



EURÓPSKA ÚNIA

Investícia do vašej budúcnosti



Tento projekt je spolufinancovaný z Kohézneho fondu.

Modernizácia električkových tratí v hlavnom meste SR Bratislava - PD

STAVBA: ELEKTRIČKOVÁ TRÁŤ RUŽINOVSKÁ RADIÁLA

Inžinierskogeologický prieskum

Objednávateľ: Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava
Primaciálne námestie 1, 814 99 Bratislava

HLAVNÝ PROJEKTANT	DOPRAVOPROJEKT, a.s. BRATISLAVA	<p>DOPRAVOPROJEKT a.s. DIVÍZIA BRATISLAVA I 832 03 Bratislava, Kominárska 2,4</p>
RIADITEĽ DIVÍZIE	Č. ZÁK.:	
ING. J. HARVANČÍK	8632-00	
HL. INŽ. PROJEKTU	Č. ARCH.:	
ING. I. KAČO <i>kačo</i>	8632-00	

Vyhotovil: AGEO spol. s.r.o, Šancová 27, 831 04 Bratislava

Dátum: jún 2015

Súprava č:

AGEO spol. s r. o., Šancová 27, 831 04 Bratislava 3
☎ 0903 452 786, e-mail: ladislav.obert@chello.sk

**Projekt: Modernizácia električkovej trate Ružinovská
radiála**
Stavba: Električková trať Ružinovská radiála



Zhotoviteľ geologickej úlohy: AGEO spol. s r.o.
Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy: RNDr. Ladislav OBERT, PhD.
Číslo geologického oprávnenia: 18/18/2004-7
Číslo preukazu odbornej spôsobilosti: 31/1993
Evidenčné číslo: 275/2015

Objednávateľ: Dopravoprojekt, a.s.
Kominárska 2,4
832 03 Bratislava 3

Druh geologických prác: inžinierskogeologický prieskum
Etapa prieskumu: podrobný prieskum
Dátum vyhotovenia IG správy: 19.06.2015

Názov obce: Bratislava MČ: Staré Mesto,
Nové Mesto,
Ružinov

Názov okresu: Bratislava I, II, III
Názov kraja: Bratislavský

OBSAH INŽINIERSKOGEOLOGICKEJ SPRÁVY

	strana
I. ÚVOD	1
II. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE STAVBY, INVESTORA A SPRACOVATEĽA PROJEKTU	1
III. ÚDAJE O SKÚMANOM ÚZEMÍ	1
III.1 Projektový zámer	1
III.2 Účel realizácie geologických prác	1
III.3 Charakteristika územia a jeho preskúmanosť	2
IV. VŠEOBECNÁ ČASŤ	2
IV.1 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery	2
IV.2 Klimatické pomery	4
IV.3 Seizmicita územia	5
V. PODROBNÁ ČASŤ	5
V.1 Metodika realizácie terénnych prác a laboratórnych rozborov	5
V.2 Inžinierskogeologické pomery podložia	8
V.3 Geotechnické charakteristiky zemín	10
V.4 Návrh úpravy zemnej pláne	13
VI. ZÁVER	13

ZOZNAM PRÍLOH

Textových:

Dokumentácia vrtov	text. príl. A
Dokumentácia dynamických penetračných skúšok	text. príl. B

Grafických:

Prehľadná situácia	príl. č. 1
Inžinierskogeologický profil M = 1 : 5000 / 1 : 100	príl. č. 2
Výsledky laboratórnych rozborov vzoriek zemín	príl. č. 3

I. ÚVOD

Na základe objednávky číslo: 2033/15-2210/8632-00 Dopravoprojekt, a.s. Bratislava bol realizovaný podrobný inžinierskogeologický prieskum pre geologickú úlohu: Električková trať Ružinovská radiála v Bratislave. Ako podklad od objednávateľa nám bola dodaná situácia stavby so zakreslením trasy a staničenia predmetnej radiály.

II. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE STAVBY, INVESTORA A SPRACOVATEĽA PROJEKTU

Identifikačné údaje o navrhovanej stavbe

Názov projektu: Modernizácia električkovej trate Ružinovská radiála
Názov stavby: Električková trať Ružinovská radiála
Miesto stavby: Hlavné mesto SR Bratislava
Okres stavby: Bratislava I, Bratislava II, Bratislava III
Miesto stavby: Mestská časť Staré Mesto, Nové Mesto a Ružinov
Kraj stavby: Bratislavský
Charakter stavby: modernizácia

Investor/stavebník:

Názov: Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava
Adresa: Primaciálne nám. 1, 814 99 Bratislava

Spracovateľ projektovej dokumentácie:

Názov: DOPRAVOPROJEKT, a.s.
Adresa: Kominárska 2-4, 832 03 Bratislava
Generálny riaditeľ: Ing. Arch. Gabriel Koczkáš
Hlavný inž. projektu: Ing. Ivan Kačo

III. ÚDAJE O SKÚMANOM ÚZEMÍ

III. 1 Projektový zámer

Predmetom projektu je modernizácia električkovej trate v stavebno prevádzkovom úseku Americké námestie - Astronomická ulica. Delí sa podľa typov koľajníc na úseky:

Úsek č.1 Americké námestie - Krížna ulica (po križovatku Legionárska - Karadžičova - Krížna ulica)

Úsek č.2 Križovatka Legionárska - Karadžičova - Krížna ulica cez Trnavské mýto po Miletičovej ulici, po Záhradníckej ulici až po koniec úseku zatrávnenia

Úsek č.3 Záhradnícka ulica - Astronomická ulica

III. 2 Účel realizácie geologických prác

Účelom realizácie podrobného inžinierskogeologického prieskumu bolo zistiť:

- inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery v podloží projektovanej električkovej trate
- klimatické pomery územia
- zloženie zemnej pláne a navrhnuť jej úpravu
- triedy ťažiteľnosti zemín podložia

III. 3 Charakteristika územia a jeho preskúmanosť

Prieskumné územie sa nachádza v okrese Bratislava I, Bratislava II a Bratislava III, v mestskej časti Staré Mesto, Nové Mesto a Ružinov. V januári 2015 bola vypracovaná kompilačná inžinierskogeologická správa pre predmetnú akciu (Ageo spol. s r.o.). Zoznam použitých posudkov prevzatých z archívu Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave uvádzam nižšie.

