

Záverečná správa

Názov geologickej úlohy: **Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum**

Etapu geologických prác: **podrobný inžinierskogeologický prieskum**

Číslo geologickej úlohy: **650502024**

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

Objednávateľ: **madebygro s.r.o., Panská 2, 811 01 Bratislava**

Dátum vyhotovenia: **30.10.2024**

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

Spoluriešitelia geologickej úlohy: **Mgr. Dalibor Dobrovoda**
MŽP SR č. 15/2018
Inžinierska geológia



Okrúhla 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.	Rozsah a metodika prieskumných prác	2
4.	Preskúmanosť územia	3
5.	Prírodné pomery	3
6.	Technické práce a dokumentácia sond	4
a)	Súradnice sond	4
b)	Vrtné práce	4
c)	Dynamické penetračné skúšky	4
d)	Písomná dokumentácia sondy	5
e)	Laboratórne práce	6
7.	Inžinierskogeologické zhodnotenie	6
a)	Úložné pomery	6
b)	Podzemné vody	7
c)	Geotechnické vlastnosti zemín	7
d)	Zatriedenie zemín podľa vhodnosti pre pozemné komunikácie	9
e)	Ťažiteľnosť zemín	9
f)	Seizmicita územia	10
g)	Základové pomery	10
8.	Záver	10
9.	Zoznam použitej literatúry	11

Zoznam tabuliek:

Tabuľka 1	Prehľad vykonaných prác	2
Tabuľka 2	Súradnice vytýčených sond v teréne	4
Tabuľka 3	Písomná dokumentácia vŕtaných sond	5
Tabuľka 4	Geotechnické parametre pre jemnozrnné zeminy	8
Tabuľka 5	Geotechnické parametre pre piesčité zeminy	8
Tabuľka 6	Geotechnické parametre pre štrkovité zeminy	8
Tabuľka 7	Tabuľka vhodnosti použitia zemín podľa STN 73 6133	9
Tabuľka 8	Ťažiteľnosť zemín podľa STN 73 3050	9
Tabuľka 9	Odporúčané sklony nezapažených svahov do 3 m podľa STN 73 3050	9

Prílohy:

Príloha 1	Prehľadná situácia	12
Príloha 2	Podrobná situácia umiestnenia sond	13
Príloha 3	Grafická interpretácia sond	14
Príloha 4	Vyhodnotenie dynamických penetračných skúšok	18
Príloha 5	Geologický profil	26
Príloha 6	Výsledky laboratórnych klasifikačných rozborov zemín	30
Príloha 7	Rozbor podzemnej vody na agresivitu	40
Príloha 8	Fotodokumentácia	43

1. Úvod

V súlade s cenovou ponukou a objednávkou prác č. 20240901 zo dňa 6.9.2024 je spracovaný inžinierskogeologický prieskum geologického podložia pre pripravovanú revitalizáciu Námestia Republiky v lokalite Bratislava – Petržalka. Úloha svojim rozsahom spadá do podrobného inžinierskogeologického prieskumu územia.

Úloha je, v súlade s Geologickým zákonom č. 569/2007 Z. z. a Vykonávacej vyhlášky č. 51/2008 k zákonu, zaregistrovaná v Geofonde pod číslom 725/2024. Odovzdanie a podmienky prístupnosti záverečnej správy v zmysle geologického zákona vykonáva objednávatel'.

Miesto prieskumu:

	p.č. 3261/1, 3259/1, 3260
Číselný kód a názov katastrálneho územia:	804959 k.ú. Petržalka
Číselný kód a názov mestskej časti:	529460 Bratislava – Petržalka
Číselný kód a názov okresu:	105 Bratislava 5
Kraj:	1 Bratislavský

Lokalita sa nachádza na mapovom liste M = 1:10 000, č.m. 44-24-07 (viď. príloha č. 1).

2. Predmet a problematika prieskumu

Predmetom inžinierskogeologického prieskumu je zhodnotiť vlastnosti geologického podložia z pohľadu pripravovanej revitalizácie námestia.

Úlohy prieskumu:

- popísať záujmové územie z hľadiska inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu
- vrtnými prácami zistiť litologické pomery v mieste výstavby
- laboratórne zaradenie zemín – klasifikačný rozbor zemín
- zistiť úroveň hladiny podzemnej vody
- stanoviť seizmické pomery predmetnej lokality
- popísať stabilitné pomery záujmového územia
- zatriediť zeminy do príslušných tried ťažiteľnosti podľa STN 73 3050
- výsledky zhrnúť v záverečnej správe

3. Rozsah a metodika prieskumných prác

V zmysle cenovej ponuky a objednávky prác, bol rozsah stanovený na realizáciu 7 ks vŕtaných sond. Práce boli zredukované 3 ks vŕtaných sond a 3 ks dynamických penetračných skúšok. Miesta sond sú zakreslené do podrobnej situácie č. 2.

Tabuľka 1 Prehľad vykonaných prác

vykonané práce	špecifikácia prác		počet
Terénne práce	Inžinierskogeologické sondy:		
	- vrtý špirála/jadro 3x6 m		18 m
	- dynamická penetračná skúška 3x6 m		18 m
	- geodetické vytýčenie sond		7 ks
Laboratórne práce	Geotechnické vlastnosti zemín	Klasifikačný rozbor zeminy porušenej vzorky	9 skúšok
geologické práce	– archívne práce, sled a riadenie terénnych prác, geologická dokumentácia prieskumných diel, doprava na lokalitu a späť, geologický rez, vypracovanie záverečnej správy		

4. 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 z ktorých pri hodnotení čerpáme.

Pri hodnotení vychádzame najmä z údajov maximálnych hladín podzemnej vody z účelovej mapy Bratislavy v mierke $M=1:25\ 000$ (Dobrovoda P., 1993), ktorá je súčasťou inžinierskogeologickej mapy Bratislavy v mierke $M=1:10\ 000$ (Vojtaško I. + kol., 1993).

Závery z inžinierskogeologických prieskumov v okolí územia zohľadňujem aj pri spracovávaní hodnotenia.

5. Prírodné pomery

Po stránke klimatickej môžeme územie zaradiť do oblasti teplej, so znakom zvýšenej kontinentality podnebia. Podľa členenia E. QUITTA (1971) spadá územie „BA - Petržalka“ do podoblasti T2, suchej, s miernou zimou a dlhým slnečným svitom (vid'. obr. č. 1). Územie patrí k najteplejším oblastiam Slovenska, ktorých ročný priemer teplôt sa pohybuje v rozmedzí $9,5-10,2^{\circ}\text{C}$. Ročný úhrn zrážok sa pohybuje od 600-650 mm.

V zmysle geomorfologického členenia (E. Mazúr, M. Lukniš, 1980) je územie súčasťou Podunajskej nížiny, ktorá patrí celku Podunajská rovina, charakterizovaná ako akumulčný typ reliéfu: rovný plochý terén s depresiami mŕtvych ramien a agradačnými valmi, s miernym sklonom v smere od Bratislavy po Veľký Meder. Nadmorská výška terénu sa pohybuje od 133 do 135 m n.m.

Hydrograficky je územie súčasťou povodia rieky Dunaj. Prirodzená riečna sieť je v dôsledku antropogénnych melioračných zásahov porušená, s množstvom umelých kanálov.

Z **geologického hľadiska** záujmové územie zaradíme do Podunajskej panvy (T. BUDAY a kol., 1967). Podunajská panva má tvar zložitého synklinória, vyplneného neogénnymi a kvartérnymi sedimentmi. Základy panvy sa datujú už od vrchného tortónu, terajší tvar Podunajskej panvy však vznikol ako jednotná superponovaná depresia až v pliocéne, po poklese predneoidného medzihorského masívu na juhu a po anexii starších dielčích paniev.

Kvartér je zastúpený mohutným náplavovým kužeľom dunajských fluvialných štrkopiesčitých sedimentov (kvartér-pleistocén) s premenlivým obsahom piesčitej prímеси s veľmi nepravidelným plošným vývojom, čo má za následok veľkú nerovnorodosť sedimentov vo vertikálnom i horizontálnom smere. Na predmetnej lokalite sú štrkovité zeminy zastúpené štrkami zle zrnitými s veľkosťou valúnov 0,5-1-3 cm, menej 6-8-10 cm, s veľmi premenlivým podielom pieskov. Valúny sú veľmi dobre opracované. Obsah piesčitej frakcie sa pohybuje v rozmedzí 5-35 %. Štrkové zeminy sú kypré až stredne uľahnuté. Na báze kvartéru sa miestami vyskytujú polohy balvanitých štrkov s veľkosťou balvanov 15-25-30-90 cm, s veľmi nízkym obsahom piesčitých frakcií, ktoré ležia priamo na horninách neogénu. Na väčšine územia sú najvrchnejšie polohy štrkov prekryté nesúvislou vrstvou povodňových hĺn a pieskov s mocnosťou 2 - 4 m, ktoré sú miestami nahradené navážkou. V starých ramenách sa vyskytujú sedimenty charakteru bahnitých ílov až pieskov a môžu dosiahnuť mocnosť niekoľko metrov. Oblasť Petržalky bola v minulosti

Podložie kvartérnych sedimentov je v skúmanom území tvorené neogénnymi sedimentmi, ktoré reprezentuje panónske súvrstvie vo vývoji molasovej série. V tejto časti Petržalky neogén začína polohami jemnozrnných pieskov až ílov piesčitých.

Stratigrafická hranica medzi fluvialnými štrkopiesčitými sedimentmi Dunaja a podložnými morskými – ílovito – piesčitými sedimentmi panónu prebieha v hĺbke 11-15 m p.t.

Hydrogeologicky charakterizujeme územie ako dobre zvodnené, s výskytom výdatných kolektorov podzemnej vody. Najvýznamnejší kolektor predstavujú fluvialne kvartérne štrky s vysokými hodnotami koeficienta filtrácie a špecifickej výdatnosti. Priemerne dosahované koeficienty



filtrácie sa pohybujú v rozmedzí $k_f = 2,510^{-3} - 7,5.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$, miestami aj vyššie a bežne dosahované špecifické výdatnosti (výdatnosť potrebná na 1 m zníženia) $q = 20-80 \text{ l/s.m.}$

Režim prúdenia podzemnej vody v popisovanom kolektore fluviálnych štrkov charakterizujeme ako prúdenie vody s voľnou hladinou, ktorá kolíše v závislosti od stavu hladiny vody v Dunaji, s ktorými je v priamej hydraulikej spojitosti. Zájmová oblasť sa nachádza v oblasti jeho dominantného vplyvu, ktorú voláme: „Užšia pririekna zóna Dunaja“. V nej sa iný vplyv dopĺňania zásob podzemnej vody, ako vodou z Dunaja neprejavuje a na dopĺňaní zásob podzemných vôd sa podieľa pri jeho všetkých vodných stavoch. V minulosti bola Petržalka chránená pred povodňovými vodami hydraulickou clonou – podzemnou tesniacou stenou vedenou ochrannými hrádzami, ktorá obmedzovala prítok vody z Dunaja. Táto sa prejavovala nižšími hladinami podzemnej vody a prudkým zhoršením kvality vôd v oblasti Petržalky. Tesniaca stena bola z dôvodu ochrany kvality vôd neskôr prerušená. Priemerná hladina sa pohybuje na úrovni cca 130,3 až 131,0 m n.m. Po napustení VD Gabčíkovo, je režim podzemných vôd v jeho dosahu, ktorý sa prejavil zvýšením minimálnych hladín a znížením kolísania hladín.

6. Technické práce a dokumentácia sond

a) Súradnice sond

Dňa 7.9.2024 boli miesta geologických sond (7 sond) geodeticky vytýčené a zamerané, podľa zadania objednávateľa prác. Neskôr boli sondy zredukované na vrty S-1, S-3 a S-5.

Súradnicový systém: S-JTSK
Výškový systém: BpV

Tabuľka 2 Súradnice vytýčených sond v teréne

skúška	y -JTSK	x - JTSK	z [BpV]
S-1	574253,010	1283843,000	135,800
S-2	574239,510	1283860,350	135,890
S-3	574214,350	1283859,740	135,700
S-4	574186,000	1283831,010	135,820
S-5	574182,000	1283806,000	135,980
S-6	574237,990	1283791,990	135,980
S-7	574237,000	1283729,010	136,130

Vytýčenie sond v teréne vykonal Ing. Ivan Kozánek

b) Vrtné práce

Umiestnenie sond je v pozícii tak, aby sa získal obraz o geologickom podloží v priestore pripravovanej revitalizácie Námestia Republiky (viď. príloha č. 2).

V súlade s požiadavkou investora sme 22.10.2024 v priestore Námestia Republiky zrealizované tri sondy S-1, S-3 a S-5. Sondy boli odvírané metódou vrtania špirálou, pomocou vrtnej súpravy UGB VS1 (viď. obr. č. 2), priemerom Ø 190 mm. Ukončené boli dosiahnutím projektovanej hĺbky 6,0 m p.t.. Sútyčie bolo vyťahované každý 1,0 až 1,5 m návrtu. Počas vrtania sa priebežne vyhodnocoval litologický profil vrtov s odberom porušených vzoriek zemín na klasifikačný rozbor. Všetky vrty boli po ukončení vrtania zasypané vyťaženým materiálom.

c) Dynamické penetračné skúšky

Dynamické penetračné skúšky DP-1, DP-3 a DP-5 boli zrealizované dňa 22.10.2024, v miestach vrtaných sond S-1, S-3 a S-5, za účelom stanovenia vybraných geotechnických charakteristík nesúdržných zemín in-situ v podloží pripravovanej výstavby.

Dynamické penetračné skúšky boli zrealizované štandardným prístrojom nemeckej firmy NORMMAYER GEOTOL (SRS-15, podľa DIN 4094), zostavenej ako penetračná súprava ťažkého typu DPH.

Na získanie hodnôt dynamického penetračného odporu boli použité postupy a vzťahy upravené slovenskou technickou normou STN EN ISO 22476-2. Podľa korelačných vzťahov vychádzajúcich z miestnych pomerov a korelačných vzťahov upravených STN 72 1032 (Obert) a Poľné skúšky zemín (M. Matys, O. Ťavoda, M. Cuninka, 1990) uvádzame charakteristické geotechnické parametre horninového prostredia I_d , I_c , E_{def} , φ_{ef} , C_u .

Podrobné vyhodnotenie dynamických penetračných skúšok je obsahom prílohy č. 4.

d) Písomná dokumentácia sondy

V nasledujúcich tabuľkách uvádzam písomnú dokumentáciu litologického profilu vrtaných sond.

Makroskopické vyhodnotenie je doplnené a spresnené klasifikačnými rozbormi porušených vzoriek zemín. Takto doplnená písomná dokumentácia je obsahom nasledujúcej tabuľky č. 3.

