p. t.

### VS-2 (133,954 m n. m.)

Litologický profil (m)	Makroskopický popis	Zatriedenie STN 72 1001	Zatriedenie STN 73 3050
0,00 – 0,70	Navážka, úlomky tehál, silt piesčitý, hnedá	Y	3
0,70 – 1,40	Silt piesčitý, tuhej konzistencie, sivohnedý	F3 MS	2
1,40 – 5,00	Štrk zle zrnený, stredne uľahnutý až uľahnutý, obliaky Ø 1-3 cm, ojedinele 4 cm, sivohnedý	G2 GP	2

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania narazená: 4,90 m p. t.  
ustálená: 4,90 m p. t.

### VS-3 (134,016 m n. m.)

Litologický profil (m)	Makroskopický popis	Zatriedenie STN 72 1001	Zatriedenie STN 73 3050
0,00 – 0,70	Piesok ílovitý, kyprý, hnedý	S5 SC	2
0,70 – 1,80	Piesok ílovitý, stredne uľahnutý, svetlosivohnedý	S5 SC	2
1,80 – 3,40	Štrk zle zrnený, silno piesčitý, kyprý až stredne uľahnutý, obliaky Ø 1-3 cm, svetlosivohnedý	G2 GP	2
3,40 – 5,00	Štrk zle zrnený, stredne uľahnutý, obliaky Ø 1-3 cm, svetlohnedý	G2 GP	2

Hladina podzemnej vody v čase vŕtania narazená: 4,90 m p. t.  
ustálená: 4,90 m p. t.



## 9 INŽINIERSKOGEOLOGICKÉ ZHODNOTENIE

Inžinierskogeologické pomery sú podrobne opísané v litologických pomeroch. Charakter zemín tvoriacich podložie projektovanej stavby s geotechnickými hodnotami je podrobne spracovaný v geotechnických vlastnostiach zemín.

### 9.1 LITOLOGICKÉ POMERY

Vŕtanými sondami VS-1 až VS-3 sme zistili, že na geologickej stavbe skúmaného územia sa podieľajú antropogénne a pokryvné pleistocénne a holocénne nesúdržné a súdržné sedimenty kvartéru tvorené fluviálnymi sedimentami. Morfológia terénu je rovinná. Povrch územia tvorí v sondách VS-1 a VS-2 navážka hrúbky 0,70 až 0,80 m. V sonde VS-3 navážka nebola overená. V podloží sa vo všetkých sondách striedajú do hĺbky 1,40 až 1,90 m fluviálne súdržné silty piesčité F3 MS, tuhej až pevnej konzistencie, nesúdržné piesky s prímiesou jemnozrnnej zeminy S3 S-F, kypré a piesky ílovité S5 SC, kypré až stredne uľahnuté. Najspodnejšiu vrstvu tvoria vo vrtoch VS-1 až VS-3 sedimenty riečneho dna, nesúdržné štrky zle zrnité G2 GP, kypré až uľahnuté až do konečnej hĺbky vrtov 5,00 m.

Hladina podzemnej vody bola vo vrtoch narazená aj ustálená hĺbke 4,90 m p. t.

### 9.2 GEOTECHNICKÉ VLASTNOSTI ZEMÍN

Zeminy vyskytujúce sa v záujmovom území zatriedujeme podľa výsledkov laboratórnych rozborov mechaniky zemín do príslušných tried v zmysle STN 72 1001. Symboly charakterizujúce geotechnické charakteristiky uvádzané v tejto kapitole:

$w_n$	- vlhkosť zeminy v prirodzenom uložení
$w_L$	- vlhkosť na medzi tekutosti
$w_p$	- vlhkosť na medzi plasticity
$I_p$	- číslo plasticity
$I_c$	- stupeň konzistencie
$E_{def}$	- modul deformácie
$\phi_u$	- totálny uhol šmykovej pevnosti
$c_u$	- totálna súdržnosť
$\phi_{ef}$	- efektívny uhol šmykovej pevnosti
$c_{ef}$	- efektívna súdržnosť
$\nu$	- Poissonovo číslo
$\beta$	- súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom
$\gamma$	- objemová tiaž

#### Kvartérne sedimenty

- antropogénne sedimenty Y,
- súdržné sedimenty, zrnitostne charakteru F3 MS,

- nesúdržné zeminy, zrnitostne charakteru **S3 S-F, S5 SC, G2 GP**.