1. Auxt A. 2005 : Bratislava, areál THB na Záhradníckej ulici, podrobný HG prieskum, HES-COMGEO s.r.o. B. Bystrica ev. číslo Geofondu 86312
2. Blažo E. 1990 : 48 b.j. Metodova ul. V Bratislave, PPÚ Bratislava ev. číslo Geofondu 69409
3. Blažo E. 1993 : Administratívno-prevádzková budova pre družstvo HERIC, Bratislava, TERRABO Mgr. Rovňák Bratislava ev. číslo Geofondu 78792
4. Černohous K. 1987: Dostavba areálu Priemstav Bratislava, Záhradnícka ulica, Kovoprojekta Bratislava ev. číslo Geofondu 65858
5. Fabian M. 2005 : Bratislava - Tomášikova ulica, Bratislavská Univerzita práva, RNDr. Marián Fabian, Bratislava ev. číslo Geofondu 86162
6. Gerháth P. 1975 : Bratislava areál PS Miletičova ulica, Stavoprojekt Bratislava ev. číslo Geofondu 34436
7. Jánoš J. 1991 : REMO KVUSS, Vojenský projektový ústav v Bratislave ev. číslo Geofondu 76876
8. Jassinger F. 1989 : Sociálna budova cyklistického štadióna, Športprojekta Bratislava ev. číslo Geofondu 68402
9. Kniez. S. 1985 : Kanalizačný zberač B1 Starý Ružinov, Dopravoprojekt Bratislava ev. číslo Geofondu 60594
10. Mikuláš E. 2002 : Rekonštrukcia parkoviska Centráľ, Mikuláš Emil Bratislava ev. číslo Geofondu 85646
11. Mikuš F. 1975 : Geodetický ústav Bratislava - Pošeň, Stavoprojekt Bratislava ev. číslo Geofondu 34065
12. Nešvara J 1961 : Mapa základových pôd na liste M-33-143-C-b, GP Turč. Teplice ev. číslo Geofondu 12649
13. Raková H. 1976 : Odborárske námestie v Bratislave 54 b.j., Prefmonta Bratislava ev. číslo Geofondu 39267
14. Škvarka J. 1995 : Bratislava Mickiewiczova ulica, oprava vodovodu DN 100 Ekogeos Bratislava ev. číslo Geofondu 79636
15. Vlasko I. 1994 : Bratislava Záhradnícka ulica polyfunkčný dom, Vlasko Bratislava ev. číslo Geofondu 79845

IV. VŠEOBECNÁ ČASŤ

IV. 1 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery

Inžinierskogeologické pomery

Na základe geomorfologického členenia patrí skúmané územie do celku Podunajská rovina. Ide o rozsiahlu rovinu budovanú fluvialnými sedimentami

Dunaja a Malého Dunaja rozčlenenú fosílnymi mŕtvymi ramenami. Terén je prevýšený smerom k juhu. Z výšky 130,50 m n.m. stúpa až na úroveň 140,50 m n.m.

Na základe výsledkov vrtných prác, poľných penetračných skúšok a štúdia archívnych prieskumov sme zistili, že zemnú pláň električkovej trate tvorí od povrchu :

- prevažne konsolidovaná navážka charakteru siltu so štrkom, kameňmi, balvanmi s úlomkami tehál a betónu, variabilnej mocnosti od 0,3 m až ojedinele maximálne 5,6 m, priemerne 1,5 m (n = 60)
- navážka silt piesčitý tr. F3, MSY pevnej konzistencie
- navážka piesok siltovitý tr. S4, SMY kyprý
- silt piesčitý tr. F3, MS tuhej, pevnej a tvrdej konzistencie
- íl piesčitý tr. F4, CS lokálne so štrkom mäkkej a tuhej konzistencie
- silt so strednou plasticitou tr. F5, MI tuhej konzistencie
- íl so strednou plasticitou tr. F6, CI tuhej a pevnej konzistencie
- silt s vysokou plasticitou tr. F7, MH pevnej konzistencie
- íl s vysokou plasticitou tr. F8, CH pevnej konzistencie
- piesok s prímiesou jemnozrnnej zeminy tr. S3, S-F stredne uľahnutý
- piesok siltovitý tr. S4, SM stredne uľahnutý
- piesok ílovitý tr. S5, SC kyprý a stredne uľahnutý
- štrk siltovitý tr. G4, GM stredne uľahnutý, štrk zle zrnený tr. G2, GP veľmi kyprý a stredne uľahnutý a štrk ílovitý tr. G5, GC veľmi kyprý.

Fluviálne štrky sú prevládajúcim sedimentom. Tvoria v skúmanej lokalite súvislú polohu mocnosti maximálne 14,0 m a sú bázou kvartérneho súvrstvia. Štrky sú nad hladinou podzemnej vody veľmi kypré, kypré a stredne uľahnuté. Hlbšie sa nepravidelne striedajú polohy stredne uľahnuté, uľahnuté prevažne však kypré. Priemer valúnov sa pohybuje v rozpätí 1 - 2 - 6 - 8 - 10 cm. Smerom k Malému Dunaju narastá priemer valúnov. Ide o valúny dokonale opracované, zložené prevažne z kremeňa, kremenca, menej z granitu a vápenca. Výplň štrkov tvorí prevažne strednozrnny piesok v množstve 30 - 50 %. Na báze štrkového súvrstvia bola zistená poloha balvanov Ø 20 - 25 cm.

Hydrogeologické pomery

Hydrologicky patrí skúmané územie do povodia Dunaja. Hlavným kolektorom podzemnej vody je fluviálne štrkové súvrstvie kvartérneho veku. Koeficienty priepustnosti boli stanovené z kriviek zrnitosti zemín výpočtom podľa vzorca autorov Carman - Kozeny:

štrk zle zrnený tr. G2, GP $k_f = 4,82 \times 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$

štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy tr. G3, G-F $k_f = 3,69 \times 10^{-6} - 1,10 \times 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$

piesok ílovitý tr. S5, SC $k_f = 9,43 - 4,99 \times 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$

silt piesčitý tr. F3, MS $k_f = 6,67 \times 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$

íl piesčitý tr. F4, CS $k_f = 3,23 \times 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$

íl so strednou plasticitou tr. F6, CI $k_f = 3,14 - 2,47 \times 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$

Režim podzemných vôd je ovplyvňovaný kolísaním hladiny Dunaja a intenzitou zrážok napájajúcich zásoby podzemnej vody v Malých Karpatoch. Vysoké stavy hladiny podzemnej vody sú spôsobené zrážkami v období január až marec. Malý Dunaj nie je v hydraulickej spojitosti s podzemnými vodami a preto netvorí hydrologickú hranicu. Maximálna hladina podzemnej vody je uvádzaná v úrovni 130,09 m n.m. (Fabian M., 2005)

Sedimenty nivnej fácie kvartérneho veku charakteru ílov a siltov sú málo priepustné, tak ako aj neogénne sedimenty v podloží fluviálnych štrkov.

Podzemná voda môže vytvárať pre betón agresívne prostredie, v dôsledku zvýšenej koncentrácie síranov zodpovedajúcej slabo agresívnemu prostrediu XA1. Je preto nutná primárna ochrana betónovej konštrukcie v zmysle STN EN 206-1/NA.

V dôsledku zvýšenej mernej vodivosti a zvýšenej koncentrácie síranov **podzemná voda môže pri styku s náporovými vodami korozívne pôsobiť na oceľové konštrukcie**. Preto všetky oceľové telesá uložené v zemi, ktoré prídu do styku s náporovými vodami je treba chrániť zosilnenou izoláciou.

IV. 2 Klimatické pomery

Klimatické pomery boli spracované podľa údajov vypracovaných SHMÚ Bratislava dňa 1.08.1986. Išlo o pozorovania z meteorologickej stanice Bratislava Trnavská ul., za obdobie 1921/22 až 1981/82, 1931 - 1980, 1951 - 1980.

Bratislava patrí do klimatickej oblasti teplej, do okrsku A5 (teplý, mierne vlhký, s miernou zimou) a do klimaticko-geografického typu nížinnej klímy teplej.

Priemerná mesačná a ročná teplota vzduchu v °C (1931, resp. 1951 - 1980):

Trnavská ulica

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
-0,8	1,4	5,5	10,8	15,5	19,1	20,7	20,0	16,2	10,8	5,4	1,3

Priemerná ročná teplota vzduchu 10,5 °C .