Tabuľka 3 Písomná dokumentácia vrtaných sond

Litologický popis sondy S-1					135,800
hlbka pod terénom		litologický popis hornín	symb.	trieda	m n.m.
0,00 - 0,20	m p. t.	- pôdny horizont - hĺna s humusom		O	135,600
0,20 - 0,80	m p. t.	- navážka - hĺna so zvyškami valúnov štrku a tehly		Y	135,000
0,80 - 2,20	m p. t.	- silt so strednou plasticitou, tuhá konzistencia, tmavosivý	MI	F5	133,600
2,20 - 3,40	m p. t.	- silt piesčitý, tuhá konzistencia, žltosivý	MS	F3	132,400
3,40 - 4,40	m p. t.	- piesok zle zrnený, s valúnmi štrku veľ. valúnov 1-2 cm, podiel štrku cca 20-30 %, kypný, sivohnedý	SP	S2	131,400
4,40 - 5,10	m p. t.	- štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, podiel piesku cca 45 %, kypný, hnedý	GW	G1	130,700
5,10 - 6,00	m p. t.	- štrk zle zrnený, s valúnmi štrku do 1-3-5 cm, podiel piesku cca 30 %, kypný až stredne uľahnutý, sivý	GP	G2	129,800
orientačná hladina podzemnej vody: -4,9 m p.t.					130,900
Litologický popis sondy S-3					135,780
hlbka pod terénom		litologický popis hornín	symb.	trieda	m n.m.
0,00 - 0,20	m p. t.	- pôdny horizont - hĺna s humusom		O	135,580
0,20 - 0,90	m p. t.	- navážka - hĺna so zvyškami valúnov štrku a tehly		Y	134,880
0,90 - 2,30	m p. t.	- silt so strednou plasticitou, tuhá konzistencia, tmavosivý	MI	F5	133,480
2,30 - 3,10	m p. t.	- silt piesčitý, tuhá konzistencia, žltosivý	MS	F3	132,680
3,10 - 4,30	m p. t.	- štrk zle zrnený, s valúnmi štrku veľ. valúnov 1-3-5 cm, ojedinele do 10 cm, podiel štrku cca 25-30 %, stredne uľahnutý, čierna a hnedý	GP	G2	131,480
4,30 - 5,30	m p. t.	- štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, podiel piesku cca 30-35 %, kypný, hnedý	GW	G1	130,480
5,30 - 6,00	m p. t.	- štrk zle zrnený, s valúnmi štrku do 1-3-5 cm, podiel piesku cca 30 %, kypný, sivý	GP	G2	129,780
orientačná hladina podzemnej vody: -4,9 m p.t.					130,880
Litologický popis sondy S-5					135,980
hlbka pod terénom		litologický popis hornín	symb.	trieda	m n.m.
0,00 - 0,20	m p. t.	- pôdny horizont - hĺna s humusom		O	135,780
0,20 - 1,20	m p. t.	- navážka - hĺna so zvyškami valúnov štrku		Y	134,780
1,20 - 3,20	m p. t.	- silt so strednou plasticitou, tuhá konzistencia, tmavosivý	MI	F5	132,780
3,20 - 4,70	m p. t.	- štrk s prímiesou jemnozrnnéj zeminy, s valúnmi štrku veľ. valúnov 1-3-5 cm, ojedinele do 7 cm, podiel štrku cca 25 %, stredne uľahnutý, sivohnedý	G-F	G3	131,280
4,70 - 6,00	m p. t.	- štrk zle zrnený, s valúnmi štrku do 1-3-5 cm, podiel piesku cca 30 %, kypný, sivý	GP	G2	129,980
orientačná hladina podzemnej vody: -5,1 m p.t.					130,880

Podrobnejšie je technológia sondáže a litologický profil graficky znázornený v prílohe číslo 3.

e) Laboratórne práce

Laboratórne práce pôdnej mechaniky sme zrealizovali za účelom stanovenia základných popisných charakteristík potrebných pre zatriedenie zemín podľa STN 72 1001. Práce boli zrealizované podľa postupov STN 72 1172 a STN 72 1012 až 72 1014.

V pôdnomechanickom laboratóriu boli vykonané tieto stanovenia:

- Granulometrické krivky získané osievaním za mokra a sucha
- Zistenie prirodzenej vlhkosti
- Výsledky laboratórnych rozborov zemín sú obsahom prílohy č. 6.

7. Inžinierskogeologické zhodnotenie

Záujmové územie z pohľadu inžinierskogeologickej rajonizácie patrí do kvartérneho rajónu údolných riečnych náplavov. Rajón je súčasťou regiónu tektonických depresii – subregión s neogénnym podkladom (M. Hrašna, A. Klukanová – Atlas Krajiny).

Inžinierskogeologické pomery sú podrobne popísané v úložných pomeroch. Charakter zemín tvoriacich podložie s geotechnickými hodnotami je spracovaný v geotechnickom zhodnotení. Inžinierskogeologické a litologické pomery záujmového územia sú prehľadne znázornené v grafickej dokumentácii sond (príloha č. 3) a vo vyhodnotení dynamických penetračných skúšok (príloha č. 4.). Situovanie sond je znázornené v podrobnej situácii (príloha č. 2).

a) Úložné pomery

Miestom prieskumu je rovina s parkovou úpravou a s nadmorskou výškou 135,8-136,0 m n.m. Prieskumnými sondami sme overili, že geologický profil skúmaného územia je do hĺbky overenej sondážou tvorený nasledovnými typmi zemín.

Povrchovú vrstvu tvorí navážka, ktorá je prekrytá pôdnym horizontom. Mocnosť navážky sa pohybuje 0,8 - 1,2 m p.t. Navážka má charakter zeminy z okolia premiešanej so štrkom. Navážka bola použitá na vytváranie terénu do roviny. Tieto navážky ležia na pôvodnej povodňovej (nivnej) sedimentácii.

Nivná sedimentácia je tvorená siltom, ktorý začína ako silt so strednou plasticitou F5/MI, tuhej konzistencie, tmavošedej farby. V podloží siltov so strednou plasticitou sme v mieste vrtov S-1 a S-3 zachytili polohu siltov piesčitých F3/MS, žltosivej farby, tuhej konzistencie. Celková mocnosť nivnej sedimentácie je približne rovnaká a dosahuje hĺbku cca 3,1 – 3,4 m p.t.

Pod vrstvou povodňovej sedimentácie sa nachádza hrubozrnná fluviálna sedimentácia Dunaja, ktorá je zastúpená riečnymi štrkami s vysokým podielom piesku (pliocén – pleistocén). Riečna štrková sedimentácia je klasifikačne zaradená ako štrk zle zrnený G2/GP, štrk dobre zrnený G1/GW, štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, ale aj ako piesok zle zrnený S2/SP. Tieto piesky obsahujú aj pomerne vysoký podiel valúnov štrku, v rozsahu 20-30%. Podobne aj štrky majú vysoký podiel piesčitej frakcie, približne v rozsahu 25-45%, čo miestami sťažuje vizuálne rozlíšenie litologických rozhraní riečnych pieskov a štrkov. Valúny štrku sú dobre opracované, s prevažujúcou veľkosťou valúnov 0,5-1-3-5 cm, ojedinále do 7 cm. Výskyt štrkového súvrstvia sme vŕtanými sondami zdokumentovali >6 m p.t.

Riečne štrky sú prevažne kypré, menej stredne uľahnuté, podrobnejšie vid'. priložené penetračné diagramy v prílohe č. 5 a klasifikačné rozborov v prílohe č. 6.

Geotechnické vlastnosti zemín vyskytujúcich sa v podloží pripravovanej výstavby uvádzam v kapitole geotechnické zhodnotenie.

b) Podzemné vody

Výskyt podzemnej vody je viazaný na štrkové sedimenty. Podzemnú vodu sme pri vŕtaní overili podľa vlhkosti vrtných špirál v relatívnych hĺbkach 4,9-5,1 m p.t., ktoré zodpovedajú absolútnej výške $\pm 130,9$ m n.m.

Režim prúdenia podzemnej vody v popisovanom kolektore fluvialných štrkov charakterizujeme ako prúdenie vody s voľnou hladinou, s veľmi miernym sklonom hladiny a relatívne nízkymi prietokmi. Hladina podzemnej vody kolíše v závislosti od stavu hladiny vody v Dunaji, s ktorou je hydraulicky prepojená. Záujmová oblasť sa tak nachádza v oblasti dominantného vplyvu Dunaja, ktorú voláme: „Užšia pririečna zóna Dunaja“. V nej sa iný vplyv režimu kolísania hladín a dopĺňania zásob, ako vplyv Dunaja prakticky neprejavuje. V minulosti bola Petržalka chránená pred povodňovými vodami hydraulickou clonou – podzemnou tesniacou stenou vedenou ochrannými hrádzami, ktorá neumožňovala prítok vody z Dunaja. Prítomnosť podzemnej tesniacej steny sa prejavovala nižšími hladinami podzemnej vody, ale aj prudkým zhoršením kvality podzemných vôd v oblasti Petržalky. Tesniaca stena bola z dôvodu ochrany kvality vôd neskôr na viacerých miestach prerušená. Hladina podzemných vôd týmto opatrením opäť nadobudla prirodzený režim, doplnený o vplyv VD Gabčíkovo. Vplyv vodného diela Gabčíkovo sa prejavuje zmenou kolísania hladín vody v Dunaji a tým aj zmenou kolísania hladín podzemnej vody. Vplyvom VD Gabčíkovo došlo k trvalému zvýšeniu minimálnych hladín podzemnej vody z cca 128,9 m n.m. na úroveň cca 130,6-131,0 m n.m. Priemerné stavy hladín podzemnej vody sa tak v súčasnosti pohybujú od 130,6 do 131,0 m n.m. Maximálne hladiny podzemnej vody sú viazané iba na povodňové stavy Dunaja a najvyššia zaznamenaná hodnota zodpovedá povodni z júla roku 1997 a 2013. K dispozícii máme aj meranie SHMÚ na vrte č. 7138, kde najvyššia dosiahnutá hodnota mala 131,5 m n.m. Odvođením od tejto hodnoty odporúčam uvažovať s maximálnou hladinou podzemnej vody $\leq 131,5$ m n.m. pre Námestie Republiky

c) Geotechnické vlastnosti zemín

V nasledujúcej kapitole posúdime zeminy z hľadiska ich geotechnických vlastností „Vhodnosti zemín pod plošnými základmi“ (STN 73 1001). Pri ich posudzovaní vychádzame z výsledkov laboratórnych skúšok (viď. príloha č. 6 a 7) a dynamických penetračných skúšok (viď. príloha č. 4).

Symbody pre geotechnické charakteristiky uvádzané v tejto kapitole:

E_{def}	- modul deformácie základovej pôdy
φ_{ef} / φ_v	- efektívny / totálny uhol vnútorného trenia
c_{ef} / c_u	- efektívna / totálna súdržnosť
γ	- objemová hmotnosť zeminy
β	- súčiniteľ prevodu medzi modulom deformácie a oedometrickým modulom $E_{oed} = E_{def}/\beta$
ν	- Poissonovo číslo
I_D	- relatívna uľahnutosť

Pre potreby zakladania môžeme podľa STN 72 1001 na lokalite vyčleniť tieto základné typy sedimentov a to:

A. Zeminy jemnozrnné

silt so strednou plasticitou, trieda F5, symbol Ml, tuhá konzistencia

silt piesčitý, trieda F3, symbol MS, tuhá konzistencia

B. Zeminy piesčité

Piesok zle zrnený, trieda S2, symbol SP, kyprý

C. Zeminy štrkovité

štrk dobre zrnený, trieda G1, symbol GW, kyprý až stredne uľahnutý

Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum

Mgr. Peter Dobrovoda, Mgr. Dalibor Dobrovoda

štrk zle zrný, trieda G2, symbol GP, kyprý

štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, trieda G3, symbol G-F, stredne uľahnutý

Navážky - antropogénne sedimenty sú v hodnotenom území zastúpené zeminami zo spätných zásypov a terénnych úprav a majú charakter siltov s prímiesou štrkov, výmimočne štrkov premiešaných s hlinami. Hmotnostný pomer hlín a štrkovej frakcie je nepravidelný. V nezhutnenom stave, bez použitia stabilizačných úprav a opatrení, nie sú navážkové zeminy vhodnou základovou pôdou, nakoľko sa vyznačujú premenlivými geotechnickými vlastnosťami. Ich vlastnosti sa zisťujú individuálne meraním.

A. Zeminy jemnozrnné

Na základe vyhodnotenia výsledkov terénnych a laboratórnych skúšok v mieste výstavby, pre jemnozrnné zeminy odporúčam použiť nasledovné geotechnické parametre.

Tabuľka 4 Geotechnické parametre pre jemnozrnné zeminy

názov	trieda	symbol	konzistencia	v	β	γ	E_{def}	c_u	ϕ_v	c_{ef}	ϕ_{ef}
			Ic	-	-	kNm ⁻³	MPa	kPa	°	kPa	°
silt piesčitý	F3	MS	tuhá	0,35	0,62	18	5	60	0	10	25
silt so strednou plasticitou	F5	MI	tuhá	0,40	0,47	21	2-3	40-50	0	10	20

B. Zeminy piesčité

Na základe vyhodnotenia výsledkov terénnych skúšok v mieste výstavby, pre piesčité zeminy odporúčam použiť nasledovné geotechnické parametre.

Tabuľka 5 Geotechnické parametre pre piesčité zeminy

názov	trieda	symbol	uľahnutosť	v	β	γ	E_{def}	c_{ef}	ϕ_{ef}
			I _D	-	-	kNm ⁻³	MPa	kPa	°
piesok zle zrný	S2	SP	kyprý	0,28	0,78	18,5	11-17	0	28-30

Podrobnejšie pozri vyhodnotenie dynamických penetračných skúšok (príloha č. 4).

C. Zeminy štrkovité

Na základe vyhodnotenia výsledkov terénnych skúšok v mieste výstavby, pre štrkovité zeminy odporúčam použiť nasledovné geotechnické parametre.

Tabuľka 6 Geotechnické parametre pre štrkovité zeminy

názov	trieda	symbol	uľahnutosť	v	β	γ	E_{def}	c_{ef}	ϕ_{ef}
			I _D	-	-	kNm ⁻³	MPa	kPa	°
štrk dobre zrný	G1	GW	kyprý	0,2	0,9	19,5	44	0	30
štrk zle zrný	G2	GP	kyprý	0,2	0,9	19	36-72	0	29-33
			stredne uľahnutý			20	90		35
štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy	G3	G-F	stredne uľahnutý	0,25	0,83	19	80	0	35

Podrobnejšie pozri vyhodnotenie dynamických penetračných skúšok (príloha č. 4).

d) Zatriedenie zemín podľa vhodnosti pre pozemné komunikácie

Zeminy nachádzajúce sa na záujmovom území sú zaradené podľa STN 73 6133 v tabuľke č. 7 z hľadiska ich možného využitia na budovanie násypového telesa a ich vhodnosti do podložia pozemných komunikácií. V nasledujúcej tabuľke uvádzame aj ich informatívne hodnoty geotechnických vlastností jednotlivých zistených typov zemín, potrebných pre návrh ich zhutnenia.