**A. Silty piesčité MS** zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy **F3**.

Výsledky laboratórnych rozborov na zeminách v prirodzenom uložení:

Symbol	1 vzorka
$W_n$ (%)	24,22
$W_L$ (%)	30,14
$W_P$ (%)	23,45
$I_P$	6,69
$I_C$	0,88

Odporúčané geotechnické charakteristiky:

Konzistencia	Tuhá až pevná
$E_{def}$	4 MPa
$\phi_u$	0 °
$c_u$	60 kPa
$\phi_{ef}$	25 °
$c_{ef}$	12 kPa
$\gamma$	18,0 kN.m <sup>-3</sup>
$\nu$	0,35
$\beta$	0,62

**B. Piesky s prímiesou jemnozrnej zeminy S-F** zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy **S3**.

Odporúčané geotechnické charakteristiky na základe výsledkov dynamických penetračných skúšok:

	Kyprý
$E_{def}$	8 MPa
$\phi_{ef}$	28 °
$c_{ef}$	0 kPa
$\gamma$	17,5 kN.m <sup>-3</sup>
$\nu$	0,30
$\beta$	0,74

**C. Piesky ílovité SC** zatriedujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy **S5**.

Odporúčané geotechnické charakteristiky na základe výsledkov dynamických penetračných skúšok:

	Kyprý	Stredne uľahnutý
$E_{def}$	4 MPa	6 MPa
$\phi_{ef}$	27 °	30 °
$c_{ef}$	6 kPa	6 kPa
$\gamma$	18,5 kN.m <sup>-3</sup>	18,5 kN.m <sup>-3</sup>

$\nu$	0,35	0,35
$\beta$	0,62	0,62

**D. Štrky zle zrnené GP** zatried'ujeme v zmysle STN 72 1001 do triedy **G2**.

Odporúčané geotechnické charakteristiky na základe výsledkov dynamických penetračných skúšok:

	Kypré	Stredne uľahnuté	Uľahnuté
$E_{def}$	25 MPa	80 MPa	160 MPa
$\phi_{ef}$	29 °	35 °	40 °
$c_{ef}$	0 kPa	0 kPa	0 kPa
$\gamma$	20,0 kN.m <sup>-3</sup>	20,0 kN.m <sup>-3</sup>	20,0 kN.m <sup>-3</sup>
$\nu$	0,20	0,20	0,20
$\beta$	0,90	0,90	0,90

## 10 ŤAŽITEĽNOSŤ ZEMÍN

Jednotlivé litologické typy zemín, ktoré boli overené prieskumom v záujmovej oblasti, zaraďujeme v súlade s STN 73 3050 "Zemné práce" do nasledovných tried ťažiteľností:

trieda 2:       - silt piesčitý, tuhej konzistencie,  
                   - piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy,  
                   - piesok ílovitý,  
                   - štrk zle zrnený s obliakmi do 5 cm,

trieda 3:       - navážka,  
                   - silt piesčitý, pevnej konzistencie.

Podrobne uvedené v dokumentácii prieskumných diel.