Mrazové dni $t_{\min} < 0^{\circ} \text{C}$

Trnavská ulica

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
10,4	4,8	0,8	-	-	-	-	-	-	-	0,5	6,3

Priemer mrazových dní za rok: 22,8 dní.

Dni so silným mrazom $t_{\min} < -10^{\circ} \text{C}$

Trnavská ulica

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
2,3	1,6	0,2	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,6

Priemer dní so silným mrazom za rok : 4,7 dní.

Dátumy začiatku a konca extrémnych nízkych teplôt:

Stanica Trnavská ulica :

mrazové dni : 13.11. - 29.03.

ľadové dni : 8.12. - 13.12. (v 1., 2. a v 11. a 12. mesiaci
nebol ľadový deň)

Priemerný úhrn zrážok v mm (1951 - 1980):

Trnavská ulica

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
42	39	42	48	53	73	64	60	36	46	54	49

Priemerný úhrn zrážok za rok 606 mm.

Priemerná početnosť smerov vetra za rok v % podľa 3 termínových pozorovaní, odstupňovaná podľa rýchlosti vetra v m/s odvodená z najbližšej meteorologickej stanice Bratislava - Koliba:

rýchlosť (m.s ⁻¹)	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm	Σ
Calm	-	-	-	-	-	-	-	-	25	25
1 - 2	36	70	53	30	28	25	50	56		348
3 - 5	32	58	51	28	18	11	40	110		348
6 - 10	22	14	25	13	9	4	29	106		222
11 - 15	3	1	2	1	1	0	7	34		49
16 - 20	0	-	-	-	-	-	1	7		8
> 20	-	-	-	-	-	-	0	0		0
Σ	93	143	131	72	56	40	127	313	25	1000

IV. 3 Seizmicita územia

Na základe vyhodnotenia archívnych dokumentov a dlhodobých pozorovaní možno konštatovať, že maximálne seizmické intenzity v Bratislave za obdobie niekoľko sto rokov nepresiahli 6° MSK. Doteraz posledné zemetrasenie, ktoré sa prejavilo na území Bratislavy s intenzitou 6° MSK bolo zaznamenané v roku 1890 (epicentrum s intenzitou 7° MSK bolo v blízkosti Stupavy). Zemetrasenie s intenzitou 5° MSK bolo v Bratislave naposledy pocítené v roku 1973 (epicentrum s intenzitou 7,5° MSK v Seebensteine - Rakúsko).

Podľa tab 3.1 STN EN 1998-1 stratigrafický profil podložja električkovej trate, pozostávajúci z povrchovej vrstvy aluviálnych sedimentov mocnej maximálne 20 m (kypré až stredne uľahnuté fluviálne piesky a štrky s polohami ílov tuhej konzistencie) s hodnotami priemernej rýchlosti šírenia šmykových vln $V_{s,30} = 180 - 360$ m/s zatriedujeme do kategórie podložja C.

Skúmané územie v zmysle obrázku NB.6.1 STN EN 1998-1/NA/ZA patrí do zdrojovej oblasti seizmického rizika s hodnotou 4.

Podľa v STN EN 1998-1/NA/Z2 uvedenej mapy oblastí seizmického ohrozenia na území Slovenska (obr. a tab. NB.6.1) priradujeme územiu Bratislavy hodnotu referenčného špičkového seizmického zrýchlenia $a_{gR} = 0,63$ m.s⁻².

V. PODROBNÁ ČASŤ

V. 1 Metodika realizácie terénnych prác a laboratórnych rozborov

Vrtané bolo vrtnou súpravou typu UGB-VS 1 kombinovane na jadro a plným vývrtom s Ø náradia 119 a 180 mm. Zodpovedný riešiteľ makroskopicky zdokumentoval vzorky zemín, a nariadil postup vzorkovania pre laboratórny výskum. Vrtné otvory boli likvidované zahádzaním vyťaženými zeminami. Boli vyvrtané vrty 1, 2, 3, 7, 14 do hĺbky po 2,5 m v celkovej metrži 12,5 m.

Vytýčenie prieskumných diel vykonal zodpovedný riešiteľ a ich výškopisné a polohopisné zameranie vykonal objednávateľ (pozri TAB 1).

TAB. 1 Zoznam súradníc s výšok vrtov a penetračných skúšok

vrt č.	penetračná skúška č.	Y súradnica (m)	X súradnica (m)	výška (m.n.m.)	km
1	P1	571983,711	1279441,547	136,38	1,345
2	P2	571728,336	1279702,660	136,19	1,722
3	P3	569302,092	1279749,151	134,74	4,212
	P4	568746,632	1279743,275	133,94	4,768
	P5	571810,891	1279585,430	136,40	1,579
	P6	570736,060	1279764,330	132,73	2,778
7	P7	570597,051	1279759,245	133,57	2,917
	P8	570463,738	1279761,334	133,67	3,050
	P9	570056,626	1279757,096	134,23	3,458
	P10	569647,789	1279752,804	134,93	3,866
	P11	569152,061	1279747,514	134,53	4,362
	P12	568898,060	1279744,850	134,14	4,616
	P13	568535,904	1279741,053	133,71	4,978
14	P14	568339,336	1279727,309	133,89	-

Poznámka: penetračné skúšky P1, P2, P3, P7, P14 boli realizované v predstihu v mieste vytýčených vrtov

Vzorkovacie práce

Počas vrtných prác bolo odobratých 5 porušených vzoriek zemín.

Laboratórne práce

Laboratórne boli z porušených vzoriek zemín zisťované fyzikálne charakteristiky:

- zrnitosť - granulometrické zloženie
- vlhkosť v prirodzenom uložení w (%)
- vlhkosť na medzi tekutosti w_L a plasticity w_p (%)
- index plasticity I_p (%)
- index konzistencie I_c (1)

Dynamické penetračné skúšky

Boli realizované penetračné skúšky P1, P3, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14 do hĺbky po 2,5 m, skúška P4 do hĺbky 2,6 m, skúška P2 do hĺbky 2,7 m a skúška P5 do hĺbky 3,0 m, celkom 35,8 m. Na realizáciu skúšok bol použitý ťažký dynamický penetračný prístroj označený v zmysle Eurokódu 7 STN EN 1997-2, norma č. 73 0091 čl. 4.7.2 „DPH“, s nasledovnými parametrami:

Ø hrotu	$d = 43,7 \text{ mm}$
vrcholový uhol hrotu	$\alpha = 90^\circ$
plocha priečného prierezu hrotu	$A = 1500 \text{ mm}^2$
výška voľného pádu barana	$h = 500 \text{ mm}$
tiaž barana	$Q = 0,50 \text{ kN}$

tiaž sondy	$q = 0,18 \text{ kN}$
Ø sútyčia	$d_s = 32 \text{ mm}$
meraná hodnota	N_{10H}

Boli použité tzv. „stratené hroty“, ktoré pred penetrovaním boli voľne nasunuté na koniec úvodnej tyče a po vytiahnutí ostali v zemine, čím sa uľahčilo vyťahovanie sútyčia.

Počty úderov barana potrebné na zarazenie každých 10 cm sútyčia boli prepočítané pomocou rovnice na merný dynamický penetračný odpor:

$$q_{\text{dynH}} = \frac{Q^2 \times h}{A \times s \times (Q + q)} \quad (\text{kPa})$$

kde s je zarazenie hrotu jedným úderom.