Tabuľka 7 Tabuľka vhodnosti použitia zemín podľa STN 73 6133

zemina	trieda	maximálna objemová hmotnosť - ρ_d	optimálna vlhkosť - $W_{opt.}$	vhodnosť zeminy do		stabilizácia		namrzavosť podľa Scheibleho kritéria
		kg/m ³	%	násypu	podložia vozovky	cementom	vápnom	
štrk dobre zrnený	G1/GW			veľmi vhodná	vhodná	vhodné	nie	nenamrzavé
štrk zle zrnený	G2/GP			veľmi vhodná	vhodná	vhodné	nie	nenamrzavé
štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy	G3/G-F	1800-2150	6 až 16	veľmi vhodná	vhodná	vhodné	nie	mierne namrzavé
piesok zle zrnený	S2/SP			veľmi vhodná	vhodná	vhodné	nie	nenamrzavé
silt so strednou plasticitou	F5/M1	1500-1750	15 až 25	podmienečne vhodná	nevhodná	nie	vhodné	nebezpečne namrzavé
silt piesčitý	F3/MS ₁	1750-2000	10 až 25	vhodná	podmienečne vhodná	vhodné	vhodné	nebezpečne namrzavé

e) Ťažiteľnosť zemín

Jednotlivé litologické typy zemín vyskytujúce sa v záujmovom území zatriedime do príslušných tried ťažiteľnosti podľa STN 73 3050 čl. 64 nasledovne:

Tabuľka 8 Ťažiteľnosť zemín podľa STN 73 3050

Ťažiteľnosť hornín podľa STN 73 3050					
	litologický typ	Ip	Ic	ID	trieda
1.	navážka	-	-	-	2
2.	silt (F5, F3)	-	-	-	2
3.	piesok nad hladinou podzemnej vody (S2)	-	-	0,25-0,34	1-2
4.	štrk (G3, G2, G1)	-	-	0,25-0,38	2-3

Približné sklony šikmých svahov a dočasných výkopov podľa STN 73 3050 (tab. 4.).

Tabuľka 9 Odporúčané sklony nezapažených svahov do 3 m podľa STN 73 3050

Približný sklon svahu - pomer výšky k pôdorysnej dĺžke svahu	
lit. typ horniny	sklon svahu
1. štrk (G1, G2, G3), piesok (S2), silt piesčitý (F3) navážka	1:1
2. silt (F5)	1:0,25 až 1:0,5

V prípade použitia zvislých stien, alebo pri výkopoch väčších ako 3 m a pod hladinou podzemnej vody je potrebné steny stavebnej jamy chrániť pažením.

f) Seizmicita územia

Podľa STN EN 1998-1 odporúčam záujmové územie z hľadiska vplyvu lokálnych vlastností podložia na seizmický pohyb zaradiť v zmysle čl. 3.1.2 tab. 3.1 do kategórií C.

V súlade s článkom 3.2.1 vyššie citovanej STN EN 1998-1 na zaradenie územia použijeme mapu seizmického ohrozenia Slovenska, ako národnú prílohu Eurokódu 8 (STN EN 1998-1/NA/Z2). V zmysle tejto prílohy je územie zaradené k oblasti s hodnotou referenčného špičkového seizmického zrýchlenia $a_{gr} = 0,63 \text{ m.s}^{-1}$, charakterizovaného na podloží A. Seizmické zrýchlenie a_{gr} je potrebné upraviť pre kategóriu podložia C.

Návrhové seizmické zrýchlenie (a_g) vypočítame podľa vzťahu $a_g = \chi \cdot a_{gr}$ (χ - súčiniteľ významnosti stavebnej konštrukcie).

g) Základové pomery

Na základe pevnostných a deformačných charakteristík jednotlivých vrstiev podložia získaných z inžinierskogeologického prieskumu, hodnotíme základové pomery v mieste „Revitalizácie Námestia Republiky“ ako jednoduché. Rozloženie vrstiev je približne vodorovné, s približne rovnakými geotechnickými vlastnosťami. Povrch terénu je umelo upravený vrstvou navážky, ktorá miestami leží na silno stlačiteľnej jemnozrnej zemine – silt so strednou plasticitou F5/ML, menej silt piesčitý F3/MS. Výskyt podzemnej vody bol overený na kóte $\pm 130,9 \text{ m n.m.}$ a nesťažuje zakladanie.

Na základe prieskumu za najvhodnejšiu základovú pôdu pre konštrukčne náročnejšie stavby považujeme polohu pôvodných riečnych štrkov G2/GP, G1/GW a G3/G-F, prípadne pieskov zle zrnených S2/SP, ktoré sa nachádzajú bezprostredne pod nivnou sedimentáciou. Štrky predstavujú prostredie s nízkymi hodnotami sadania a stálymi geotechnickými parametrami, ktoré nenej ani prítomnosť podzemnej vody. Obmedzujúcim faktorom je však ich hĺbkové uloženie pod 3,1 až 3,4 m p.t. Preto pre zakladanie v štrkoch je potrebné uvažovať s pätkami, prípadne pilotmi.

Pri plytšom zakladaní, budov s nižším bodovým zaťažením, je možné tieto budovy zakladať na plošný armovaný betónový základ uložený do polôh siltov. Betónové plošné základy konštrukčne nenáročných stavieb je potrebné ukladať priamo do polôh siltov bez použitia štrkového lôžka, ktoré by mohlo umožniť zatekanie dažďových vôd do podzákladia. Podložie všetkých typov stavieb položených na sily je potrebné udržať trvalo suché. Sily a íly je možné čiastočne stabilizovať vápnením a hutnením pri optimálnej vlhkosti. Výkopy pre základy je potrebné vykonávať v suchom období a nevystavovať ich nadmernému pôsobeniu poveternostných vplyvov (dažďu, mrazu a nadmernému presušeniu). Na zvýšenie únosnosti plošného základu je možné zvážiť aj použitie pilot s dosahom stredne uľahnutých štrkov.

Na základe archívnych odberov vzoriek podzemnej vody na agresivitu v rámci blízkeho okolia očakávame, že podzemná voda nebude pôsobiť agresívne na betónové konštrukcie. Bude však vysoko agresívna na kovové konštrukcie.

Za nezámraznú hĺbku odporúčam $\geq 1,0 \text{ m}$ pod upraveným povrchom.

8. Záver

V súlade s projektovou dokumentáciou, boli v priestore „Revitalizácie Námestia Republiky“ zrealizované vrtané sondy S-1, S-3 a S-5. V mieste vrtaných sond boli vykonané aj dynamické penetračné skúšky DP-1, DP-3 a DP-5, za účelom stanovenia vybraných geotechnických charakteristík najmä nesúdržných zemín in-situ v podloží.

Vrtnými prácami sme overili, že základové pomery sú jednoduché, kde je rozloženie vrstiev približne vodorovné, s približne rovnakými geotechnickými vlastnosťami. Podzemná voda nesťažuje zakladanie.

Povrchovú vrstvu tvorí navážka s mocnosťou 0,8 - 1,2 m p.t. a leží na pôvodnej povodňovej (nivnej) sedimentácii. Nivná sedimentácia je tvorená siltom so strednou plasticitou F5/ML, tuhej konzistencie, tmavošedej farby a siltom piesčitým F3/MS, žltosivej farby, tuhej konzistencie. Celková mocnosť nivnej sedimentácie je približne rovnaká a dosahuje hĺbku cca 3,1 – 3,4 m p.t.

Pod vrstvou povodňovej sedimentácie sa nachádza hrubozrnná fluvialná sedimentácia Dunaja, ktorá je zastúpená riečnymi štrkami s vysokým podielom piesku. Riečna štrková sedimentácia je klasifikačne zaradená ako štrk zle zrný G2/GP, štrk dobre zrný G1/GW, štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, ale aj ako piesok zle zrný S2/SP s valúnmi štrku. Valúny štrku sú dobre opracované, s prevažujúcou veľkosťou valúnov 0,5-1-3-5 cm, ojediniele do 7 cm. Výskyt štrkového súvrstvia sme vrtanými sondami zdokumentovali >6 m p.t.

Riečne štrky sú prevažne kypré, menej stredne uľahnuté.

Hladina podzemnej vody sa v čase prieskumu nenachádzala do hĺbky 4,9-5,1 m p.t.

Záverečné odporúčania:

Za najvhodnejšiu základovú pôdu pre zakladanie považujeme polohy riečnych štrkov, ktoré začínajú nad hladinou podzemnej vody.

Pri zakladaní do polôh štrkov až pieskov je potrebné uvažovať s pätkami, prípadne pilotmi.

Štrky a piesky sú dynamickými penetračnými skúškami zaradené ako kypré až stredne uľahnuté.

Pri plynšom zakladaní, budov s nižším bodovým zaťažením, je možné objekty zakladať na plošný armovaný betónový základ uložený priamo do začistených polôh siltov, bez použitia štrkového lôžka. Štrkové lôžko by mohlo vytvárať podmienky na hromadenie vody v podzákladi, ktorej pôsobením by sa vytvorili vhodné podmienky na zmenu konzistencie siltov z tuhej na kašovitú! Podložie všetkých typov stavieb položených na silty je preto potrebné udržať trvalo suché.

Maximálna hladina podzemnej vody môže v čase povodní (Dunaja) dosiahnuť kótu 131,5 m n.m.

Podľa STN EN 1998-1 a z hľadiska vplyvu lokálnych vlastností podložia na seizmický pohyb, územie zaradujeme do kategórie C, do oblasti s hodnotou referenčného špičkového seizmického zrýchlenia $a_{gr} = 0,63 \text{ m.s}^{-1}$ (charakterizovaného na podloží A).

9. Zoznam použitej literatúry

1. Atlas Krajiny Slovenskej republiky, 2002, Slovenská agentúra životného prostredia – centrum enviromentálneho manažérstva – Enviroportal, <http://globus.sazp.sk/atlassr/>
2. Čop, S. Hošek a kol. 1978; Koľajová doprava Bratislava v km 0,0 - 5,3 km, orientačný IGP, IGHP Bratislava
3. Dobrovoda, 1988; Bratislava V, Tenisová hala, hydrogeologický prieskum IGHP Bratislava
4. Dobrovoda P., 1993; Zhodnotenie hydrogeologických pomerov pre mnohoúčelovú mapu Bratislavy v M = 1:10 000, Geos a.s. Bratislava, manuskript
5. Dobrovoda P., Dobrovoda D., 2018; Bratislava, Černyševského - inžinierskogeologický prieskum, AG audit, s.r.o. manuskript
6. Dobrovoda P., Dobrovoda D., 2022; Lávky cez Chorvátske rameno v Petržalke - Lávka č. 1,2,3 a 4 – inžinierskogeologický prieskum, AG audit, s.r.o. manuskript
7. Jalč, 1986; Rýchlodráha v CMO - hydrouzol Rybalkova ul., IGHP Bratislava
8. STN 73 1001, STN 72 0036, STN 73 0090, STN EN 1998-1/NA, STN EN 1998-1, STN 73 3050, STN EN 1998-1/NA/Z2, STN 73 0601

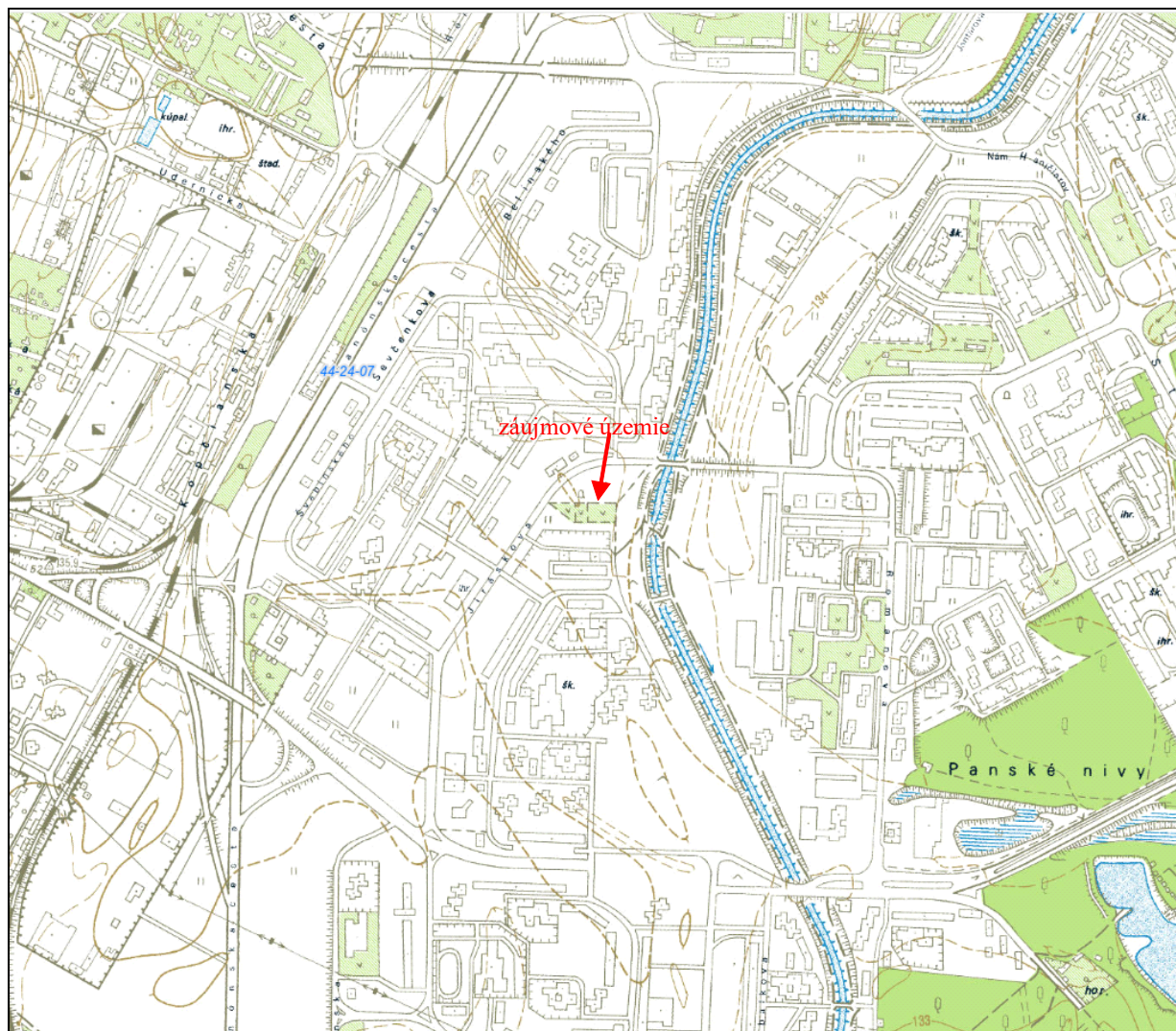


Zodpovedný riešiteľ:

Spoluriešiteľ:

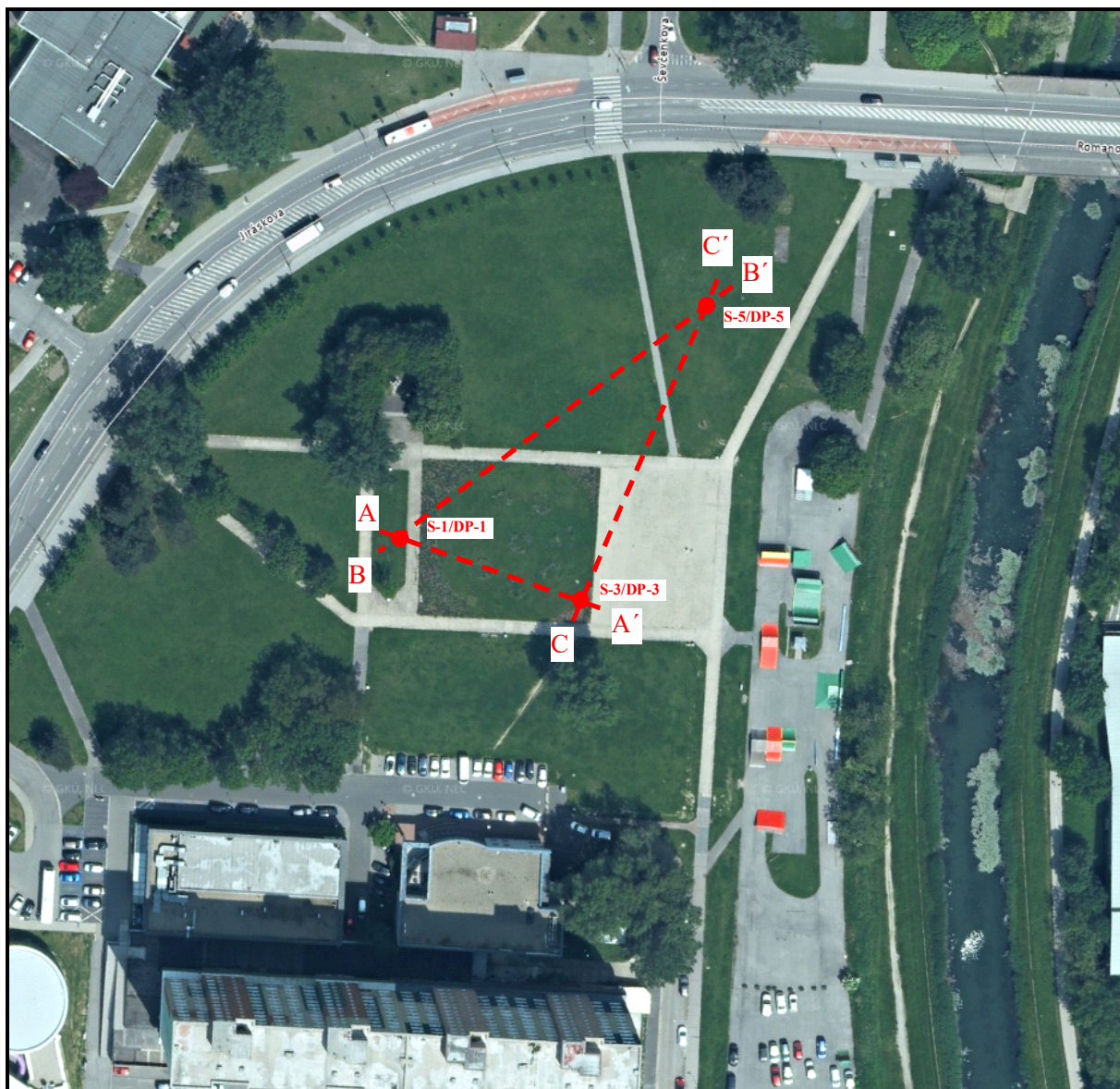
Mgr. Peter Dobrovoda

Mgr. Dalibor Dobrovoda

Príloha 1 Prehľadná situácia**Vysvetlivky:**

záujmové územie – miesto prieskumu, Námestie Republiky

objednávateľ prác: madebygro s.r.o., Panská 2, 811 01 Bratislava		
zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava		
názov úlohy: Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum	číslo úlohy:	dátum vypracovania
	650502024	29.10.2024
názov prílohy: Prehľadná situácia	vypracoval: Mgr. Peter Dobrovoda	
mierka:	číslo prílohy: 1.	

Príloha 2 Podrobná situácia umiestnenia sond**Vysvetlivky**

- **S-5 a DP-5** vrt S-5 a dynamická penetračná skúška DP-5
--- línia vedenia inžinierskogeologického rezu s označením

objednávateľ prác: madebygro s.r.o., Panská 2, 811 01 Bratislava		
zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava		
názov úlohy: Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum	číslo úlohy:	dátum vypracovania
	650502024	30.10.2024
názov prílohy: Podrobná situácia	vypracoval: Mgr. Peter Dobrovoda	
mierka:	číslo prílohy: 2.	

Grafická interpretácia sond

objednávateľ prác: madebygro s.r.o., Panská 2, 811 01 Bratislava		
zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava		
názov úlohy: Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum	číslo úlohy: 650502024	dátum vypracovania 30.10.2024
názov prílohy: Grafická interpretácia sond	vypracoval: Mgr. Peter Dobrovoda	
mierka:	číslo prílohy:	3.




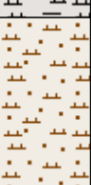



Číslo zákazky: 650502024

Príloha č.: 3.1

AG audit, s.r.o.
Hraničná 17Dielo.....: Revitalizácia N. Republiky
Etapa.....: podrobný prieskum
Obstarávateľ.: madebygro s.r.o.**Vrt: S-1**

Účel: Inž.-geologický

Pries.územie.: Petržalka
Okres.....: Bratislava V
Kraj.....: Bratislava
Súradnice X...: 1283843.000 m
Súradnice Y...: 574253.010 m
Kóta terénu...: 135.80 m n.m.
Kóta pažnice.: 135.80 m n.m.Mierka hĺbok 1:50
Hĺbka vrtu....: 6.00 mVrtal.....:
Súprava.....: UGB VS1
Vrtmajster...: Tibor Brath
Doba vrtania.: 22.10.2024
Geológ.....: P. Dobrovoda

Technické údaje		Vzorky pre laborat.skúšky		Podz.voda		Geológia							Zabudovanie vrtu		
Hĺbka	Spôsob vrt.	Priemer vrtu	Druh	Číslo	Hĺbka odb.	Narazená	Ustálená	Stratigrafia	Hĺbka pod ter.	Číslo vrstvy	Mocnosť vrstvy	Geol.profil	Popis vrstiev	Trieda zákl.pôdy	Ťažiteľnosť
1	špirála 190 mm	porušená	2024467	2.50	4.9	4.9	Kvartér	0.20	1	0.20		1. pôdny horizont - hlina s humusom	O	1	
0.80								2	0.60		2. navážka - hlina so zvyškami valúnov štrku a tehly	Y	2		
2.20								3	1.40		3. silt so strednou plasticitou, tuhá konzistencia, tmavosivý	F5=MI	2-3		
3.40								4	1.20		4. silt piesčitý, tuhá konzistencia, žltosivý	F3=MS	2-3		
4.40								5	1.00		5. piesok zle zrnený, s valúnmi štrku veľ. valúnov 1-2 cm, podiel štrku cca 20-30 %, kyprý, sivohnedý	S2=SP	2		
5.10								6	0.70		6. štrk dobre zrnený, veľ. valúnov 1-3-5 cm, podiel piesku cca 45 %, kyprý, hnedý	G1=GW	2-3		
6	6.00								6.00	7	0.90		7. štrk zle zrnený, s valúnmi štrku do 1-3-5 cm, podiel piesku cca 30 %, kyprý až stredne uľahnutý, sivý	G2=GP	2-3
7															
8															
9															

Číslo zákazky: 650502024


Príloha č.: 3.2

AG audit, s.r.o.
Hraničná 17Dielo.....: Revitalizácia N. Republiky
Etapa.....: podrobný prieskum
Obstarávateľ.: madebygro s.r.o.**Vrt: S-3**

Účel: Inž.-geologický

Vítal.....:

Pries.územie.: Petržalka
Okres.....: Bratislava V
Kraj.....: Bratislava
Súradnice X...: 1283859.740 m
Súradnice Y...: 574214.350 m
Kóta terénu...: 135.70 m n.m.
Kóta pažnice.: 135.70 m n.m.Mierka hĺbok 1:50
Hĺbka vrtu....: 6.00 mSúprava.....: UGB VS1
Vrtmajster...: Tibor Brath
Doba výtania.: 22.10.2024
Geológ.....: P. Dobrovoda

Technické údaje		Vzorky pre laborat.skúšky		Podz.voda		Geológia							Zabudovanie vrtu				
Hĺbka	Spôsob vrt.	Priemer vrtu	Druh	Číslo	Hĺbka odb.	Narazená	Ustálená	Stratigrafia	Hĺbka pod ter.	Číslo vrstvy	Mocnosť vrstvy	Geol.profil	Popis vrstiev	Trieda zákl.pôdy	Ťažiteľnosť		
1	špirála	190 mm	porušená	2024470	1.20			Kvartér	0.20	1	0.20		1. pôdny horizont - hlina s humusom	O	1		
2																	
3			porušená	2024471	3.00												
4			porušená	2024472	4.40												
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	



Číslo zákazky: 650502024

Príloha č.: 3.3

AG audit, s.r.o.
Hraničná 17Dielo.....: Revitalizácia N. Republiky
Etapa.....: podrobný prieskum
Obstarávateľ.: madebygro s.r.o.**Vrt: S-5**

Účel: Inž.-geologický

Pries.územie.: Petržalka
Okres.....: Bratislava V
Kraj.....: Bratislava
Súradnice X.: 1283806.000 m
Súradnice Y.: 574182.000 m
Kóta terénu.: 135.98 m n.n.m.
Kóta pažnice.: 135.98 m n.n.m.Mierka hĺbok 1:50
Hĺbka vrtu.: 6.00 mVrtal.....:
Súprava.....: UGB VS1
Vrtmajster.: Tibor Brath
Doba vrtania.: 22.10.2024
Geológ.....: P. Dobrovoda

Technické údaje		Vzorky pre laborat.skúšky		Podz.voda		Geológia					Zabudovanie vrtu						
Hĺbka	Spôsob vrt.	Priemer vrtu	Druh	Číslo	Hĺbka odb.	Narazená	Ustálená	Stratigrafia	Hĺbka pod ter.	Číslo vrstvy	Mocnosť vrstvy	Geol.profil	Popis vrstiev	Trieda zákl.pôdy	Ťažiteľnosť		
1	špirála	190 mm	porušená	2024470	1.20	5.1	5.1	Kvartér	0.20	1	0.20		1. pôdny horizont - hlina s humusom	O	1		
2																	
3			porušená	2024471	3.00				1.20	2	1.00		2. navážka - hlina so zvyškami valúnov štrku	Y	2		
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	

Príloha 4 *Vyhodnotenie dynamických penetračných skúšok*

Dynamické penetračné skúšky

objednávateľ prác: madebygro s.r.o., Panská 2, 811 01 Bratislava		
zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava		
názov úlohy: Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum	číslo úlohy:	dátum vypracovania
	650502024	30.10.2024
názov prílohy: Vyhodnotenie DP	vypracoval: Mgr. Peter Dobrovoda	
mierka:	číslo prílohy: 4.	

1. Úvod

V súlade s objednávkou prác, boli v mieste pripravovanej „Revitalizácie Námestia Republiky v Petržalke“ zrealizované tri dynamické penetračné skúšky za účelom stanovenia dynamického penetračného odporu zemín v mieste vrtov S-1, S-3 a S-5. Realizáciu dynamických penetračných skúšok zrealizovala firma AG audit s.r.o., ťažkou penetračnou súpravou nemeckej firmy NORDMAYER GEOTOL (SRS-15, podľa DIN 4094). Geologická interpretácia sondy je odhadnutá podľa penetračného odporu a vyhodnotenia vrtných prác.

Parametre použitého prístroja:

- hmotnosť barana: 50 kg
- výška pádu barana: 50 cm
- počet úderov barana: 30 / min
- priemer skúšobného hrotu: 43,7 mm
- vrcholový uhol hrotu: 90°
- priemer tyčí: 32 mm
- dĺžka tyčí: 1 m

Na základe špecifického dynamického penetračného odporu boli v zmysle ďalej uvedených empirických vzťahov STN 72 1032 odvodené geotechnické parametre zemín.

2. Metodika skúšok – spôsob merania

V priebehu skúšky je penetračná sonda pozostávajúca zo strateného hrotu, penetračného sútyčia a kovadliny zarážaná do podlažia pravidelnými údermi barana o hmotnosti 50 kg, padajúceho z výšky 50 cm rýchlosťou 30 úderov za minútu. Odpor zeminy proti vniku sondy sa vyjadruje počtom úderov potrebných na vnik hrotu o hĺbkový interval s , t.j. N_{10} , resp. N_{20} . Skúška sa ukončí dosiahnutím projektovanej hĺbky, alebo veľkého počtu úderov na 10 cm vniku.

V pravidelných intervaloch, sa vykonáva rotácia sútyčia, pri ktorej sa momentovým kľúčom meria odpor M_v , potrebný na prekonanie plášťového trenia zarazenej sondy. Nameraná hodnota krútiaceho momentu (N_m) sa prepočíta na údery N_s , ktoré sú potrebné na prekonanie plášťového trenia, pomocou empirického vzťahu:

$$N_s = x \cdot M_v$$

$$N_{10} = N_{10}' - N_s$$

kde: M_v = krútiaci moment (Nm) nameraný pri rotácii sútyčia
 x = súčiniteľ závislý od typu prístroja ($DPH = 0,025$)

3. Interpretácia skúšok

3.1 Stanovenie merného dynamického penetračného odporu q_d v súlade s EN ISO 22476-2:2005

Pracovná sila penetračného prístroja DPH – špecifická sila na hrote sondy E_n je daná vzťahom:

$$E_n = \frac{m \cdot g \cdot h}{A} = 167 \text{ kJ.m}^{-2};$$

kde: m = hmotnosť barana (kg)
 g = gravitačné zrýchlenie (m.s^{-1})
 h = výška pádu (m)
 A = plocha hrotu (m^2)

Merný dynamický penetračný odpor q_d zohľadňuje zmenu nárastu hmotnosti penetračného sútyčia s hĺbkou. Určí sa zo vzťahu:

$$R_d = \frac{E_{\text{theor.}}}{A \cdot e} \quad (\text{Pa});$$

$$E_{\text{theor.}} = m \cdot g \cdot h \quad (\text{J})$$

kde: m = hmotnosť barana (kg)
 g = gravitačné zrýchlenie (m.s^{-1})
 h = výška pádu (m)
 A = plocha hrotu (m^2)
 $e = 0,1/N_{10}$, zarazenie jedným úderom

a následne vypočítame merný dynamický penetračný odpor zo vzťahu;

$$q_d = (m / m + m') \cdot r_d$$

r_d = merný odpor

m = hmotnosť barana (kg)

m' = tiaž sútyčia, kovadliny a hrotu v príslušnej hĺbke (kg)

3.3 Umiestnenie penetračných sond

Sondy sú zakreslené v prílohe č. 2.

