



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





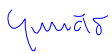


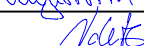

MINISTERSTVO
DOPRAVY A VÝSTAVBY
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

D-590

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	PODPIS 	
	ČÍSLO ZÁKAZKY	8632-01		
PROJEKTANT OBJEKTU		DOPRAVOPROJEKT, a.s., divízia Bratislava II, Kominárska 141/2,4, 832 03 Bratislava		
	ZODPOVEDNÝ PROJEKTANT	Ing. Andrej Markotán	PODPIS 	
	VYPRACOVAL	Ing. Jozef Augustín	PODPIS 	
	KONTROLOVAL	Ing. Rudolf Voletz	PODPIS 	
	IDENTIFIKAČNÉ ČÍSLO PRÍLOHY	MET-RR-DSP-C-D000-59000-202-X		
KRAJ: BRATISLAVSKÝ	OKRES: Bratislava II	DÁTUM	05/2023	
KATASTRÁLNE ÚZEMIE: Nivy		FORMÁT	6 A4	
NÁZOV OBJEKTU	ČERPACIA STANICA POD MOSTOM BAJKALSKÁ		MIERKA	
			STUPEŇ PD	DSP
			Č. ZÁKAZKY	8632-01
NÁZOV PRÍLOHY	STATICKÝ VÝPOČET		Č. SÚPRAVY	Č. PRÍLOHY
				202

O B S A H

1	Identifikačné údaje	2
1.1	Stavba	2
1.2	Stavebník, investor a spracovateľ DSP	2
1.3	Stavebný objekt	2
2	Zmeny oproti dokumentácii na územné rozhodnutie (DÚR)	2
3	Použité podklady.....	3
4	Popis nosných konštrukcií	3
5	Predpoklady	5
6	Zaťaženie a pôsobiace vplyvy	5
7	Posúdenie prefabrikovaných konštrukcií na vyplavenie vodou.	5
8	Zaťaženie a pôsobiace vplyvy	6

STATICKÝ VÝPOČET

1 Identifikačné údaje

1.1 Stavba

Názov stavby:	Modernizácia električkových tratí – Ružinovská radiála (MET-RR)
Projekt:	Modernizácia električkových tratí – Ružinovská radiála, projektová dokumentácia
Stupeň:	Dokumentácia pre stavebné povolenie (DSP)
Miesto stavby:	Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava
Okres stavby:	Bratislava I, Bratislava II, Bratislava III
Obec stavby:	Staré Mesto, Nové Mesto, Ružinov
Kraj stavby:	Bratislavský
Druh stavby:	modernizácia

Klasifikácia stavby

V súlade s opatrením Štatistického úradu č. 128/2000 je predmetná verejná práca zatriedená do skupiny:

- 2 Inžinierske stavby
- 21 Dopravná infraštruktúra
- 212 Železnice a dráhy
- 2122 Ostatné dráhy

1.2 Stavebník, investor a spracovateľ DSP

Stavebník a investor (objednávateľ)

Názov :	Hlavné mesto Slovenskej republiky Bratislava
Adresa :	Primaciálne námestie č. 1, 814 99 Bratislava
IČO :	00 603 481

Spracovateľ DSP

Názov :	DOPRAVOPROJEKT, a. s.
Adresa :	Komínarska 2,4, 832 03 Bratislava
IČO :	31 322 000
Generálny riaditeľ:	Ing. Igor Jakubík
Hlavný inžinier projektu:	Ing. Nikola Grančič

1.3 Stavebný objekt

Časť dokumentácie:	D. Písomnosti a výkresy objektov
Názov objektu:	590 Čerpacia stanica pod mostom Bajkalská
Časť objektu:	100. Architektonicko-stavebné riešenie
Projektant objektu:	DOPRAVOPROJEKT, a. s., Komínarska 2,4, 832 03 Bratislava IČO 31 322 000
Zodpovedný projektant:	Ing. Andrej Markotán
Vypracoval:	Ing. Jozef Augustín
Budúci správca objektu:	Magistrát Hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislava
Katastrálne územie:	Nivy
Parcela:	22190/2
Druh stavby:	novostavba

2 Zmeny oproti dokumentácii na územné rozhodnutie (DÚR)

Pre stavbu bolo vydané územné rozhodnutie o umiestnení stavby dňa 16.3.2023 (č. SU/CS391/2023/9/VDE-3). Územné rozhodnutie nadobudlo právoplatnosť dňa 17.4.2023. Oproti dokumentácii pre územné rozhodnutie bol zväčšený požadovaný objem retenčnej nádrže z 250 m³ na 530 m³. Dôvodom bola zmena v riešení odvádzania dažďových vôd z električkovej trate pod mostom Bajkalská ako aj spresnením hydrotechnického výpočtu.

Riešený objekt nemá vplyv na zábery pozemkov.