## 11 SEIZMICITA ÚZEMIA A GEODYNAMICKÉ JAVY

V zmysle STN EN 1998-1 Eurokód 8 „Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť“ podľa článku 3.1.2 Identifikácia kategórie podložia patrí záujmové územie do kategórie B s nasledovnými parametrami:

$V_{s,30}$ (m.s <sup>-1</sup> )	$N_{SPT}$ (počet úderov /30cm)	$C_u$ (kPa)
360 - 800	> 50	> 250

V zmysle STN EN 1998-1/NA/Z2 Eurokód 8, obrázku NB.6.1 „Oblasti seizmického ohrozenia na území Slovenska“ hodnota špičkového seizmického zrýchlenia  $a_{gR}$ , ktorá môže byť s pravdepodobnosťou 10 % prekročená počas 50

rokov, t. j. hodnota  $a_{gR}$  pre návratovú periódu 475 rokov, dosahuje v území Bratislavy okolia  $a_{gR} = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$ .

V mieste prieskumu neboli zistené žiadne prejavy nestability, z toho dôvodu považujeme skúmané územie za stabilné.

## 12 ZÁVER

Na základe objednávky Ing. Milana Šulana, vykoná spoločnosť DRILL, s.r.o. Bratislava podrobný inžinierskogeologický prieskum pre geologickú úlohu:

### **Bratislava - Medzilaborecká ulica ZŠ, pavilón a telocvičňa.**

Predmetom inžinierskogeologického prieskumu je územie nachádzajúce sa v Bratislave, na ulici Medzilaborecká, kde je v areáli základnej školy projektovaná výstavba pavilónu, rozmerov cca 16 x 36 m a telocvične rozmerov cca 18 x 36 m, s predpokladanou hĺbkou založenia do 1,50 m p.t.

Vŕtanými sondami VS-1 až VS-3 sme zistili, že na geologickej stavbe skúmaného územia sa podieľajú antropogénne a pokryvné pleistocénne a holocénne nesúdržné a súdržné sedimenty kvartéru tvorené fluviálnymi sedimentami. Morfológia terénu je rovinná. Povrch územia tvorí v sondách VS-1 a VS-2 navážka hrúbky 0,70 až 0,80 m. V sonde VS-3 navážka nebola overená. V podloží sa vo všetkých sondách striedajú do hĺbky 1,40 až 1,90 m fluviálne súdržné silty piesčité F3 MS, tuhej až pevnej konzistencie, nesúdržné piesky s prímесou jemnozrnnéj zeminy S3 S-F, kypré a piesky ílovité S5 SC, kypré až stredne uľahnuté. Najspodnejšiu vrstvu tvoria vo vrtoch VS-1 až VS-3 sedimenty riečneho dna, nesúdržné štrky zle zrnené G2 GP, kypré až uľahnuté až do konečnej hĺbky vrto 5,00 m.

Hladina podzemnej vody bola vo vrtoch narazená aj ustálená hĺbke 4,90 m p. t.

### **Na základe výsledkov terénnych prác, laboratórných rozborov a skúšok zemín konštatujeme nasledovné:**

- objekt pavilónu a telocvične odporúčame založiť plošne v štrkoch zle zrnených na hutnom makadamovom vankúši, ktorý nahradí jemnozrnné zeminy. Štrkopiesčitú pláň je potrebné zhutniť, nakoľko vo vrte VS-3 sú sedimenty kypré. Podlahy objektov (navážky) je možné využiť pri použití vhodnej stabilizačnej zmesi. Stabilizáciu je potrebné vykonať pre celú hrúbku vrstvy navážky,
- základovú škáru je potrebné dostatočne zhutniť,
- zhutnenie základovej škáry objektov a spevnených plôch odporúčame overiť kontrolnými skúškami,
- hladina podzemnej vody bola vo vrtoch narazená aj ustálená v hĺbke 4,90 m p. t.,
- zeminy, vyskytujúce sa v záujmovom území v zmysle STN 73 3050 zaraďujeme do 2. až 3. triedy ťažiteľnosti,
- v zmysle STN EN 1998-1 Eurokód 8 „Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť“ podľa článku 3.1.2 Identifikácia kategórie podložia patrí záujmové územie do kategórie B. Hodnota špičkového seizmického zrýchlenia  $a_{gR}$  dosahuje v území Bratislavy a okolia  $a_{gR} = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$ ,
- pre zabezpečenie stability stien výkopov odporúčame použiť vhodný typ paženia, alebo steny výkopu svahovať v pomere 1:1, respektíve svahovať stavebné jamy a ryhy v zmysle STN 73 3050.