3.4 Dokumentácia penetračných sond

Dokumentácia sond je obsahom nasledujúcich tabuliek:

Pracovný záznam dynamických penetračných sond - DP																		
prístroj: DPH			baran: 50 kg			výška pádu: 50 cm				hrot: 43,7 mm			vrch.uhol hrotu:				90°	
sonda:		operátor:			zodp. riešiteľ			DPS vykonal:				dátum vyk. skúšky:			lokalita:			
DP-1		Mgr. D. Dobrovoda			Mgr. P. Dobrovoda			AG audit, s.r.o							Námestie Republiky			
hĺbka		počet úderov barana potrebných k zarazeniu												N20				krútiaci moment
(m)		hrotu o 10 cm N10																
0,0 - 1,0		2	2	3	5	4	3	4	3	3	2	4	8	7	7	5	0	
1,0 - 2,0		2	2	2	3	2	3	4	4	3	3	4	5	5	8	6	0	
2,0 - 3,0		4	3	4	4	4	5	4	4	4	5	7	8	9	8	9	0	
3,0 - 4,0		4	6	5	4	6	8	8	5	4	3	10	9	14	13	7	0	
4,0 - 5,0		5	5	3	2	1	6	10	11	8	5	10	5	7	21	13	5	
5,0 - 6,0		7	7	8	7	6	7	5	6	6	7	14	15	13	11	13	5	

Pracovný záznam dynamických penetračných sond - DP																		
prístroj: DPH		baran: 50 kg			výška pádu: 50 cm				hrot: 43,7 mm			vrch.uhol hrotu:			90°			
sonda:		operátor:			zodp. riešiteľ			DPS vykonal:				dátum vyk. skúšky:			lokalita:			
DP-3		Mgr. D. Dobrovoda			Mgr. P. Dobrovoda			AG audit, s.r.o							Námestie Republiky			
hĺbka		počet úderov barana potrebných k zarazeniu										N20					krútiaci moment	
(m)		hrotu o 10 cm N10															Mv (Nm)	
0,0 - 1,0		2	4	3	4	9	12	12	7	3	2	6	7	21	19	5	0	
1,0 - 2,0		2	2	2	2	2	3	3	4	3	3	4	4	5	7	6	0	
2,0 - 3,0		3	3	4	4	4	5	4	4	4	6	6	8	9	8	10	0	
3,0 - 4,0		12	14	21	22	16	10	10	15	23	26	26	43	26	25	49	5	
4,0 - 5,0		24	18	17	14	10	7	7	5	4	3	42	31	17	12	7	5	
5,0 - 6,0		3	4	4	6	8	8	8	12	13	13	7	10	16	20	26	5	

Pracovný záznam dynamických penetračných sond - DP																		
prístroj: DPH		baran: 50 kg			výška pádu: 50 cm				hrot: 43,7 mm			vrch. uhol hrotu:			90°			
sonda:		operátor:			zodp. riešiteľ			DPS vykonal:				dátum vyk. skúšky:			lokalita:			
DP-5		Mgr. D. Dobrovoda			Mgr. P. Dobrovoda			AG audit, s.r.o							Námestie Republiky			
hlbka		počet úderov barana potrebných k zarazeniu										N20					krútiaci moment	
(m)		hrotu o 10 cm N10															Mv (Nm)	
0,0 - 1,0		2	4	5	7	9	11	12	14	13	10	6	12	20	26	23	0	
1,0 - 2,0		8	6	3	3	2	3	3	4	3	3	14	6	5	7	6	0	
2,0 - 3,0		3	3	2	3	2	3	4	3	3	3	6	5	5	7	6	0	
3,0 - 4,0		3	3	5	17	18	15	14	16	18	21	6	22	33	30	39	5	
4,0 - 5,0		22	18	17	20	21	22	10	8	6	7	40	37	43	18	13	5	
5,0 - 6,0		5	6	5	7	7	8	7	9	9	9	11	12	15	16	18	5	

3.2 Stanovenie geotechnických vlastností zemín

Pri vyhodnocovaní skúšok sme vychádzali z popisu sond a laboratórnych rozborov zemín.

Na určenie uľahnutosti, konzistencie, modulu pretvárnosti základovej pôdy vychádzame z dynamického penetračného odporu q_d , vypočítaného podľa postupov EN ISO 22476-2:2005.

Ako korelačné vzťahy medzi q_d a E_{def} , φ_{ef} , I_c , I_D , c_u boli použité nasledovné korelačné vzťahy, uvedené v STN 72 1032 z marca 1997 a v publikácii „Poľné skúšky zemín“ (M. Matys, O. Ťavoda, M. Cunnik, 1990).

Zeminy triedy G

$$E_{def} = n \cdot q_d; \text{ kde } (G1 \ n=11, G2 \ n=9, G3 \ n=8) \varphi_{ef} = 24 \cdot q_d^{0,16}$$

Uľahnutosť štrkov I_D sme určili z nasledujúcej tabuľky podľa vypočítaného odporu q_d nasledovne (tabuľka vychádza z meraní vo fluviaálnych dunajských štrkoch v rámci výstavby VD Gabčíkovo, vyhodnotené L. Obertom, z ktorej vychádzala aj „STN 72 1032 Dynamická penetračná skúška, z marca 1997“):

$3,3 \text{ Mpa} \geq q_d$	veľmi kyprý	$I_D = 0,00 - 0,15$
$9,0 \text{ Mpa} \geq q_d \geq 3,3 \text{ Mpa}$	kyprý	$I_D = 0,15 - 0,35$
$20,5 \text{ Mpa} \geq q_d \geq 9,0 \text{ Mpa}$	stredne uľahnutý	$I_D = 0,35 - 0,65$
$31,5 \text{ Mpa} \geq q_d \geq 20,5 \text{ Mpa}$	uľahnutý	$I_D = 0,65 - 0,85$
$q_d \geq 31,5 \text{ Mpa}$	veľmi uľahnutý	$I_D > 0,85$

Zeminy triedy S

$$(\text{pre } S2) I_D = 0,14 \cdot q_d^{0,63}; \varphi_{ef} = 24 \cdot q_d^{0,16}, E_{def} = 5,3 \cdot q_d^{0,83}$$

Zeminy triedy F

$$I_c = 0,48 \cdot q_d^{0,5}; c = 25 \cdot q_d, E_{def} = 1,5 \cdot q_d$$

4. Výsledky skúšok

Podrobné vyhodnotenie výsledkov skúšok je priložené vo forme penetračných diagramov za textom.

5. Literatúra

- EN ISO 22476-2:2005 € Geotechnický prieskum a skúšanie – Terénne skúšky – Časť 2: Dynamické sondovania
- DIN 4094 – heft 1, heft 2
- STN 72 1001 „Klasifikácia zemín a skalných hornín“
- STN EN 1997-2, Eurokód 7 – Navrhovanie geotechnických konštrukcií, časť 2. Prieskum a skúšanie horninového prostredia
- STN 72 1032 „Dynamická penetračná skúška“


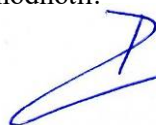
6. Poľné skúšky zemín; Doc. Ing. Mirko Matys, CSc, Prof. Ing. Ondrej Ťavoda, DrSc., RNDr. Milan, Cunninka, CSc., august 1990, Vydavateľstvo ALFA

V Bratislave, 10/2024

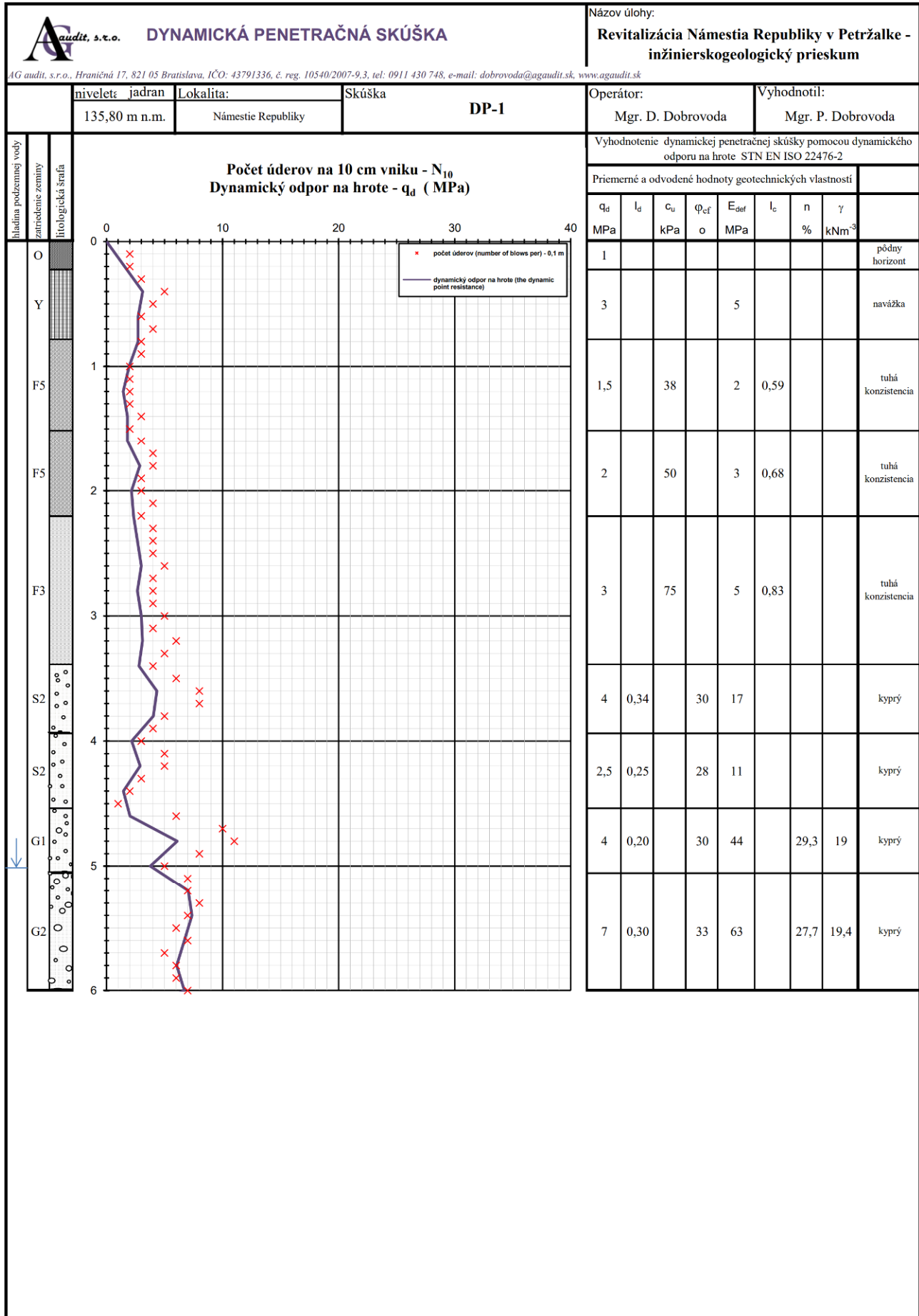
Vyhodnotil:

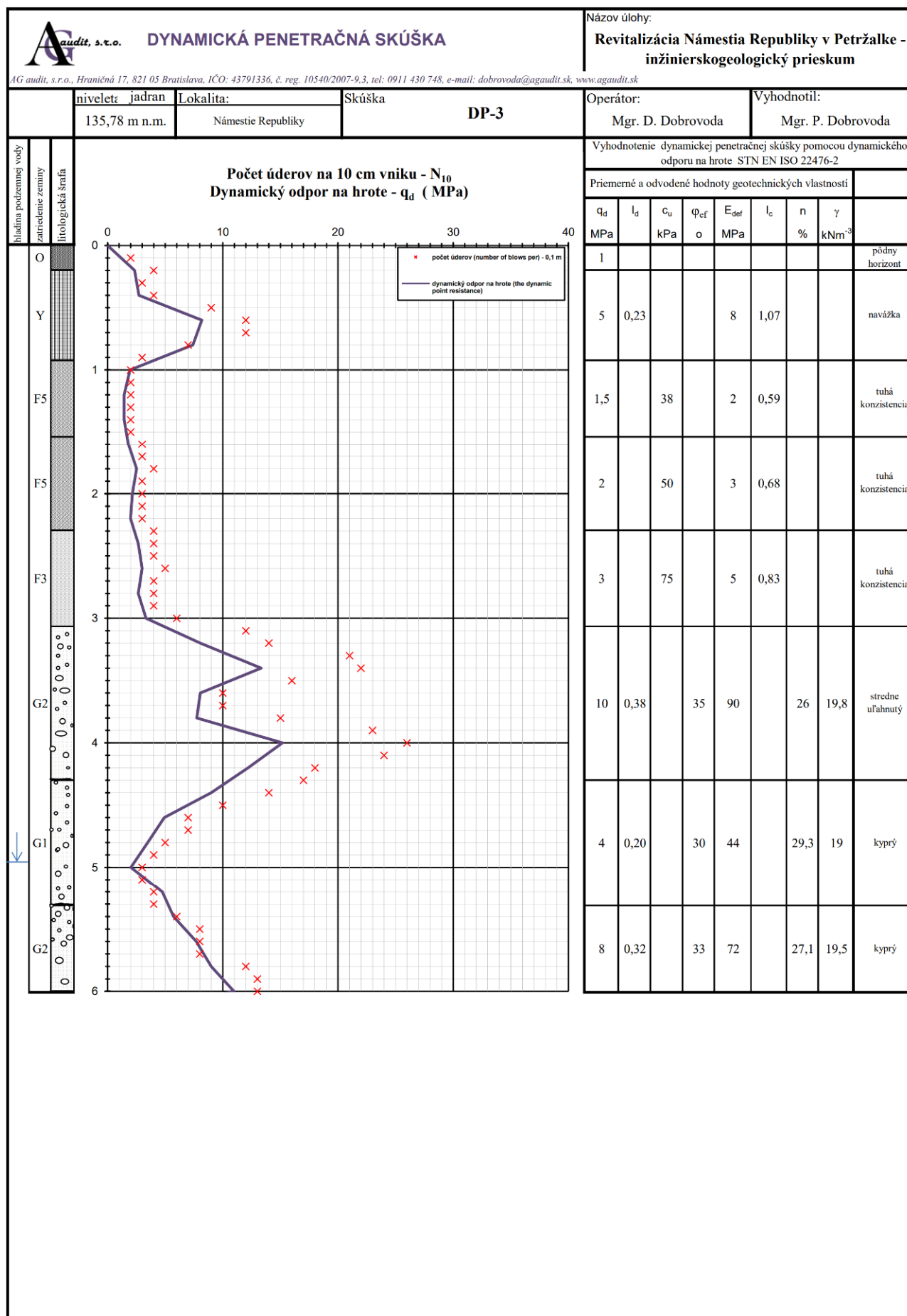
Mgr. Peter Dobrovoda

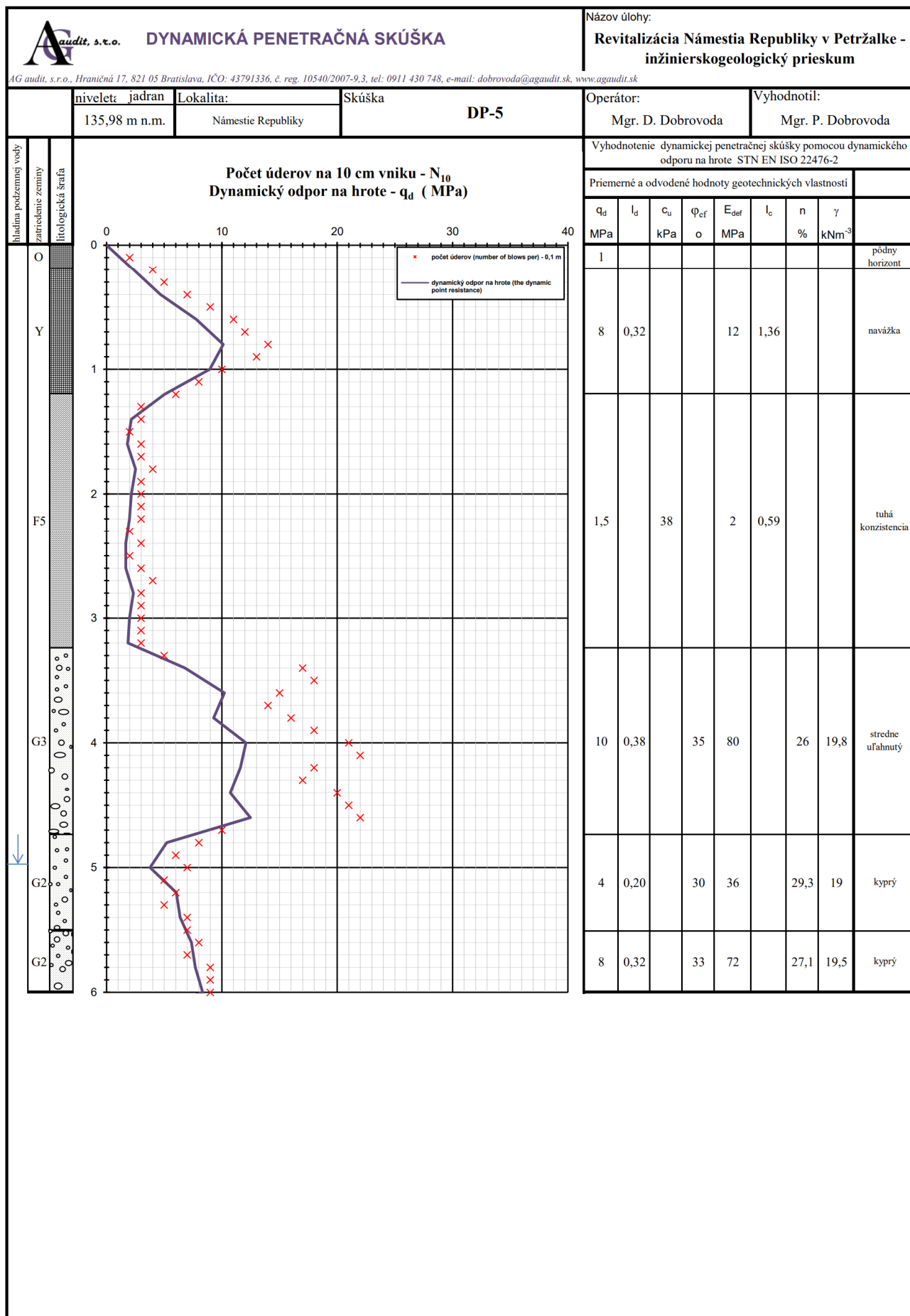
Mgr. Dalibor Dobrovoda



AG audit, s.r.o.
Hraničná 17,
821 05 Bratislava





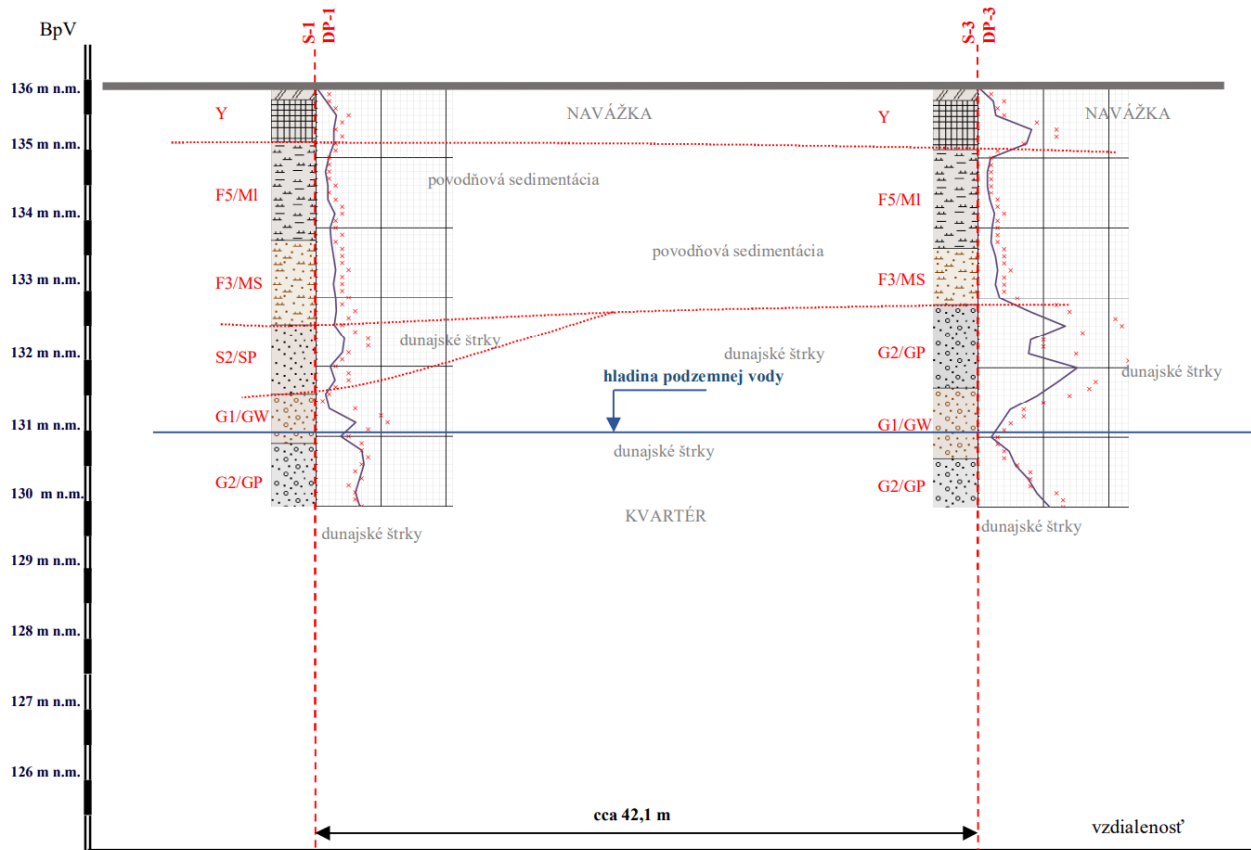


Príloha 5 Geologický profil





Geologický profil

objednávateľ prác: madebygro s.r.o., Panská 2, 811 01 Bratislava		
zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava		
názov úlohy:	číslo úlohy:	dátum vypracovania
Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum	650502024	30.10.2024
názov prílohy: Geologický profil	vypracoval:	Mgr. Dalibor Dobrovoda
mierka:	číslo prílohy:	5.

Inžinierskogeologický profil A – A'
 "Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum"
 M= 1:100/444



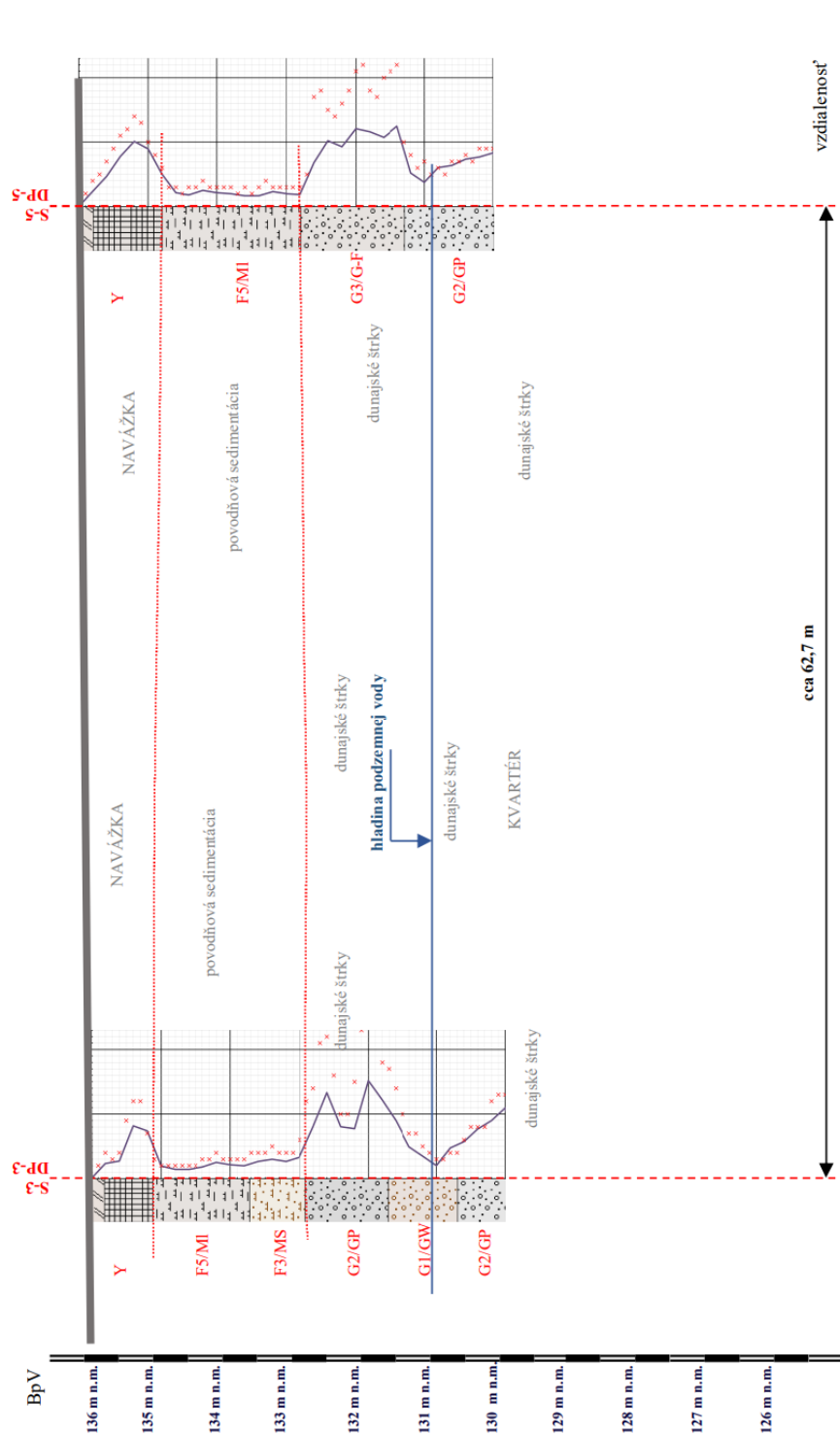
Vysvetlivky ku geologickým rezom:

- G2/GP** – symbol a trieda zeminy podľa STN 72 1001
- S-1 a DP-1** – profil vrtu S-1 a dynamickej penetračnej skúšky DP-1
-  – povrch terénu
-  – litologická hranica
-  – hladina podzemnej vody
-  – priebehová krivka DP - dynamický penetračný odpor

Inžinierskogeologický profil B – B'
 "Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum"
 M= 1:100/444



Inžinierskogeologický profil C – C'
 "Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum"
 M= 1:100/444



Klasifikačné rozbory zemín

Porušené vzorky zemín

objednávateľ prác: madebygro s.r.o., Panská 2, 811 01 Bratislava		
zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava		
názov úlohy: Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum	číslo úlohy:	dátum vypracovania
	650502024	29.10.2024
názov prílohy: Klasifikačné rozbory zemín	vypracoval:	Mgr. Dalibor Dobrovoda
mierka:	číslo prílohy:	6.

I. Úvod

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

Názov úlohy: **IGP - BA - Námestie Republiky**

Vzorky zemín boli odobraté z prieskumných sond **S-1, S-3 a S-5** 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	2024467	2,5	porušená
S - 1	2024468	4,5	porušená
S - 1	2024469	5,4	porušená
S - 3	2024470	1,2	porušená
S - 3	2024471	3,0	porušená
S - 3	2024472	4,4	porušená
S - 5	2024473	2,0	porušená
S - 5	2024474	4,2	porušená
S - 5	2024475	5,8	porušená

III. Požadované rozbor

Zodpovedný riešiteľ požadoval stanoviť základné fyzikálne rozbor zemín podľa metodiky STN, s príslušnými výpočtami STN 73 1001.

