



EURÓPSKA ÚNIA
Európske štrukturálne a investičné fondy
OP Integrovaná infraštruktúra 2014 – 2020




MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

D-390

200 STATIKA

SÚRADNICOVÝ SYSTÉM: S-JTSK v realizácii JTSK

VÝŠKOVÝ SYSTÉM: Bpv

NÁZOV STAVBY		Modernizácia električkových tratí RUŽINOVSKÁ RADIÁLA	
OBJEDNÁVATEĽ	 BRATISLAVA	Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava Primaciálne nám. 1, 814 99 Bratislava	
PROJEKTANT		DOPRAVOPROJEKT, a.s. Kominárska 141/2,4 832 03 Bratislava	
		HLAVNÝ INŽINIER PROJEKTU	Ing. Nikola Grančič
		ČÍSLO ZÁKAZKY	8632-01
PROJEKTANT OBJEKTU		DOPRAVOPROJEKT, a.s., divízia Bratislava II, Kominárska 141/2,4, 832 03 Bratislava	
		ZODPOVEDNÝ PROJEKTANT	Ing. Andrej Markotán
		VYPRACOVAL	Ing. Jozef Augustín
		KONTROLOVAL	Ing.arch. Jozef Marioth
		IDENTIFIKAČNÉ ČÍSLO PRÍLOHY	MET-RR-DSP-C-D000-39000-204-X
KRAJ: BRATISLAVSKÝ	OKRES: Bratislava I, Bratislava II, Bratislava III	DÁTUM	05.2023
KATASTRÁLNE ÚZEMIE: Staré mesto, Nové mesto, Nivy, Ružinov		FORMÁT	18 A4
NÁZOV OBJEKTU	KÁBLOVODY	MIERKA	
		STUPEŇ PD	DSP
		Č. ZÁKAZKY	8632-01
NÁZOV PRÍLOHY	STATICKÝ VÝPOČET	Č. SÚPRAVY	Č. PRÍLOHY
			204

OBSAH

1.00 Použité normy podklady a literatúra.....	3
2.00 Popis nosných konštrukcií.....	3
3.00 Predpoklady.....	6
4.00 Zat'azenie a pôsobiace vplyvy.	6
5.00 Nosné konštrukcie šachty.....	7

1.00 Použité normy podklady a literatúra.

STN, EN platné k 07. 2021.

Architektonicko - stavebný návrh s technologickými zaťaženiami

2.00 Popis nosných konštrukcií.

Predmetom statického výpočtu je návrh a posúdenie nosných konštrukcií šacht objektu 390 – KÁBLOVODY. Z dôvodu veku a opotrebenia jestvujúcich káblových vedení (napájacie, spätné a ovládacie káble) z meniarne Ružová dolina resp. z meniarne Legionárska je požiadavkou správcu vedení nahradiť tieto existujúce káblové vedenia. Z dôvodu veľkého počtu týchto vedení je žiaduce z existujúcich meniarňí vybudovať káblovody. Pre menšie rozmery a väčšiu flexibilitu budú káblovody vybudované z plastových multikanálov z HDPE. Káblovod z meniarne Ružová dolina povedie kolmo na Bajkalskú ulicu do zeleného deliaceho pásu cestnej komunikácie ulice Bajkalská. V ňom bude pokračovať smerom k Ružinovskej ulici, kde sa pred mimoúrovňovou križovatkou Bajkalská-Ružinovská rozvetví a ukončí. Káblovod z meniarne Legionárska povedie pod parkoviskom, ktoré patrí budove bývalej Konskej železnice, smerom k Trnavskému mýtu s vetvou pod Legionárskou ulicou. Káblovody budú tvorené združením 9-otvorových multikanálov (2 až 8 kusov), ktoré budú spájať jednotlivé železobetónové šachty. Káblovod bude tvorený vysokokapacitnými plastovými multikanálmi z polyetylénu s vysokou hustotou (HDPE). Navrhovaný profil multikanálu je 9-otvorový s prierezom 385 x 385 mm. Počet multikanálov medzi jednotlivými šachtami je 1 – 8. Podľa nasledujúcej tabuľky.