Plášťové trenie bolo merané pákovým dynamometrom a následne bolo redukované. Pri počte úderov $N_{10H} < 2$ boli realizované 2 otáčky pri výmene sútyčia. Pri $2 \leq N_{10H} \leq 25$ boli realizované 2 otáčky sútyčia po každých 20 cm penetrácie. Pri $N_{10H} > 25$ boli realizované 2 otáčky sútyčia každých 50 úderov.

Prepočet krútiaceho momentu M_V som robil pomocou vzťahu:

$$N_{10H} = 0,025 \times M_V.$$

Posudzovanie uľahnutosti zemín:

aluviálne štrky zle zrnené tr. G2, GP, štrky siltovité tr. G4, GM a štrky ílovité tr. G5, GC

$$3,2 \text{ MPa} \geq q_{\text{dynH}}$$

$$3,2 \text{ MPa} < q_{\text{dynH}} \leq 9,0 \text{ MPa} \quad \text{kyprý}$$

$$9,0 \text{ MPa} < q_{\text{dynH}} \leq 20,5 \text{ MPa} \quad \text{stredne uľahnutý}$$

aluviálne strednozrnné piesky siltovité tr. S4, SM

$$4,0 \text{ MPa} \geq q_{\text{dynH}} \quad \text{kyprý}$$

$$3,0 \text{ MPa} < q_{\text{dynH}} \leq 12,0 \text{ MPa} \quad \text{stredne uľahnutý}$$

$$q_{\text{dynH}} > 12,0 \text{ MPa} \quad \text{uľahnutý}$$

aluviálne jemnozrnné piesky ílovité tr. S5, SC

$$3,0 \text{ MPa} \geq q_{\text{dynH}} \quad \text{kyprý}$$

$$3,0 \text{ MPa} < q_{\text{dynH}} \leq 10,0 \text{ MPa} \quad \text{stredne uľahnutý}$$

$$q_{\text{dynH}} > 10,0 \text{ MPa} \quad \text{uľahnutý}$$

Moduly deformácie som odvodil z korelačných vzťahov:

$$E_{\text{def}} = 3,0 \times (q_{\text{dynH}})^{0,83} \quad (\text{MPa}) \text{ pre piesok siltovitý tr. S4, SM}$$

$$E_{\text{def}} = 2,0 \times (q_{\text{dynH}})^{0,83} \quad (\text{MPa}) \text{ pre piesok ílovitý tr. S5, SC}$$

$$E_{\text{def}} = 10 \times q_{\text{dynH}} \quad (\text{MPa}) \text{ pre štrk zle zrnený tr. G2, GP}$$

$$E_{\text{def}} = 7 \times q_{\text{dynH}} \quad (\text{MPa}) \text{ pre štrk siltovitý tr. G4, GM}$$

$$E_{\text{def}} = 4 \times q_{\text{dynH}} \quad (\text{MPa}) \text{ pre štrk ílovitý tr. G5, GC}$$

Efektívne uhly vnútorného trenia som odvodil z korelačných vzťahov:

$$\varphi_{\text{ef}} = 0,80 \times 24 \times (q_{\text{dynH}})^{0,16} \quad (^\circ) \text{ pre piesok siltovitý tr. S4, SM}$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 0,75 \times 24 \times (q_{\text{dynH}})^{0,16} \quad (^\circ) \text{ pre piesok ílovitý tr. S5, SC}$$

$$\varphi_{\text{ef}} = 1,06 \times 24 \times (q_{\text{dynH}})^{0,16} \quad (^\circ) \text{ pre štrk zle zrnený tr. G2, GP}$$

$$\varphi_{ef} = 0,94 \times 24 \times (q_{dynH})^{0,16} (\text{°}) \text{ pre štrk siltovitý tr.G4,GM}$$

$$\varphi_{ef} = 0,90 \times 24 \times (q_{dynH})^{0,16} (\text{°}) \text{ pre štrk ílovitý tr.G5,GC}$$

Interpretácia výsledkov dynamických penetračných skúšok je v tabuľke č. 2

TAB.2 Interpretácia výsledkov dynamických penetračných skúšok

skúška č.	hĺbka (m)		N _{10H} (1)	q _{dynH} (MPa)	I _D (1)	uľahnutosť	φ _{ef} (°)	E _{def} (MPa)	zemina STN 72 1001
	od	do							
P2	0,5	1,0	10	8,7	0,61	SU	25	12	S5, SC
	1,0	1,3	10	8,2	0,58	SU	25	11	S5, SC
	1,3	2,7	1	0,8	0,16	K	17	2	S5, SC
P3	0,6	0,8	3	2,6	0,26	K	22	7	S4, SMY
	0,8	2,2	2	1,6	0,23	K	19	3	S5, SC
	2,2	2,7	1	0,8	0,10	VK	25	8	G2, GP
P7	0,4	1,2	16	13,9	0,48	SU	33	56	G5, GC
	1,2	1,8	3	2,5	0,12	VK	25	10	G5, GC
P14	0,0	0,5	11	9,6	0,37	SU	32	67	G4, GM
	0,5	0,8	8	7,0	0,29	K	31	28	G4, GM
	0,8	1,1	19	16,5	0,55	SU	35	66	G4, GM
	1,9	2,3	11	9,0	0,35	SU	36	90	G2, GP
	2,3	2,5	14	10,8	0,40	SU	37	108	G2, GP

Vysvetlivky:

VK veľmi kyprá

K kyprá

SU stredne uľahnutá zemina

V.2 Inžinierskogeologické pomery podložia

Inžinierskogeologické pomery trasy modernizovanej el. trate sú popísané podľa úsekov tak ako boli definované v súťažných podkladoch. V rámci podrobného IG prieskumu sú IG pomery popísané súvisle podľa staničenia projektovanej trate a rozhodujúcich križovaní el. trate s priečne vedenými komunikáciami.

Terénne práce povolil Dopravný podnik Bratislava vykonávať iba v úsekoch kde s konštrukčnou vrstvou z drveného kameňa a v mieste súbežného trávnatého povrchu.

Úsek č.1 Americké námestie - Krížna ulica (po križovatku Legionárska - Karadžičova - Krížna ulica)

V km 0,050 bol archívny vrtom zistený nasledovný inžinierskogeologický profil :

0,0 - 2,0 m navážka - silt piesčitý s kameňmi, stavebný odpad tehly, kusy betónu
2,0 - 4,0 m íl piesčitý, konzistencia pevná - tvrdá, obsah valúnov štrku , Ø 1 - 3 cm
ojedinele 5 - 8 cm 20 - 30 % tr. F4, CS
5 cm tr. G3, G - F

Hladina podzemnej vody nenarazená

V km 0,180 bol archívny vrtom zistený nasledovný inžinierskogeologický profil :

0,0 - 1,1 m navážka - tehly, kamene, valúny štrku
1,0 - 7,6 m štrk zle zrnený, Ø valúnov max. 10 cm, 19 % piesku tr. G2, GP
7,6 - 11,4 m štrk zle zrnený, Ø valúnov 12 - 18 cm, 19 % piesku tr. G2, GP
11,4 - 12,0 m íl so strednou plasticitou, konzistencia mäkká, neogén tr. F6, CI
Hladina podzemnej vody narazená 7,6 m, ustálená 7,2 m

Úsek č.2 Križovatka Legionárska - Karadžičova - Krížna ulica cez Trnavské mýto po Miletičovej ulici, po Záhradníckej ulici, až po koniec zatravného úseku.