Počet a druh vykonaných skúšok

9 x zrnitosť osievaním za mokra a sucha

4 x hustomerná skúška

Zrnitostné zloženie sme zisťovali preosievaním nesúdržných zemín a súdržných hustomernou skúškou s premývaním a preosievaním. Frakcie pod 0,1 mm sú stanovené nepriamo 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	2,5	9,50	44,10	25,90	18,20	1,90		F3	MS	silt piesčitý
S - 1	4,5	2,52						G1	GW	štrk dobre zrený
S - 1	5,4	8,30						G2	GP	štrk zle zrený
S - 3	1,2	13,44	42,60	26,50	16,10	1,81		F5	MI	silt so strednou plasticitou
S - 3	3,0	11,35	39,80	26,40	13,40	2,12		F3	MS	silt piesčitý
S - 3	4,4	2,98						G1	GW	štrk dobre zrený

S - 5	2,0	19,46	48,40	28,70	19,70	1,47	F5	MI	silt so strednou plasticitou
S - 5	4,2	2,45					G3	G-F	štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy
S - 5	5,8	7,49					G2	GP	štrk zle zrný

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

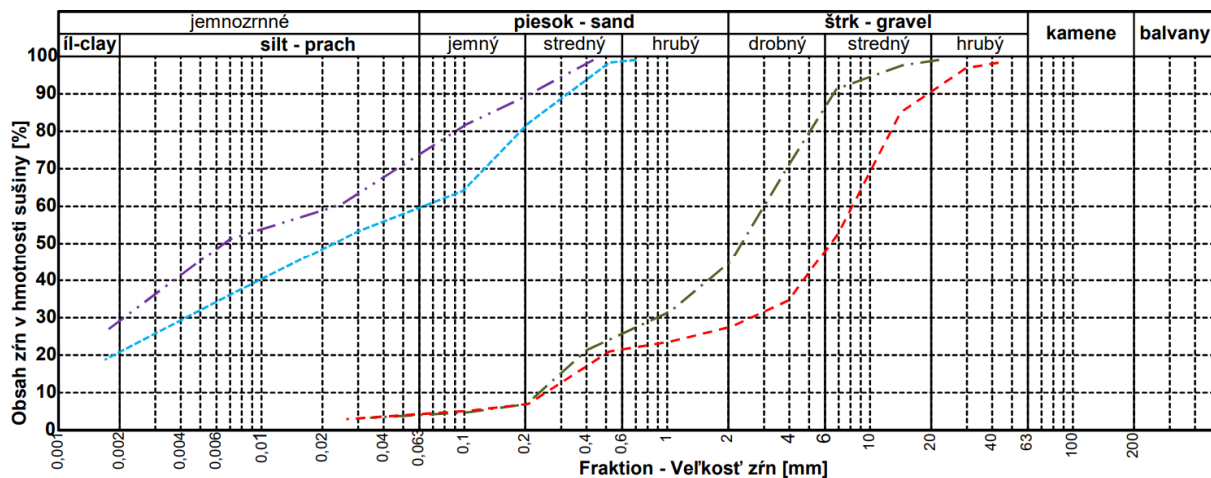


audit, s.r.o.

Hraničná 17,
821 05 Bratislava

Krivky zrnitosti zemín

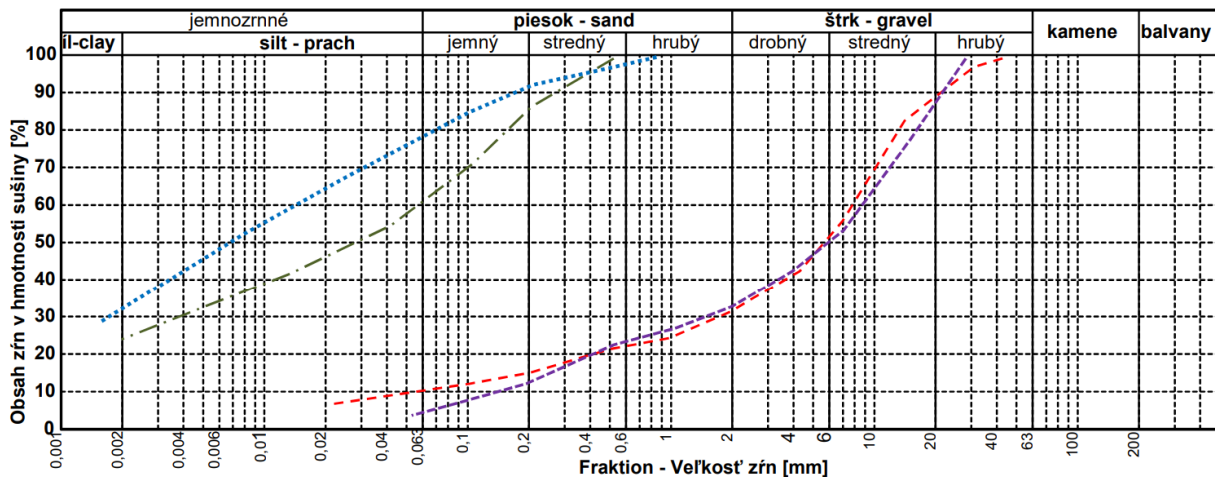
názov úlohy IGP - BA - Námestie Republiky



proba	hlbka	vzor	Cu	Cc	WL %	Ip	trieda	symbol	názov podľa STN 72 1001 - name of soil
S - 1	2,5	— · — · — · —			44,10	18,20	F3	MS	silt piesčitý
S - 1	4,5	— · — · — · —	12,50	1,23			G1	GW	štrk dobre zrný
S - 1	5,4	— · — · — · —	31,92	3,38			G2	GP	štrk zle zrný
S - 3	1,2	— · — · — · —			42,60	16,10	F5	MI	silt so strednou plasticitou

Krivky zrnitosti zemín

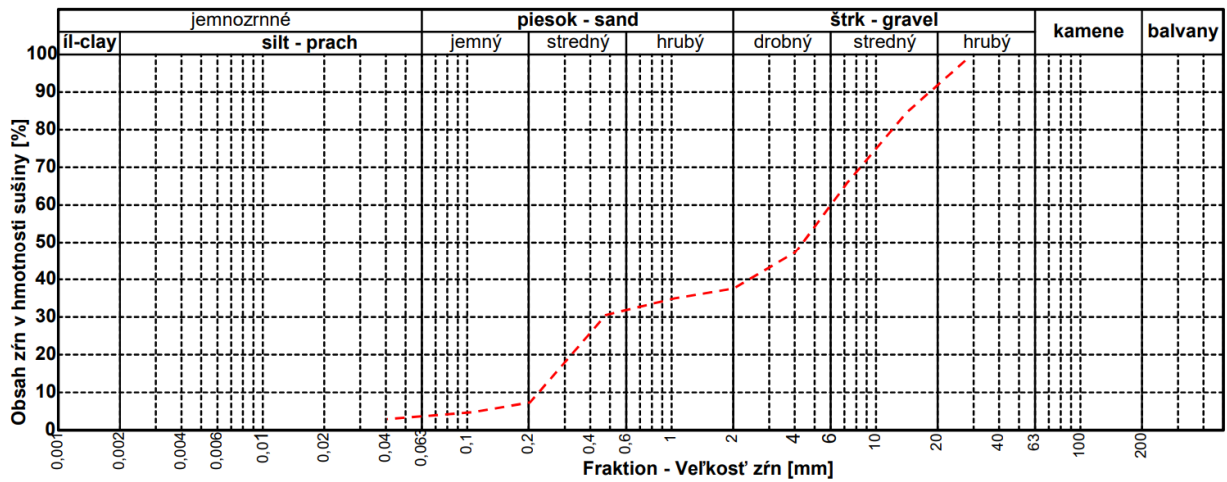
názov úlohy IGP - BA - Námestie Republiky



proba	hlbka	vzor	Cu	Cc	WL %	Ip	trieda	symbol	názov podľa STN 72 1001 - name of soil
S - 3	3	— · — · — · —			39,80	13,40	F3	MS	silt piesčitý
S - 3	4,4	— · — · — · —	53,13	1,88			G1	GW	štrk dobre zrný
S - 5	2	— · — · — · —			48,40	19,70	F5	MI	silt so strednou plasticitou
S - 5	4,2	— · — · — · —					G3	G-F	štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy

Krivky zrnitosti zemín

názov úlohy IGP - BA - Námestie Republiky



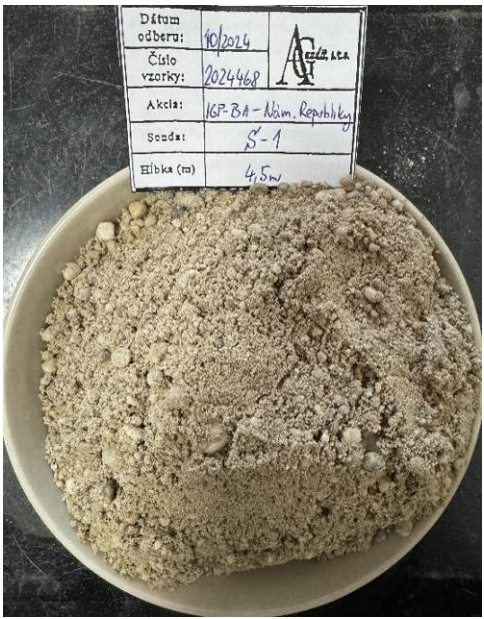

probe	hĺbka	vzor	Cu	Cc	WL %	Ip	trieda	symbol	názov podľa STN 72 1001 - name of soil
S - 5	5,8	-----	26,09	0,16			G2	GP	štrk zle zmený

Fotodokumentácia zrnitosťných rozborov

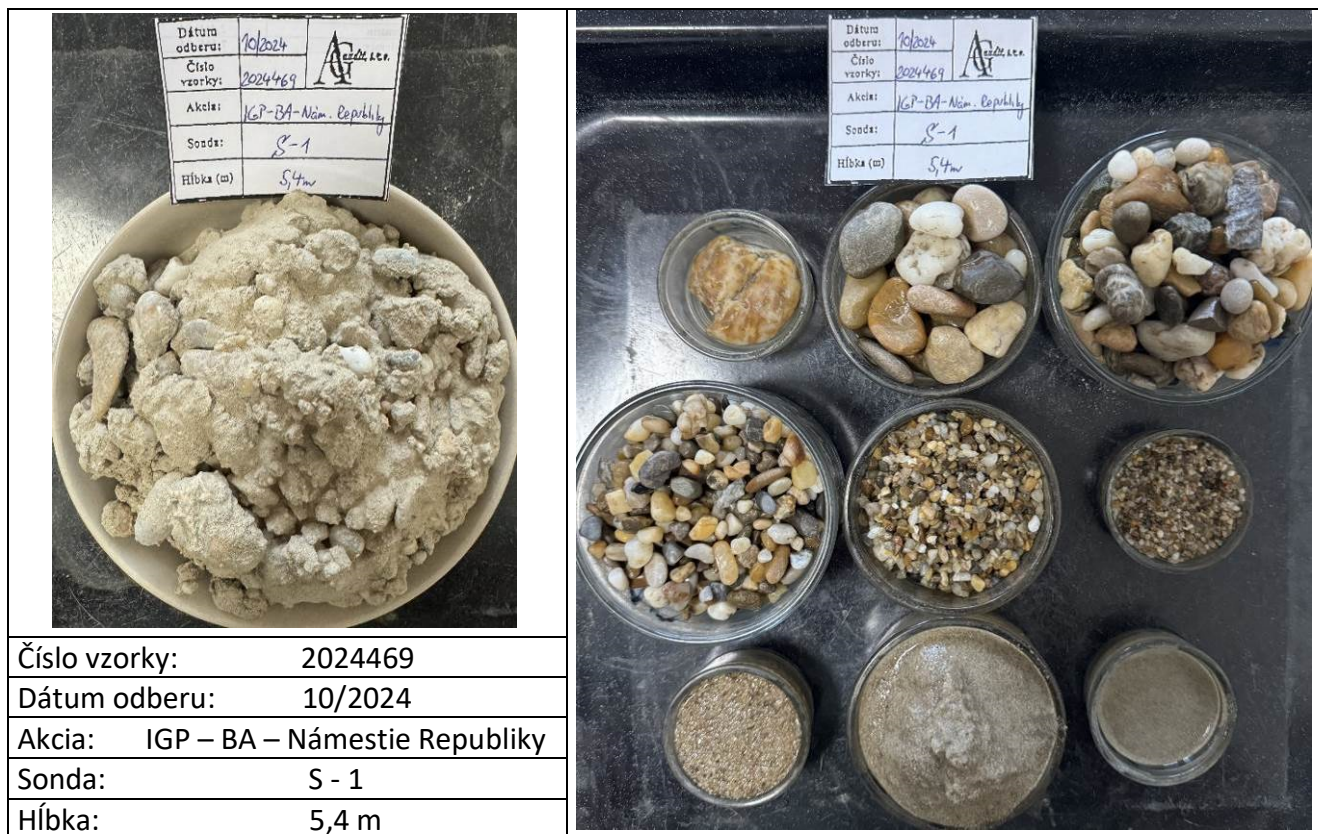




Číslo vzorky:	2024467
Dátum odberu:	10/2024
Akcia:	IGP – BA – Nám. Republiky
Sonda:	S - 1
Hĺbka:	2,5 m

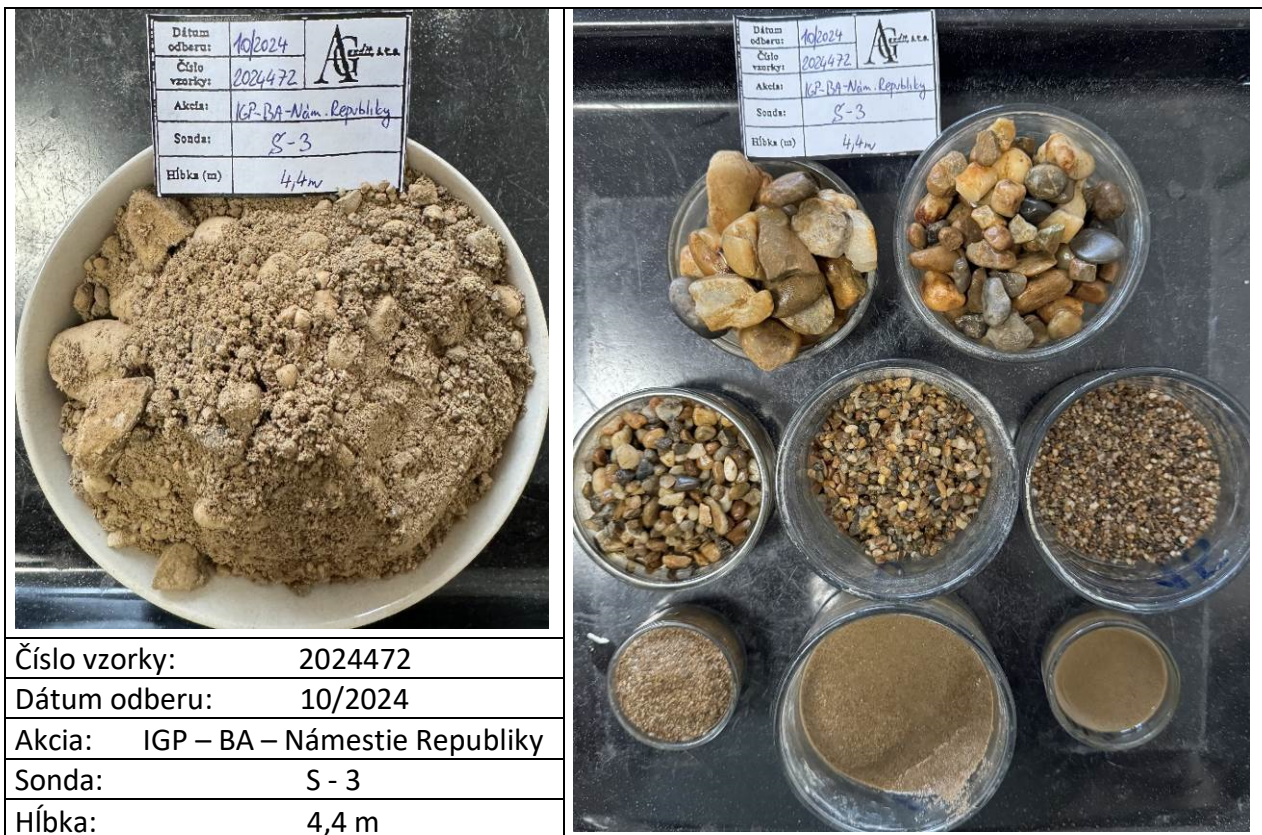
Číslo vzorky:	2024468
Dátum odberu:	10/2024
Akcia:	IGP – BA – Nám. Republiky
Sonda:	S - 1
Hĺbka:	4,5 m