Vetvy káblovodu - 9-otvorové multikanály					
Trasa		Vzdialenosť [m]	Počet multikanálov	Počet chráničiek	Dĺžka multikanálov
Od	Do				
meniareň Ružová dolina	Š1-RD	15.0		72	0
Š1-RD	Š2-RD	45.0	8		360
Š2-RD	Š3-RD	9.0	8		72
Š3-RD	chodník Bajkalská	21.0	1		21
Š3-RD	Š4-RD	26.5	8		212
Š4-RD	Š5-RD	73.5	8		588
Š5-RD	smer Trenčianska	16.0	2		32
Š5-RD	Š6-RD	53.5	6		321
Š6-RD	Š7-RD	39.5	6		237
Š7-RD	Š8-RD	14.5	6		87
Š8-RD	Š9-RD	51.5	6		309
Š9-RD	smer Trnavské mýto	32.0	4		128
Š9-RD	Š10-RD	15.5	2		31
Š10-RD	smer Ružinov	22.5	2		45
meniareň Legionárska	Š1-LG	11.5		72	0
Š1-LG	Š2-LG	19.5	8		156
Š2-LG	smer Križna	35.0	4		140
Š2-LG	Š3-LG	41.5	6		249
Š3-LG	chodník	8.0	5		40

Celková dĺžka káblovodu		Celková dĺžka multikanálov	
Ružová dolina	435	Ružová dolina	2443
Legionárska	116	Legionárska	585
Spolu	551	Spolu	3028

Dĺžka jedného dielu multikanálu je 1118 mm, diely budú spájané hrdlovým spojom, ktorý bude utesnený pryžovým tesnením a zaistený štyrmi oceľovými sponami. Káblovod je konštruovaný pre suchý proces výstavby.

Pre veľký počet inžinierskych sietí bude káblovod v niektorých úsekoch odchýlený z priameho smeru. Pri ohyboch alebo zmenách výškovej úrovne bude v potrebnom množstve použitý špeciálny ohybový diel, ktorý umožňuje odklon 3°. Zmeny smeru a výškovej úrovne do 2° budú realizované za pomoci rovných dielov.

Výkop pre káblovod bude široký v závislosti od počtu multikanálov. A to 3000 mm (4x2 multikanálov) až 2000 mm (pre 2 multikanály). Pri hĺbke uloženia multikanálov cca 1 m pod povrchom, predstavuje hĺbka výkopu cca 2,0 m. Pri zníženom uložení multikanálov (kvôli križujúcim sieťam) môže byť hĺbka výkopu 2,5 m. Presnú hĺbku uloženia bude možné stanoviť až po vytýčení všetkých dotknutých inžinierskych sietí. Výkopy budú pažené.

Multikanály budú uložené do výkopu a po záverečnej kontrole budú postupne zasypávané. Na počiatočný zásyp by mal byť použitý sypký granulovaný materiál bez veľkých kameňov, drte, hrúd a veľkých kusov hliny. Vhodný materiál bude sypaný po vrstvách po stranách telesa káblovodu (multikanálov) a prípadne zhutnený na požadované vlastnosti. Na konečný zásyp je možné použiť výkopovú zemínu za predpokladu, že nebude obsahovať veľké kamene, organické pôdy, zmrznutú hlinu, ... s ohľadom na zabránenie možného bodového mechanického preťaženia multikanálu ako aj na zaistenie stabilných podmienok konečného zásypu. Multikanály sú komerčne certifikované výrobky pre tento účel požitia, preto nie je potrebné sa s nimi staticky zaoberať.

Nové šachty káblovodu sú navrhnuté z monolitického vodostavebného železobetónu triedy C30/37.

Rozmery šacht a ich výškové usporiadanie je zostavené gdo nasledujúcej tabuľky:

Káblovody - šachty										
Ozn.	Svetlý rozmer			Zastavaná plocha [m ²]	Obostavaný objem [m ³]	Kóta terén	Kóta dno	Umiestnenie	Poznámka	
	Dĺžka [m]	Šírka [m]	Výška [m]							
meniaren Ružová dolina	Š1-RD	6.0	2.7	2.5	21.8	65.3	133.71	130.4	zeleň	
	Š2-RD	4.2	3.5	2.5	19.7	59.0	135.13	131.8	zeleň	
	Š3-RD	5.1	3.2	2.5	21.7	65.0	135.45	132.1	chodník	nepravidelný tvar
	Š4-RD	4.2	4.2	2.5	23.0	69.1	135.70	132.4	zelený deliaci pás cestnej komunikácie (Bajkalská)	
	Š5-RD	4.7	4.2	2.5	25.4	76.3	135.68	132.4		
	Š6-RD	4.0	4.0	2.5	21.2	63.5	135.61	132.3		
	Š7-RD	4.0	4.0	2.5	21.2	63.5	136.25	132.9		
	Š8-RD	4.0	3.3	2.5	17.9	53.8	136.28	133.0		
	Š9-RD	4.7	4.7	2.5	28.1	84.3	137.17	133.9		
	Š10-RD	4.0	4.0	2.5	21.2	63.5	136.80	133.5	zeleň ostrovček	
				Súčet:	663.3					
meniaren Legionárska	Š1-LG	4.0	2.8	2.5	15.8	47.5	137.85	134.5	vjazd na parkovisko	pojazdný poklop
	Š2-LG	3.7	3.2	2.5	16.3	49.0	138.25	134.9	zeleň	
	Š3-LG	3.2	3.2	2.5	14.4	43.3	138.10	134.8	parkovisko (zámková dlažba)	zadlažďovací poklop
				Súčet:	139.8					