### 13 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Abaffy, D. a kol., 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky.  
SAŽP, Banská Bystrica a MŽP SR, Bratislava
- Bezák, V., Elečko, M., Kaličiak, M., Konečný, V., Lexa, J., Mello, J., Nemčok, J., Potfaj, M., Rakús, M., Vass, D., Vozár, J., Vozárová, A., 1996:  
Geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 500 000.  
Geologická služba slovenskej republiky, Bratislava
- Hrašna, M. - Klukanová, A. 2002: Inžinierskogeologická rajonizácia, M 1 : 500 000.  
ŠGÚDŠ, Bratislava
- Husár, R., 1985: Základná škola Medzilaborecká.  
Agrostav, Trenčín
- Lapin, M., Faško, P., Melo, M., Šťastný, P., Tomlain, J.: 2002:  
Klimatické oblasti. M 1 : 1 000 000.  
Atlas krajiny Slovenskej republiky.  
Ministerstvo životného prostredia Bratislava,  
Agentúra životného prostredia Banská Bystrica
- Maglay, J., a kol., 2018: Geologická mapa Podunajskej nížiny - Podunajskej  
roviny M 1 : 50 000  
SGÚDŠ, Bratislava
- Mazúr, E, Lukniš, M., 1986: Regionálne geomorfologické členenie SSR.  
Geografický ústav SAV, Bratislava
- Polák, M. a kol., 2011: Geologická mapa Malých Karpát a okolia 1 : 50 000.  
ŠGÚDŠ, Bratislava
- Polák, M. a kol., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape Malých Karpát  
a okolia 1 : 10 000.  
ŠGÚDŠ, Bratislava
- Šajgalík, J., Hulman, R., 1976: Geologické pomery centrálnej mestskej oblasti  
Bratislave.  
Geologický průskum, Praha
- Šuba, J. a kol., 1984: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska, 2. vydanie.  
SHMÚ, Bratislava
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Köhler, E., Krystek, I., Lexa, J., Nemčok, J.,  
1988: Regionálne-geologické členenie Západných Karpát  
a severných výbežkov panónskej panvy na území  
ČSSR. M 1 : 500 000.  
ŠGÚDŠ, Bratislava

Vaškovský, I. a kol., 1989: Geologická mapa Bratislavy a jej širšieho okolia,  
M 1 : 25 000.  
SGÚDŠ, Bratislava

Vojtaško, I., Žembery, M., Nováková, B., Husár, R., 1993:  
Mnohoúčelová inžinierskogeologická mapa  
Bratislavy v M 1 : 10 000.  
GEOS, Bratislava

STN EN ISO 14688-1 Geotechnický prieskum a skúšky, pomenovanie a klasifikácia  
zemín

STN EN 1997-2 Eurokód 7 Navrovanie geotechnických konštrukcií

STN EN 1998-1, Eurokód 8 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť

STN EN 1998-1/NA/Z2 Eurokód 8 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť  
Časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre budovy

STN EN ISO 22475-1 Geotechnický prieskum a skúšky, Metódy odberu vzoriek a  
meranie hladín podzemnej vody

STN 72 1001 Klasifikácia zemín a skalných hornín

STN 73 1001 Geotechnické konštrukcie, Zakladanie stavieb

STN 73 3050 Zemné práce

STN 73 6133 Stavba ciest, Teleso pozemných komunikácií.

V Bratislave 30. 10. 2020

Vypracoval: RNDr. Rudolf Holzer  
RNDr. Filip Holzer