Číslo vzorky:	2024469
Dátum odberu:	10/2024
Akcia:	IGP – BA – Námestie Republiky
Sonda:	S - 1
Hĺbka:	5,4 m




Číslo vzorky:	2024470
Dátum odberu:	10/2024
Akcia:	IGP – BA – Námestie Republiky
Sonda:	S - 3
Hĺbka:	1,2 m






Dátum odberu:	10/2024	
Číslo vzorky:	2024473	
Akcia:	IGP-BA-Nám. Republiky	
Sonda:	S-5	
Hĺbka (m)	2,0 m	



Číslo vzorky:	2024473
Dátum odberu:	10/2024
Akcia:	IGP – BA – Námestie Republiky
Sonda:	S - 5
Hĺbka:	2,0 m

Dátum odberu:	10/2024	
Číslo vzorky:	2024473	
Akcia:	IGP-BA-Nám. Republiky	
Sonda:	S-5	
Hĺbka (m)	2,0 m	

Dátum odberu:	10/2024	
Číslo vzorky:	2024473	
Akcia:	IGP-BA-Nám. Republiky	
Sonda:	S-5	
Hĺbka (m)	2,0 m	

Dátum odberu:	10/2024	
Číslo vzorky:	2024474	
Akcia:	IGP-BA-Nám. Republiky	
Sonda:	S-5	
Hĺbka (m)	4,2 m	



Číslo vzorky:	2024474
Dátum odberu:	10/2024
Akcia:	IGP – BA – Námestie Republiky
Sonda:	S - 5
Hĺbka:	4,2 m

Dátum odberu:	10/2024	
Číslo vzorky:	2024474	
Akcia:	IGP-BA-Nám. Republiky	
Sonda:	S-5	
Hĺbka (m)	4,2 m	





Geodetické vytýčenie sond

objednávateľ prác: madebygro s.r.o., Panská 2, 811 01 Bratislava		
zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava		
názov úlohy: Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum	číslo úlohy:	dátum vypracovania
	650502024	29.10.2024
názov prílohy: Agresivita podzemnej vody	vypracoval: Mgr. Dalibor Dobrovoda	
mierka:	číslo prílohy: 7.	

**Protokol určenia súradníc bodov metódou GPS (SKPOS)
Revitalizácia Námestia republiky**

Bratislava- m.č.-Petržalka, kat.úz: Petržalka

Typ použitej metódy: **RTK-SKPOS**

označenie prijímačov	GNSS RTK Rover
názov prijímača	Stonex S9 GNSS
typ antény	Dual L1/L2
výrobné číslo	1000170
prihlasovacie meno	xgabura1

Zoznam súradníc meraných vrtov v S-JTSK a BpV

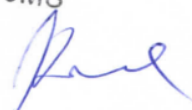
číslo bodu	y/JTSK/	x/JTSK/	h/BpV/terén
1	574253.01	1283843.00	135.80
2	574239.51	1283860.35	135.89
3	574214.35	1283859.74	135.78
4	574186.00	1283831.01	135.82
5	574182.00	1283806.00	135.98
6	574237.99	1283791.99	135.98
7	574237.00	1283729.01	136.13

Zoznam súradníc meraných vrtov vo WGS-84 /ETRS-89/

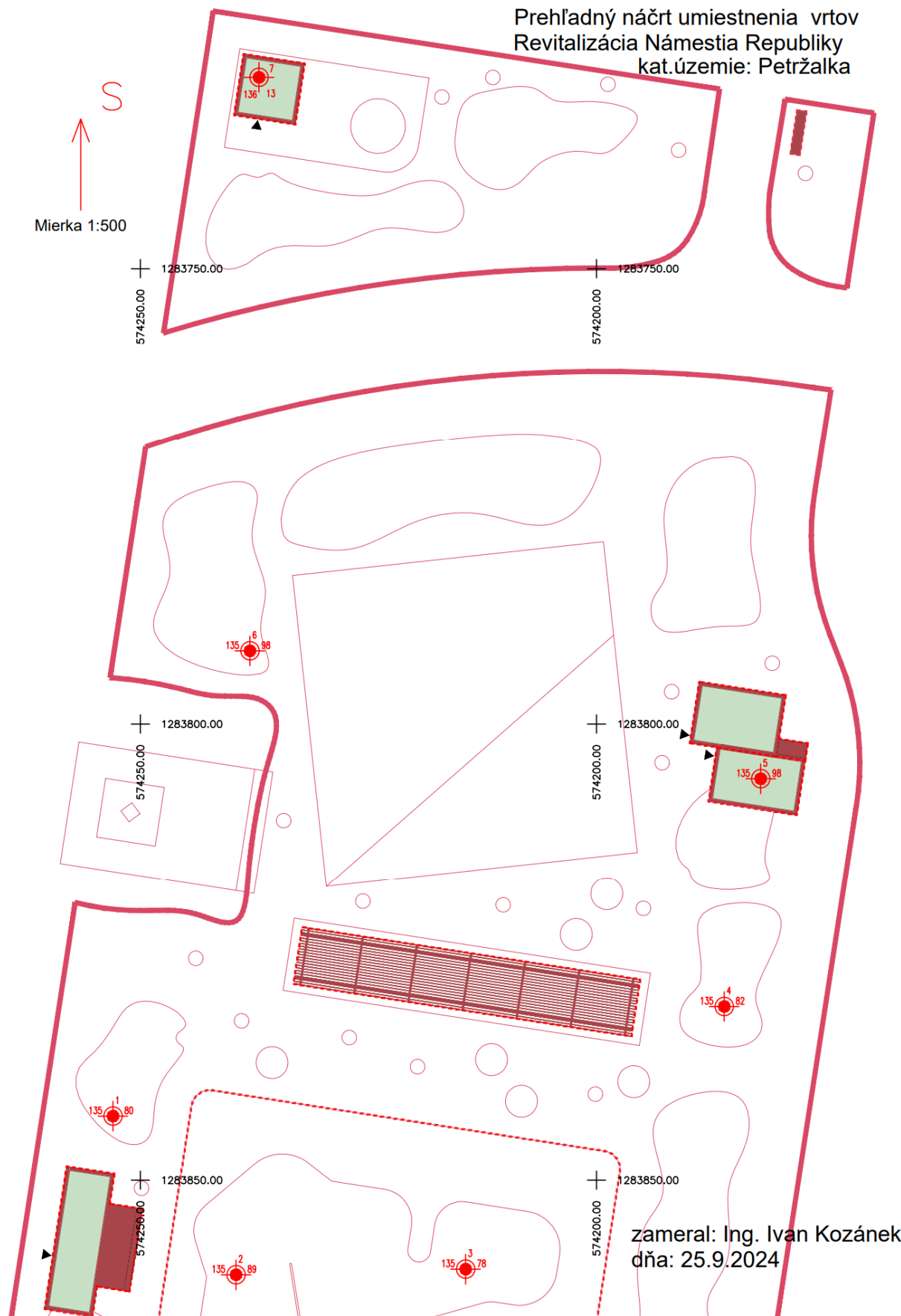
číslo bodu	B°	L°	H-elips/(m) terén
1	48°06'59.71070"N	17°06'17.57563"E	179.69
2	48°06'59.19596"N	17°06'18.30964"E	179.78
3	48°06'59.29780"N	17°06'19.51691"E	179.67
4	48°07'00.31580"N	17°06'20.74045"E	179.72
5	48°07'01.13444"N	17°06'20.81086"E	179.87
6	48°07'01.40280"N	17°06'18.04927"E	179.87
7	48°07'03.43461"N	17°06'17.78964"E	180.02

Zameral: Ing.Ivan Kozánek , dňa 25.9.2024

Ing. Ivan Kozánek - JMS
Hraničná 17
021 05 Bratislava
IČO: 35 333 448



Prehľadný náčrt umiestnenia vrtov
Revitalizácia Námestia Republiky
kat.územie: Petržalka



Fotodokumentácia sond

objednávateľ prác: madebygro s.r.o., Panská 2, 811 01 Bratislava		
zhotoviteľ prác: AG audit, s.r.o., Hraničná 17, Bratislava		
názov úlohy: Revitalizácia Námestia Republiky v Petržalke - inžinierskogeologický prieskum	číslo úlohy:	dátum vypracovania
	650502024	29.10.2024
názov prílohy: Fotodokumentácia	vypracoval: Mgr. Dalibor Dobrovoda	
mierka:	číslo prílohy: 8.	

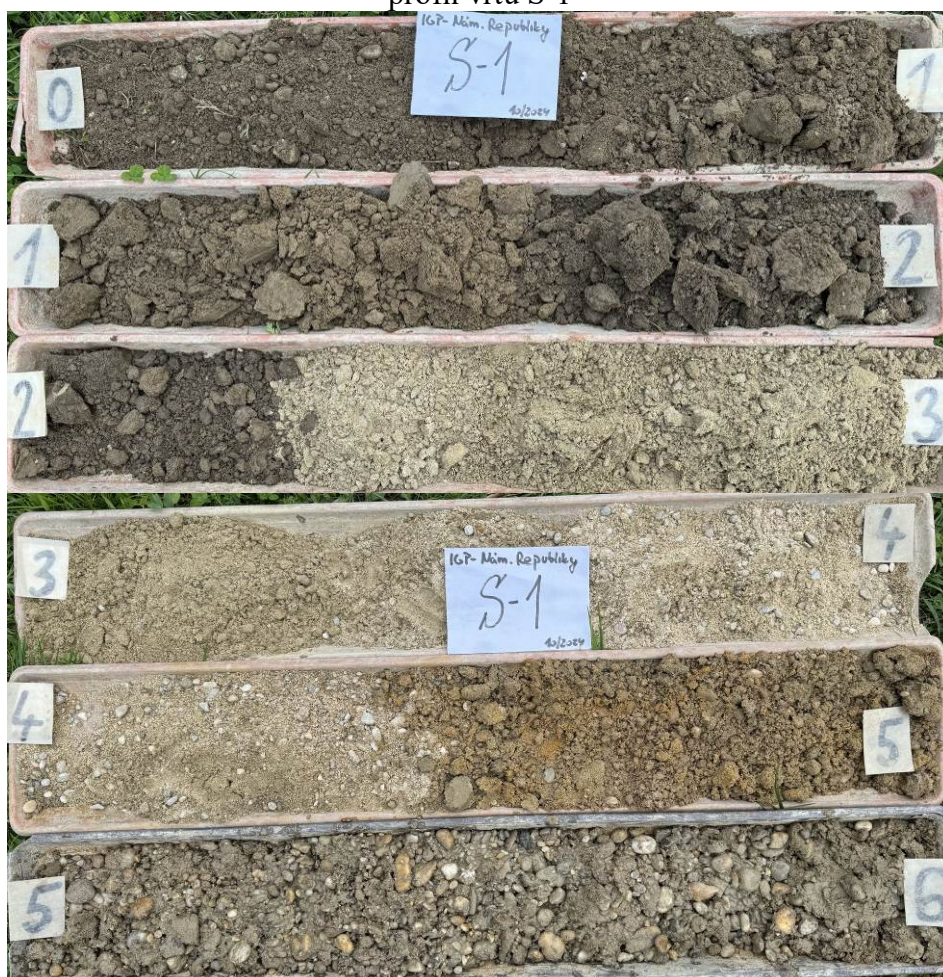
vrt S-1



dynamická penetračná skúška DP-1



profil vrtu S-1



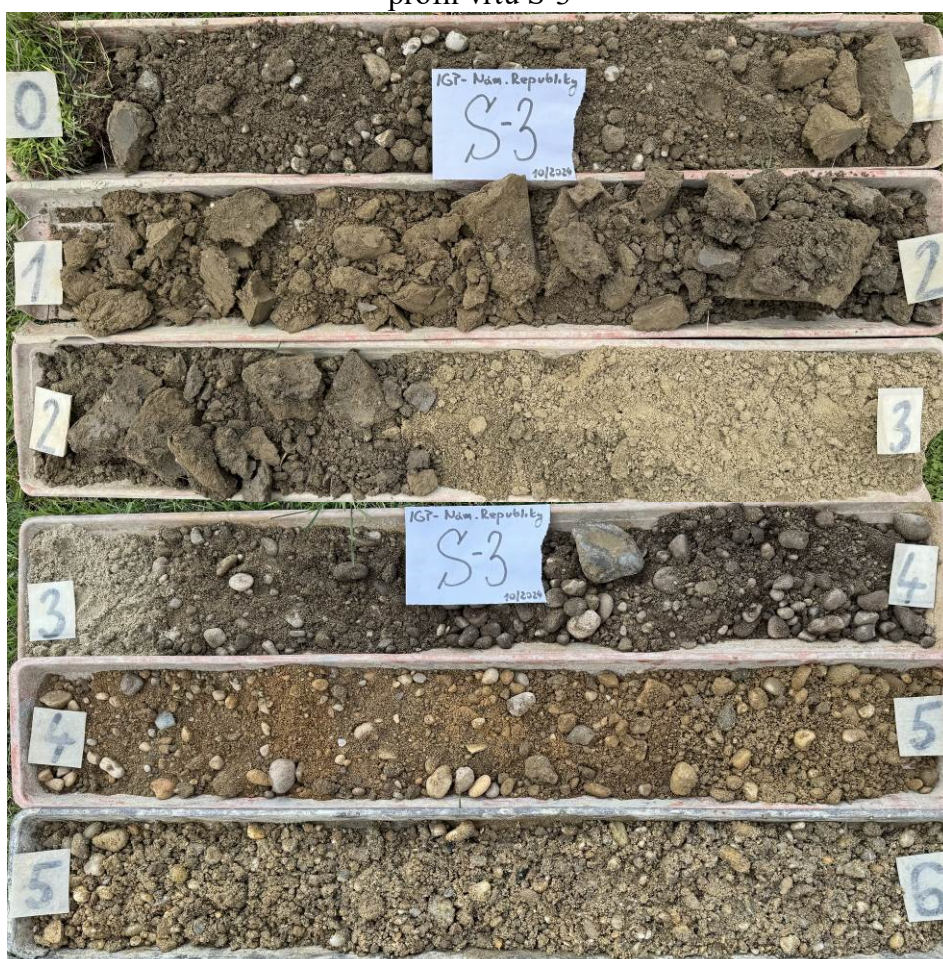
vrt S-3



dynamická penetračná skúška DP-3



profil vrtu S-3



vrt S-5



dynamická penetračná skúška DP-5



profil vrtu S-5