Šachty budú osadené na podkladnom betóne hr. 150 mm triedy C25/30. Hrúbka stien a stropu šachiet bude 300 mm, hrúbka dna bude 200 mm. V rohu stropu šachty bude otvor s hrdlom pre uloženie poklopu so svetlým rozmerom 900 x 600 mm. Poklopy budú kompozitné vodotestné resp. oceľový pozinkovaný tzv. zadlažďovací (Š3-LG) – s vnútornou výstužou pre dodatočné dobetónovanie, vhodný pre polozenie dlažby. Horná hrana stropnej dosky šachty bude cca 500 mm pod upraveným terénom. Počas realizácie budú do stien šachty pripravené otvory pre multikanály. Po osadení multikanálov budú otvory utesnené. Do stien šachty budú osadené stupadlá resp. rebrik pre prístup do šachty. Po zavlečení káblov, budú všetky otvory multikanálov vo všetkých šachtách opatrené požiarnou upchávkou. V miestach pod cestnými komunikáciami budú, pre zvýšenie únosnosti, multikanály obetónované. V tomto stupni dokumentácie v statike budú rozkreslené a staticky navrhnuté dve najväčšie šachty Š1-RD a Š9-RD. Všetky šachty majú rovnakú svetlú výšku a menia sa pôdorysné rozmery. Dimenzie stropnej a podlahovej dosky a stien budú na všetkých šachtách rovnaké.

Základové pomery preberám z IGHP (spracovateľ AGEO, s.r.o., 01/2015). Stavenisko z hľadiska geomorfologického patrí do Podunajskej nížiny. Po geologickej stránke sa územie nachádza v okrajovej časti neogénnej panvy, budovanej sedimentmi neogénu a kvartéru. Neogénne podložie sa nachádza vo väčších hĺbkach 10.00 až 15.00 m p.t. a nebude mať vplyv na zakladanie. Kvartér je zastúpený mohutným náplavovým kužeľom dunajských fluviálnych a aluviálnych štrkopiesčitých sedimentov s premenlivým obsahom piesčitej frakcie. Povrchovú vrstvu tvoria organické navážky antropogenného pôvodu z predchádzajúcej stavebnej činnosti. Táto hrúbka je premenná a dosahuje, maximálne okolo 0.50 m p.t. s konzistenciou kyprou. Geologické pomery preberám zo sondy 14, kde boli zistené tieto geologické pomery

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 zrnený, sivohnedý, stredne uľahnutý, Ø valúnov 3 - 5 cm, fluviálny sediment tr. G2, GP
Hladina podzemnej vody nenarazená	
Odber porušenej vzorky zeminy 1,7 m	

V hĺbkach okolo 10.00 až 15.00 m pod povrchom terénu začína neogénne podložie. Toto je tvorené ílom F8/CH pevnej konzistencie. Neogénne súvrstvie má takmer nulový koeficient priepustnosti. Z hydrogeologického hľadiska ide o mohutný kolektor podzemných vôd vytvorený v štrkopiesčitom prostredí dunajských štrkov. Spodná voda je v priamej hydrogeologickej súvislosti s hladinou vody v Dunaji. Nepriepustné podložie kolektora tvorí neogénny íl. Pri bežných stavoch spodná voda dosahuje úroveň cca 6.00 m pod terénom a jej maximálna hladina môže dosiahnuť úroveň 130.09 m n.m., čo je cca 4.50 m pod terénom. Spodná voda má slabú agresivitu na betón XA1 a silnú agresivitu na oceľ, ktorá je v priamom styku so spodnou vodou. Spodná voda aj pri jej maximálnej hladine nepríde do styku so základmi a nemôže ovplyvniť zakladanie rodinného domu.

Územie je zatriedené do 7^o seizmicity stupnice MSK-64; kategória terénu C.