Na Krížnej ulici po Trnavské mýto bol archívnymi vrtmi (posudky 2, 7) zistený inžinierskogeologický profil :

0,0 - 2,6 m navážka - štrk, konsolidovaný stavebný odpad
2,6 - 3,8 m íl piesčitý s valúnmi štrku, konzistencia mäkká tr. F4, CS
3,8 - 4,7 m silt piesčitý, konzistencia tuhá - pevná tr. F3, MS
4,7 - 7,1 m štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy, uľahnutý, Ø valúnov 4 - 8 cm
tr.G3, G-F
7,1 - 7,7 m silt so strednou plasticitou, konzistencia tuhá tr. F5, MI
7,7 - 8,9 m silt s vysokou plasticitou, konzistencia pevná tr. F7, MH
Hladina podzemnej vody narazená 6,2 m, ustálená 6,1 m.

Na Miletičovej ulici v rámci podrobného prieskumu, vrtmi 1, 2 a penetračnými skúškami P1, P2, P5 bol v km 1,3 - 1,8 zistený inžinierskogeologický profil :

vrt 1

0,0 - 0,6 m drvený kameň
0,6 - 1,3 m íl piesčitý tr. F4, CS konzistencia mäkká
1,3 - 2,5 m íl so strednou plasticitou tr. F6, CI konzistencia tuhá
Hladina podzemnej vody nenarazená

vrt 2

0,0 - 0,5 m drvený kameň
0,5 - 2,5 m piesok ílovitý tr. S5, SC kyprý, od hĺbky 1,3 m stredne uľahnutý
Hladina podzemnej vody nenarazená

Na Záhradníckej ulici v km 1,8 - 2,5 bol archívnymi vrtmi (posudky 1, 8, 9) zistený inžinierskogeologický profil :

0,0 - 0,3 - 5,7 m navážka - silt, kamene, úlomky betónu, konsolidovaný stavebný odpad
0,3 - 3,7 m silt piesčitý, konzistencia pevná tr. F3, MS
3,7 - 12,8 m štrk zle zrnený, Ø valúnov 5 - 8 cm, v hĺbke 12,5 - 12,8 m balvany Ø 20 - 25 cm
Hladina podzemnej vody narazená 4,2 - 5,0 - 8,0 m, ustálená 4,8 m.

Úsek č.3 Záhradnícka ulica - Astronomická ulica.

Na Ružinovskej ulici (od konca Záhradníckej ulice), v rámci podrobného prieskumu, vrtom 7, a penetračnými skúškami P6, P7, P8, P9 bol v km 2,6 - 3,6 zistený inžiniersko-geologický profil :

vrt 7

0,0 - 0,4 m drvený kameň
0,4 - 1,8 m štrk ílovitý tr. G5, GC stredne uľahnutý, od hĺbky 1,2 m veľmi kyprý
1,8 - 2,5 m silt piesčitý tr. F3, MS konzistencia tuhá, od hĺbky 1,8 m konzistencia tvrdá

Hladina podzemnej vody nenarazená

Na Ružinovskej ulici v rámci podrobného prieskumu, vrtom 3, a penetračnými skúškami P10, P3, P11, P12, P4, P13 bol v km 3,6 - 5,0 zistený inžinierskogeologický profil :

vrt 3

0,0 - 0,6 m navážka silt piesčitý tr. F3, MSY konzistencia pevná
0,6 - 0,8 m navážka piesok siltovitý tr. S4, SMY kyprý
0,8 - 2,5 m štrk zle zrnený tr. G2, GP veľmi kyprý

Hladina podzemnej vody nenarazená

Na obratisku bol v rámci podrobného prieskumu vrtom 14 a penetračnou skúškou P14 bol zistený inžinierskogeologický profil:

vrt 14

0,0 - 1,1 m štrk siltovitý tr. G4, GM stredne uľahnutý s kyprou polohou v hĺbke 0,5 - 0,8 m
1,1 - 1,9 m silt piesčitý tr. F3, MS konzistencia tvrdá
1,9 - 2,5 m štrk zle zrnený tr. G2, GP stredne uľahnutý

Hladina podzemnej vody nenarazená

V.3 Geotechnické charakteristiky zemín

Laboratórnymi skúškami boli zistené nasledovné fyzikálne charakteristiky vzoriek zemín podložia odobratých v priebehu vrtných prác:

íl so strednou plasticitou tr. F6, CI, konzistencia tuhá

granulometrická analýza :

frakcia ílovitá	0,001 - 0,002 mm	41 %	n = 1
frakcia siltovitá	0,002 - 0,060 mm	49 %	n = 1
frakcia piesčitá	0,06 - 2,00 mm	8 %	n = 1
frakcia štrkovitá	2 - 60 mm	2 %	n = 1

laboratórne zistené charakteristiky:

vlhkosť v prirodzenom uložení w_n	30,72 %	n = 1
vlhkosť na medzi tekutosti w_L	42,02 %	n = 1
vlhkosť na medzi plasticity w_p	22,24 %	n = 1
index plasticity I_p	19,78 %	n = 1
index konzistencie I_c	0,57	n = 1

silt piesčitý tr. F3, MS, konzistencia tvrdá

granulometrická analýza :

frakcia ílovitá	0,001 - 0,002 mm	20 - 21%	n = 2
frakcia siltovitá	0,002 - 0,060 mm	24 - 32 %	n = 2
frakcia piesčitá	0,06 - 2,00 mm	36 - 47 %	n = 2
frakcia štrkovitá	2 - 60 mm	0 - 20 %	n = 2

laboratórne zistené charakteristiky:

vlhkosť v prirodzenom uložení w_n	8,70 - 18,06 %	n = 2
vlhkosť na medzi tekutosti w_L	28,47 - 29,45 %	n = 2
vlhkosť na medzi plasticity w_p	23,16 - 23,39 %	n = 2
index plasticity I_p	5,08 - 6,29 %	n = 2
index konzistencie I_c	1,81 - 3,89	n = 2

piesok ílovitý tr. S5, SC

Granulometrická analýza :

frakcia ílovitá	0,001 - 0,002 mm	10 - 15 %	n = 2
frakcia siltovitá	0,002 - 0,060 mm	20 - 22 %	n = 2
frakcia piesčitá	0,06 - 2,00 mm	54 - 68 %	n = 2
frakcia štrkovitá	2 - 60 mm	0 - 20 %	n = 2

TAB. 3 Prehľad prevzatých geotechnických charakteristík

zemina	konzistencia uľahnutosť	E_{def} (MPa)	φ_u (°)	c_u (kPa)	φ_{ef} (°)	c_{ef} (kPa)	γ (kN.m ⁻³)	ν (1)	β (1)
F3, MS	tuhá	6	0	60	25	14	18,0	0,35	0,62
	pevná	10	10	60	26	18	18,0	0,35	0,62
F4, CS	tuhá	5	0	50	23	16	18,5	0,35	0,62
F5, MI	tuhá	4	0	60	20	14	20,0	0,40	0,47
F6, CI	tuhá	4	0	50	18	14	21,0	0,40	0,47
	pevná	6	5	70	19	18	21,0	0,40	0,47
F7, MH	pevná	7	4	80	17	14	21,0	0,40	0,47
F8, CH	pevná	6	0	80	15	14	20,5	0,42	0,37
S3, S-F	stredne uľah.	15			29	0	17,5	0,30	0,74
S4, SMY	kyprý	5			22	0	18,0	0,30	0,74
S5, SC	kyprý	3			19	0			
	stredne uľah.	11			25	0	18,5	0,35	0,62
G2, GP	veľmi kyprý	8			25	0			
	stredne uľah.	150			35	0	20,0	0,20	0,90
G4, GM	kyprý	28			30	0			
	stredne uľah.	70			32	3	19,0	0,30	0,74
G5, GC	veľmi kyprý	10			25	0			
	stredne uľah.	40			28	0	19,5	0,30	0,74

Charakteristiky kyprých a veľmi kyprých zemín boli interpretované z výsledkov dynamických penetračných skúšok.

Vysvetlivky :

modul deformácie	E_{def}
totálny uhol vnútorného trenia	φ_u
totálna súdržnosť	c_u
efektívny uhol vnútorného trenia	φ_{ef}
efektívna súdržnosť	c_{ef}
objemová tiaž	γ
Poissonovo číslo	ν
súčiniteľ prevodu medzi E_{oed} a E_{def}	β

Pri zemných prácach doporučujem uvažovať s nasledovnými triedami ťažiteľnosti:

	trieda ťažiteľnosti
navážky	3.
piesky kypré	1.
piesky stredne uľahnuté, štrky kypré	2.
íly a silty mäkkej, tuhej a pevnej konzistencie	3.
štrky kypré-stredne uľahnuté	2.

V.4 Návrh úpravy zemnej pláne

Vzhľadom na premenlivú mocnosť a charakter jemnozrnných zemín tvoriacich zemnú pláň navrhujem v tejto etape prieskumných prác uvažovať s priemernou hrúbkou odstránených zemín 0,6 m. Dôvodom nutnosti odťaženia jemnozrnných zemín zemnej pláne môže byť nízky index konzistencie, vysoká vlhkosť spôsobená i obsahom organických látok a výskyt navážok, kyprých a veľmi kyprých zemín v aktívnej zóne. Odstránené zeminy budú nahradené drveným betónovým recyklátom Ø 0 - 125 mm, alebo vhodným drveným kameňom (amfibolitom) z lomu Sološnica zrnitosti 0 - 125 mm s plynulou krivkou zrnitosti. Na styku jemnozrnných zemín a drveného betónu, prípadne drveného kameňa navrhujem zabudovať separačnú geotextíliu. Podložie odstránenej vrstvy zemnej pláne je nutné zhutniť.

Na hutnenie jemnozrnných zemín podložia, drveného kameňa a betónového recyklátu sú vhodné valce s hmotnosťou na hladkom behúni minimálne 13 ton. Kameň musí obsahovať frakciu prachovitú, piesčitú i kamenitú. Jemnozrnné podložné zeminy je nutné hutniť bez vibrácie s minimom 8 pojazdov, s prestávkou 20 minút každé dva pojazdy. Kamenný násyp je nutné hutniť 6 pojazdov s vibráciou a 2 pojazdy bez vibrácie. Prekrytie stôp má byť 20 cm. Kontrolu hutnenia bude nutné realizovať statickou zaťažovacou skúškou doskou.

VI. ZÁVER

Vypracovanou správou z podrobného inžinierskogeologického prieskumu bola preukázaná značná horizontálna i vertikálna variabilita zloženia zemnej pláne v podloží projektovanej Ružinovskej radiály. Je nutné, aby počas zemných prác fungoval permanentný inžinierskogeologický dozor, ktorý bude operatívne reagovať na aktuálne zistené inžinierskogeologické pomery zemnej pláne, ako aj na výsledky priebežne realizovaných statických zaťažovacích skúšok doskou.

V prípade potreby vybudovania trávnatého povrchu projektovanej radiály bude možné na polievanie trávniky využiť vodu z vrtaných studní. Doporučujem dno studní ukončiť v úrovni 126 m n. m. Pri postačujúcej výdatnosti 15 l/s navrhujem priemer výpažnice 200 mm. Pri potrebe väčšej výdatnosti doporučujem priemer výpažnice 300 mm.

TEXTOVÁ PRÍLOHA A

DOKUMENTÁCIA VRTOV

- 1** **136,38 m. n. m.**
 0,0 - 0,6 m navážka - drvený kameň, Ø 5 - 10 cm
 0,6 - 1,3 m íl piesčitý, sivozelený, konzistencia mäkká, obsah valúnov Ø 1 - 3 cm, 10 % tr. F4, CS
 1,3 - 2,5 m íl so strednou plasticitou, sivozelený, konzistencia tuhá tr. F6, CI
 Hladina podzemnej vody nenarazená
 Odber porušenej vzorky zeminy 2,2 m
- 2** **136,19 m. n. m.**
 0,0 - 0,5 m navážka - drvený kameň, Ø 5 - 10 cm
 0,5 - 2,5 m piesok ílovitý, sivohnedý, 0,5 - 1,3 m stredne uľahnutý, 1,3 - 2,5 m kyprý, fluviálny sediment tr. S5, SC
 Hladina podzemnej vody nenarazená
 Odber porušenej vzorky zeminy 2,1 m
- 3** **134,74 m. n. m.**
 0,0 - 0,6 m navážka - silt piesčitý s valúnmi Ø 3 - 5 cm, 10 % sivohnedý, konzistencia pevná tr. F4, MSY
 0,6 - 0,8 m navážka - piesok siltovitý s valúnmi Ø 2 - 4 cm, 10 % sivý, kyprý tr. S4, SMY
 0,8 - 2,2 m piesok ílovitý, sivohnedý, kyprý, fluviálny sediment tr. S5, SC
 2,2 - 2,5 m štrk zle zrný, sivohnedý, veľmi kyprý, Ø valúnov 3 - 5 cm, fluviálny sediment tr. G2, GP
 Hladina podzemnej vody nenarazená
 Odber porušenej vzorky zeminy 2,0 m
- 7** **133,57 m. n. m.**
 0,0 - 0,4 m navážka - drvený kameň, Ø 5 - 10 cm, stredne uľahnutý
 0,4 - 1,8 m štrk ílovitý, sivozelený, 0,4 - 1,2 m stredne uľahnutý, 1,2 - 1,8 m veľmi kyprý, Ø valúnov 3 - 6 cm, fluviálny sediment tr. G5, GC
 1,8 - 2,5 m silt piesčitý s valúnmi štrku Ø 2 - 4 cm, 20 %, tmavosivý, konzistencia tuhá, od 2,1 m konzistencia tvrdá, obsah organických látok, fluviálny sediment tr. F3, MS
 Hladina podzemnej vody nenarazená
 Odber porušenej vzorky zeminy 2,1 m
- 14** **133,89 m. n. m.**
 0,0 - 1,1 m štrk siltovitý, sivohnedý, stredne uľahnutý, 0,5 - 0,8 m kyprá poloha, Ø valúnov 3 - 6 cm, fluviálny sediment tr. G4, GM
 1,1 - 1,9 m silt piesčitý, hnedosivý, konzistencia tvrdá, fluviálny sediment tr. F3, MS
 1,9 - 2,5 m štrk zle zrný, sivohnedý, stredne uľahnutý, Ø valúnov 3 - 5 cm, fluviálny sediment tr. G2, GP
 Hladina podzemnej vody nenarazená
 Odber porušenej vzorky zeminy 1,7 m

TEXTOVÁ PRÍLOHA B
DOKUMENTÁCIA DYNAMICKÝCH PENETRAČNÝCH SKÚŠOK

P 1 136,38 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	1	3	3	5	11	9	11	11	6	7	0
1,1	2,0	3	3	4	4	2	2	3	3	2	2	0
2,1	2,5	2	2	1	1	2						0