Zdrojové oblasti seizmického rizika, ktoré ovplyvnia územie stavby :

Zdrojová oblasť s návrhovým zrýchlením $\rightarrow a_{gR} = 0.63 \text{ m/s}^2$

Magnitúda zemetrasenia :

Epicetrálna intenzita $I_0 = 7^0$; predpokladaná hĺbka ohniska - $h = 8 \text{ Km}$

Magnitúda $M_s = 0.55 \times 7 + 0.95 = 4.80$

Projektované šachty sú malé, tuhé zo železobetónu, preto pri návrhu nosných konštrukcií budem uvažovať len konštrukčné zásady pre stavby v seizmických oblastiach.

Základy šacht tvorí doska dna, ktorá je uložená na podkladnom betóne s hrúbkou 150 mm. Základová škára sa bude nachádzať vo vrstve siltov piesčitých F3/MS, alebo v hornej úrovni štrkov G2/GP s návrhovou únosnosťou základovej pôdy $R_d = 250 \text{ KPa}$. S účinkami spodnej vody sa na zakladanie neuvažuje, šachty sú trvale nad úrovňou maximálnej vody. Základová škára sa musí nachádzať v únosných zeminách pod úrovňou navážok a zemín s organickými prímiesami. Zeminý s organickými prímiesami a prípadné neúnosné navážky je potrebné odstrániť v celom rozsahu pôdorysu

v rámci odhumusovania. Spätné zásypy pod podlahovú dosku a základy je potrebné zhotoviť z hrubozrnného štrku so zhutnením na $E_{\text{def,min}} = 30 \text{ MPa}$.

Nosné konštrukcie šacht sú navrhnuté z vodostavebného železobetónu, budú osadené na podkladnom betóne hr. 150 mm triedy C25/30. Hrúbka stien a stropu šachiet bude 300 mm, hrúbka dna bude 200 mm. V rohu stropu šachty bude otvor s hrdlom pre uloženie poklopu so svetlým rozmerom 900 x 600 mm.

3.00 Predpoklady.

Betón prostý, nenosný C 25/30 – X0

Železobetón C 30/37 – XC4, XF1 – vodostavebný - konštrukcie vystavené atmosférickým vplyvom

Oceľ betonárska B 500 B

4.00 Zat'azenie a pôsobiace vplyvy.

4.01 Zat'azenie zvislé.

STROP ŠACHTY

Stále

Zemina nad šachtou	≈	10.00 x 1.35=13.50 KN/m ²
ŽB doska	0.30 x 25.00	7.50 x 1.35 10.15
Úpravy, technológia ...	≈	0.25 x 1.35 0.35
Σ		17.75 24.00 KN/m ²

Premenné - strop

Užitné s dopravou	10.00	10.00 x 1.50=15.00 KN/m ²
-------------------	-------	--------------------------------------

Premenné - dno

Užitné	5.00	5.00 x 1.50= 7.50 KN/m ²
--------	------	-------------------------------------

4.02 Zat'azenie vodorovné.

ZEMNÝ TLAK

Steny obvodové sú zat'azené zemným tlakom v pokoji.

Priťazenie terénu 10.00 KN/m²

Zásypová zemina – objemová tiaž $\gamma_{k,\text{soil}} = 19.50 \text{ KN/m}^3$; uhol vnútr. trenia $\varphi_k = 30^\circ$

Parciálne súčinitele spoľahlivosti – $\gamma_{G,\text{stb}} = 0.90$; $\gamma_{G,\text{dst}} = 1.10$; $\gamma_Q = 1.50$

Náhradná výška zeminy od priťazenia $H_{\text{eq}} = 1.50 \times 10.00 / (1.10 \times 19.50) \approx 0.70 \text{ m}$

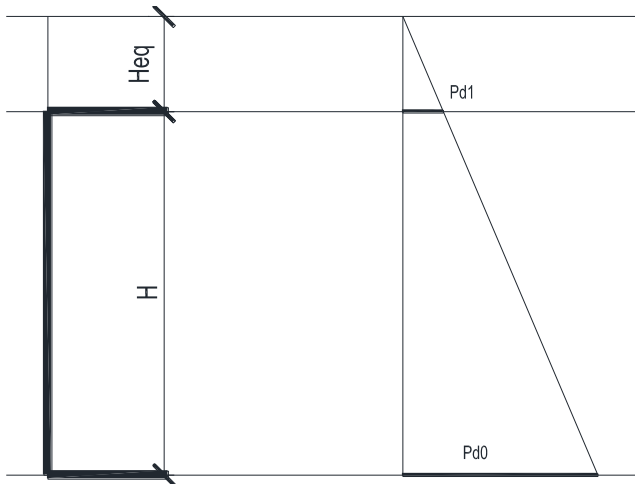
Výška zeminy (úpravy) nad stropnou doskou $\approx 0.50 \text{ m}$

Výška $H = 2.70 \text{ m}$

Na steny pôsobí zemný tlak v pokoji – $K_0 = 1 - \sin 30 = 0.50$

P_{d1}	$(0.70+0.50) \times 19.50 \times 0.50$	$11.70 \times 1.10 = 12.90 \text{ KN/m}^2$
P_{d0}	$(0.70+0.50+2.70) \times 19.50 \times 0.50$	$38.00 \times 1.10 = 41.85 \text{ KN/m}^2$

Schéma zat'azenia.