P 2 136,19 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	1	1	3	5	6	15	17	14	10	8	0
1,1	2,0	4	3	3	2	2	1	2	2	1	1	0
2,1	2,7	0	1	1	1	0	2	2				0

P 3 134,74 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	2	7	9	6	7	6	3	3	2	3	0
1,1	2,0	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	0
2,1	2,5	1	2	1	2	1						0

P 4 133,94 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	3	9	13	16	6	4	3	2	1	1	0
1,1	2,0	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	0
2,1	2,6	1	1	1	1	1	1					0

P 5 136,40 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	1	3	3	8	7	10	10	10	10	16	10
1,1	2,0	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	10
2,1	3,0	1	1	1	0	1	3	3	4	7	8	10

P 6 132,73 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	5	8	21	32	40	37	18	19	10	8	0
1,1	2,0	8	5	3	2	2	3	2	2	2	3	0
2,1	2,5	2	2	1	0	1						0

P 7 133,57 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	3	16	20	28	33	56	72	77	63	61	0
1,1	2,0	27	12	6	4	3	3	3	2	1	1	0
2,1	2,5	1	1	0	1	1						0

P 8 133,67 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	4	9	16	28	32	39	38	40	13	8	0
1,1	2,0	5	5	3	3	3	2	4	5	3	2	0
2,1	2,5	2	1	1	2	1						0

P 9 134,23 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	5	6	9	14	10	15	7	7	6	4	0
1,1	2,0	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	0
2,1	2,5	3	2	1	1	2						0

P 10 134,93 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	4	5	6	10	9	7	6	8	12	12	0
1,1	2,0	12	8	8	11	12	12	11	8	8	2	0
2,1	2,5	1	2	1	1	1						0

P 11 134,53 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	9	12	10	8	12	11	6	6	6	13	0
1,1	2,0	10	8	9	10	10	9	11	8	8	15	0
2,1	2,5	12	13	14	20	18						0

P 12 134,14 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	3	7	7	9	12	12	13	9	7	9	0
1,1	2,0	8	8	18	15	23	21	24	28	32	33	0
2,1	2,5	30	29	28	31	29						0

P 13 133,71 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										Mv (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	3	10	15	17	17	10	9	7	7	4	0
1,1	2,0	4	4	5	2	2	3	3	4	4	4	0
2,1	2,5	4	5	10	17	21						0

P 14 133,89 m n. m.

Hĺbka (m)		N ₁₀ (1) POČET ÚDEROV / 10 cm										M _v (N.m)
od	do	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,1	1,0	3	13	21	11	11	8	5	8	19	34	0
1,1	2,0	23	10	7	6	4	4	5	7	9	10	0
2,1	2,5	11	10	11	14	19						0

Súhrnná tabuľka

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : RUŽINOVSKÁ RADIÁLA

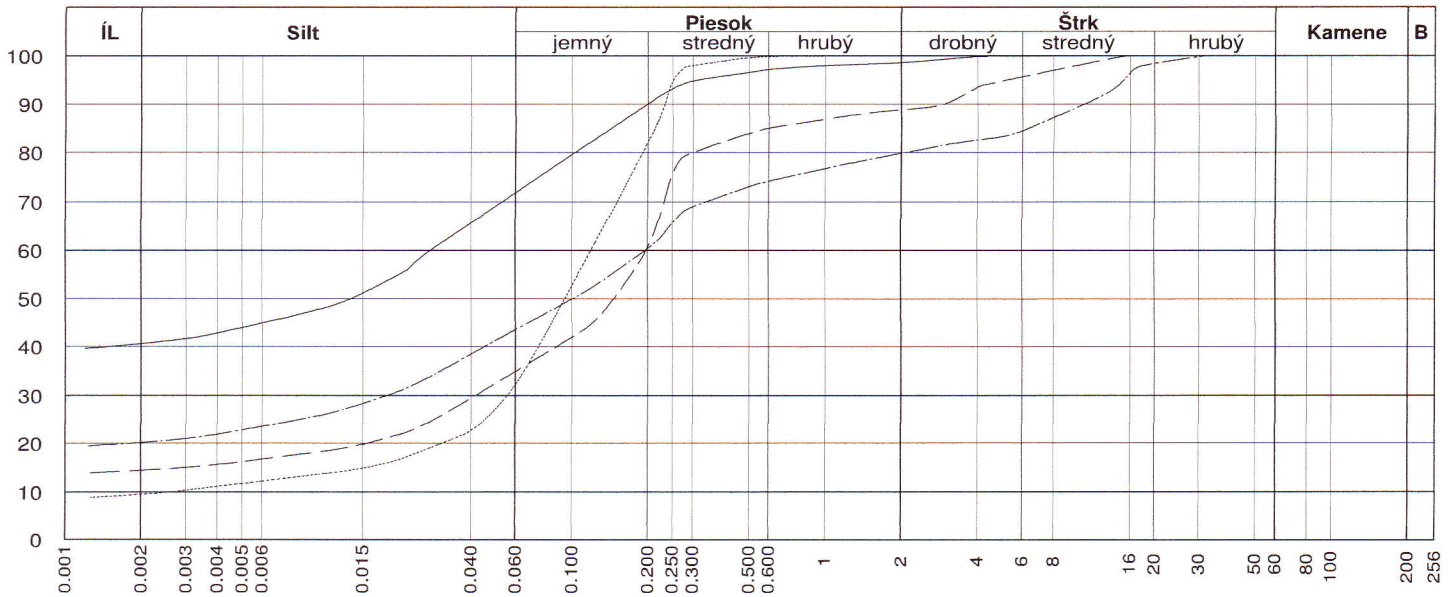
PRÍLOHA Č. : 1/a

Sonda	Hĺbka	Druh	Vlhkosť					Konzistenčné medze					Zemina	
			hmoty sušiny		%			W_L	W_P	I_P	I_C	Konzist.	Trieda	Symbol
1	2,2	PORUŠENÁ	30.72	42.02	22.24	19.78	0.57	Tuhá	F6	CI				
2	2,1	PORUŠENÁ							S5	SC				
3	2,0	PORUŠENÁ							S5	SC				
7	2,1	PORUŠENÁ	18.06	29.45	23.16	6.29	1.81	Tvrdá	F3	MS				
14	1,7	PORUŠENÁ	8.70	28.47	23.39	5.08	3.89	Tvrdá	F3	MS				

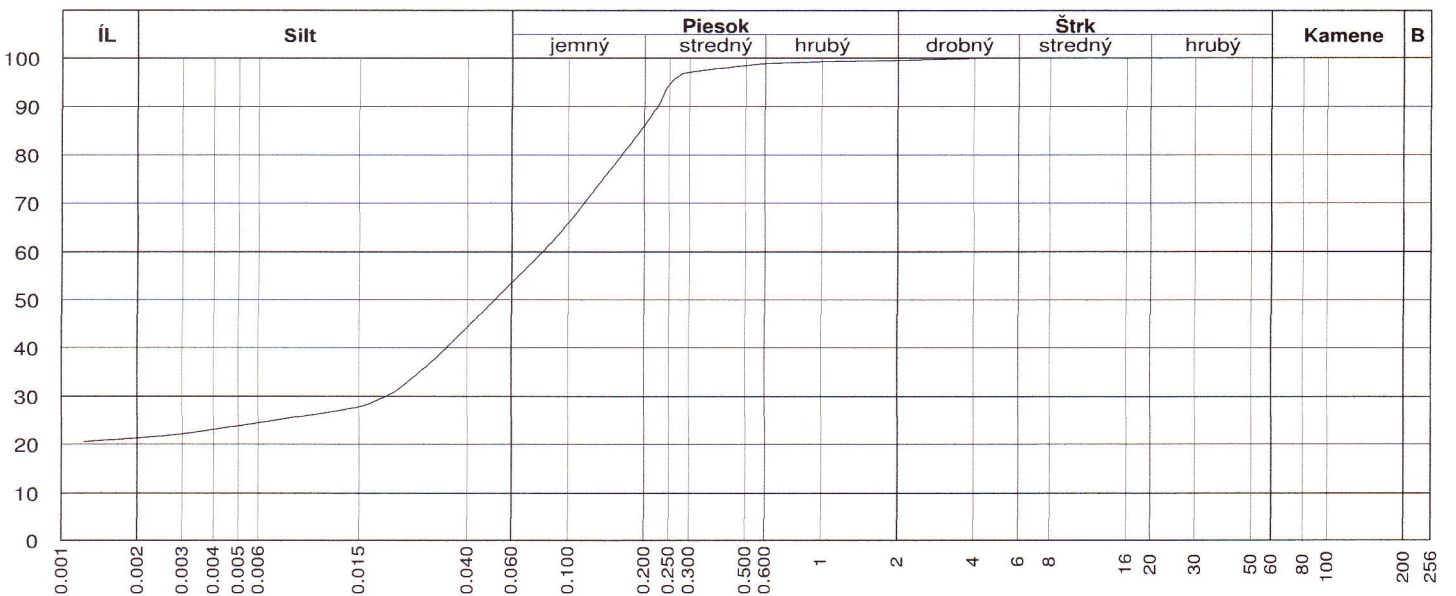
Krivky zrnitosti zemín

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : RUŽINOVSKÁ RADIÁLA
 ČÍSLO GEOLOGICKEJ ÚLOHY :

PRÍLOHA Č. : 1



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 72 1001)
1	2,2	—			42.02	19.78	F6	CI	Íl so strednou plasticitou
2	2,1	----					S5	SC	Piesok ílovitý
3	2,0					S5	SC	Piesok ílovitý
7	2,1	----			29.45	6.29	F3	MS	Silt piesčitý



Sonda	Hĺbka	Vzor	Cu	Cc	WL	Ip	Tr.	Sym.	Názov (STN - 72 1001)
14	1,7	—			28.47	5.08	F3	MS	Silt piesčitý

Koeficienty filtrácie

NÁZOV GEOLOGICKEJ ÚLOHY : RUŽINOVSKÁ RADIÁLA

Príloha č: 1

Sonda		1	2	3	7
Hĺbka		2,2	2,1	2,0	2,1
1	Hazen I.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	7.66 x10 ⁻⁸	0.00 x10 ⁰
2	Hazen II.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	3.06 x10 ⁻⁸	0.00 x10 ⁰
3	Orechová	0.00 x10 ⁰	3.39 x10 ⁻⁷	✓ 3.62 x10 ⁻⁶	0.00 x10 ⁰
4	Americký vzorec	0.00 x10 ⁰	✓ 2.54 x10 ⁻⁷	✓ 1.21 x10 ⁻⁶	1.79 x10 ⁻⁹
5	Seelheim	6.43 x10 ⁻⁷	7.63 x10 ⁻⁵	✓ 3.15 x10 ⁻⁵	3.61 x10 ⁻⁵
6	Zieschang	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	4.03 x10 ⁻⁸	0.00 x10 ⁰
7	Beyer	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	3.68 x10 ⁻⁸	0.00 x10 ⁰
8	Zaubrej	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	5.12 x10 ⁻⁷	0.00 x10 ⁰
9	Kozeny I.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	✓ 6.73 x10 ⁻⁷	0.00 x10 ⁰
10	Kozeny II.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	✓ 5.30 x10 ⁻⁶	0.00 x10 ⁰
11	Zamarin I.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	4.28 x10 ⁻⁷	0.00 x10 ⁰
12	Zamarin II.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	3.37 x10 ⁻⁸	0.00 x10 ⁰
13	Zamarin III.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	1.78 x10 ⁻⁸	0.00 x10 ⁰
14	Zamarin IV.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	1.40 x10 ⁻⁷	0.00 x10 ⁰
15	Schlichter I.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	3.34 x10 ⁻⁸	0.00 x10 ⁰
16	Schlichter II.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	3.07 x10 ⁻⁷	0.00 x10 ⁰
17	Schlichter III.	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	7.09 x10 ⁻⁸	0.00 x10 ⁰
18	Krüger	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	7.71 x10 ⁻⁸	0.00 x10 ⁰
19	Palagin	0.00 x10 ⁰	0.00 x10 ⁰	✓ 3.36 x10 ⁻⁸	0.00 x10 ⁰
20	Carman-Kozeny	✓ 2.47 x10 ⁻⁹	✓ 9.43 x10 ⁻⁹	✓ 4.99 x10 ⁻⁸	✓ 6.67 x10 ⁻⁹
Priemer výberu		2.47 x10 ⁻⁹	1.32 x10 ⁻⁷	1.81 x10 ⁻⁶	6.67 x10 ⁻⁹
Interval výberu Od		2.47 x10 ⁻⁹	9.43 x10 ⁻⁹	3.36 x10 ⁻⁸	6.67 x10 ⁻⁹
Do		2.47 x10 ⁻⁹	2.54 x10 ⁻⁷	5.30 x10 ⁻⁶	6.67 x10 ⁻⁹

Vysvetlivky :

Do výsledného priemeru sa zarátavajú zvýraznené hodnoty.

✓ - označenie výsledkov v medziach platnosti.

Sonda		14			
Hĺbka		1,7			
1	Hazen I.	0.00 x10 ⁰			
2	Hazen II.	0.00 x10 ⁰			
3	Orechová	0.00 x10 ⁰			
4	Americký vzorec	0.00 x10 ⁰			
5	Seelheim	9.41 x10 ⁻⁶			
6	Zieschang	0.00 x10 ⁰			
7	Beyer	0.00 x10 ⁰			
8	Zaubrebj	0.00 x10 ⁰			
9	Kozeny I.	0.00 x10 ⁰			
10	Kozeny II.	0.00 x10 ⁰			
11	Zamarin I.	0.00 x10 ⁰			
12	Zamarin II.	0.00 x10 ⁰			
13	Zamarin III.	0.00 x10 ⁰			
14	Zamarin IV.	0.00 x10 ⁰			
15	Schlichter I.	0.00 x10 ⁰			
16	Schlichter II.	0.00 x10 ⁰			
17	Schlichter III.	0.00 x10 ⁰			
18	Krüger	0.00 x10 ⁰			
19	Palagin	0.00 x10 ⁰			
20	Carman-Kozeny	✓ 5.20 x10 ⁻⁹			
Priemer výberu		5.20 x10 ⁻⁹			
Interval výberu Od		5.20 x10 ⁻⁹			
Do		5.20 x10 ⁻⁹			

Vysvetlivky :

Do výsledného priemeru sa zarátavajú zvýraznené hodnoty.

✓ - označenie výsledkov v medziach platnosti.