4.03 Zaťaženia a ich kombinácie.

Vo výpočte sú uvažované tieto základné zaťaženia :

- 1 – vlastná tiaž dielov nosnej konštrukcie
- 2 – stále
- 3 – premenné, užitné
- 4 – zemný tlak

Z týchto zaťažení uvažujem tieto kombinácie :

Kombinácie ULS

- 1. kombinácia $1.35 \times 1 + 1.35 \times 2 + 1.50 \times 3 + 1.10 \times 4$

Kombinácie SLS

- 1. kombinácia $1.00 \times 1 + 1.00 \times 2 + 1.00 \times 3 + 1.00 \times 4$

5.00 Nosné konštrukcie šachty.

Základová pôda.

Základová pôda hlíny, alebo íly piesčité F3/MS; G2/GP

$E_{def} = 10.00 \text{ MPa}$

$C_{ef} = 0.010 \text{ MPa}$

$\varphi_{ef} = 24^\circ$

$\gamma = 19.50 \text{ KN/m}^3$

$\nu = 0.35$

$\beta = 0.65$

Parciálne súčinitele – $\gamma_R = 1.40$; $\gamma_c = 1.00$; $\gamma_\varphi = 1.00$

$C_d = 1.00 \times 0.01 = 0.01 \text{ MPa}$

$\varphi_d = 1.00 \times 24.00 = 24.00^\circ$

Hĺbka založenia $D = 0.80 \text{ m}$; Šírka základu $B = 1.00 \text{ m}$; Dĺžka základu $L = 10.0 \text{ m}$

Spodná voda – na zakladanie neuvažujem.

Návrhová únosnosť základovej pôdy :

Súčinitele únosnosti základovej pôdy pre $\varphi_d = 24.00^\circ$

$N_q = \text{tg}^2 (45 + 24.00/2) \cdot e^{3.14 \times \text{tg} 24.00} = 9.60$

$N_c = (9.60 - 1) \times 1/\text{tg} 24.00 = 19.32$

$N_\gamma = 1.50 (9.60 - 1) \times \text{tg} 24.00 = 5.74$

Súčinitele tvaru základu :

$s_c = 1 + 0.20 \times 1.00/10.00 = 1.02$

$s_q = 1 + 1.00/10.00 \times \sin 20.00 = 1.03$

$$s_{\gamma} = 1 - 0.30 \times 1.00/10.00 = 0.97$$

Súčinitele hĺbky založenia :

$$d_c = 1 + 0.10 \times \sqrt{\frac{0.80}{1.00}} = 1.09$$

$$d_q = 1 + 0.10 \times \sqrt{\frac{0.80 \times \sin 24.00}{1.00}} = 1.07$$

$$d_{\gamma} = 1.00$$

Súčinitele šikmosti zaťaženia :

$$i_c = i_q = i_{\gamma} = 1.00$$

Súčinitele šikmosti terénu, sklon terénu $\beta = 0.00^{\circ}$:

$$j_c = j_q = j_{\gamma} = 1.00$$

Návrhová únosnosť základovej pôdy :

$$R_d = (0.01 \times 10^3 \times 19.32 \times 1.02 \times 1.09 \times 1.00 \times 1.00 + 19.50 \times 0.80 \times 9.60 \times 1.03 \times 1.07 \times 1.00 \times 1.00 + 19.50 \times 1.00/2 \times 5.74 \times 0.97 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00) / 1.40 = 310.00 \text{ KN/m}^2$$

Vzhľadom k odhadnutému zatriedeniu zemín v IGHP R_d uvažujem = 250 KN/m²

Zeminu pod doskou dna šachty nahradím pružinami typ Winkler – C = 14500 KN/m³

Nosné konštrukcie šácht.

Pre návrh nosných konštrukcií vychádzam z výsledkov priestorového modelu, kde sú dokumentované vnútorné sily, respektíve priamo potrebná výstuž a deformácie, pozri ďalšie strany. Výpočtom sú preverené dve najväčšie šachty Š1-RD a Š9-RD.