3 Použité podklady

Pri spracovaní DSP boli použité nasledovné podklady :

- Dokumentácia meračských prác (dátum 06/2015, súčasť súťažných podkladov, súradnicový systém JTSK, výškový systém Bpv)
- Aktualizácia polohopisného a výškopisného zamerania (rok 2020 a 2021, DOPRAVOPROJEKT, a. s.)
- Orientačný zakres inžinierskych sietí (rok 2020, DOPRAVOPROJEKT, a. s.)
- Digitálna technická mapa mesta (rok 2020, Hlavné mesto SR Bratislava)
- Katastrálne mapy : Nivy
- Dokumentácia inžiniersko-geologického a hydrogeologického prieskumu „Modernizácia električkových tratí v hlavnom meste SR Bratislava – PD, Električková trať Ružinovská radiála (06/2015, DOPRAVOPROJEKT, a. s.)
- Dokumentácia pre územné rozhodnutie „Modernizácia električkových tratí – Ružinovská radiály (MET RR), (DOPRAVOPROJEKT a. s., 12/2020).
- Územné rozhodnutie o umiestnení stavby č. SU/CS391/2023/9/VDE-3 vydané dňa 16.3.2023
- Koordinačná situácia s polohopisom, výškopisom a inžinierskymi sieťami dodaná HIP-om stavby.
- Príslušné technické normy (STN) a predpisy (TP, TKP, TeŠp).
- Architektonicko - stavebný návrh s technologickými zaťažzeniami

4 Popis nosných konštrukcií

Predmetom statického výpočtu je návrh a posúdenie nosných konštrukcií novostavby objektu D 590 – Čerpacia stanica pod mostom Bajkalská. Stavba ako celok rieši modernizáciu existujúcej električkovej trate a je situovaná v intraviláne mesta Bratislava, prechádza ulicami Špitálska, Krížna, Trnavská cesta, Miletičova, Záhradnícka, Ružinovská až po križovatku s Čmelíkovou ulicou. Objekt 590 Čerpacia stanica sa nachádza v mimoúrovňovej križovatke ulíc Záhradnícka a Bajkalská, v oblúku zjazdu z ulice Bajkalská na ulicu Záhradnícka. Jedná sa o podzemný prefabrikovaný objekt, ktorého funkciou bude zadržanie dažďovej vody z električkovej trate pri zaplavovaní počas výdatnejších dažďoch a postupné prečerpanie vody do dažďovej kanalizácie.

Nový objekt čerpacej stanice sa skladá z dvoch navzájom prepojených retenčných nádrží, ktoré zadržávajú dažďovú vodu pri návalových dažďoch z objektu 501 Odvodnenie električkovej trate a z čerpacej stanice – kruhovej nádrže, v ktorej je uložená technológia (viď. podrobnosti časť 900 Technológia). Obe nádrže sú riešené ako súbor prefabrikovaných podzemných nádrží, ktoré sú medzi sebou vzájomne prepojené. Objekt čerpacej stanice bude vybudovaný v mimoúrovňovej križovatke ulíc Bajkalská a Záhradnícka v oblúku zjazdu z ulice Bajkalská na ulicu Záhradnícka. Funkčné a dispozičné riešenie vyplýva z technológie. Obidve retenčné nádrže sú z prefabrikovaných železobetónových dielov, zložených zo stredných a krajných prvkov nádrží vodotesne spojených. Na terén ústia vstupné a kontrolné prefabrikované železobetónové šachty. Čerpacia stanica je prefabrikovaná železobetónová kruhová nádrž zložená z dna, skruží

a zákrytovej dosky. Nádrž a čerpacia stanica je založená na základovej monolitickej železobetónovej doske. V nádrži pre čerpaciu stanicu je umiestnená technológia prečerpávacieho zariadenia.

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 fluvialných a aluviálnych štrkopiesčitých sedimentov s premenlivým obsahom piesčitej frakcie. Povrchovú vrstvu tvoria organické navážky antropogenného pôvodu z prechádzajúcej stavebnej činnosti. Táto hrúbka je premenná a dosahuje, maximálne okolo 0,50 m p.t. s konzistenciou tuhú, alebo pevnú. Pod navážkami sa nachádzajú íly piesčité F3/MS, F4/CS, F6/CL,CI, alebo piesky siltové S4/SM, S5/SC, ktoré sa môžu aj na krátke vzdialenosti meniť a môžu mať konzistenciu tuhú, alebo pevnú. Tieto zeminy pozvoľne prechádzajú do komplexu dunajských štrkov G2/GP. Štrk je zle zrnitý s valúnm 0,5 – 2 cm, ojediniele do 6 cm, stredne uľahlý až uľahlý. 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 a s blízkym Štrkoveckým jazerom. Nepriepustné podložie kolektora tvorí neogénny íl. Pri bežných stavoch spodná voda dosahuje úroveň cca 4,00 m pod terénom a jej maximálna hladina môže dosiahnuť úroveň $\approx 130,09$ m n.m. Spodná voda má slabú agresivitu na betón XA1 a silnú agresivitu na oceľ, ktorá je v priamom styku so spodnou vodou. V spodnej vode aj pri jej bežných stavoch sa bude nachádzať základová škára.

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 $I_0 = 70$; predpokladaná hĺbka ohniska - $h = 8 \text{ Km}$

Magnitúda $M_s = 0,55 \times 7 + 0,95 = 4,80$

Projektovaný objekt je podzemný, stenový, tuhý zo železobetónu, preto pri návrhu nosných konštrukcií budem uvažovať len konštrukčné zásady pre stavby v seizmických oblastiach.

Základy sú navrhnuté plošné, základové dosky. Pod detenčnými nádržami má doska hrúbku 200 mm a pod čerpacou stanicou hrúbku 150 mm. Základové dosky sú železobetónové, monolitické. Dosky sú uložené na podkladnom betóne hrúbky 50 mm v štrkovom lôžku hrúbky 50 mm. Spodná hrana železobetónovej dosky je v úrovni pod detenčnými nádržami je 126,70 m n. m., spodná hrana podkladného betónu 126,60 m n.m.. Prefabrikáty budú osadené tak, že horná hrana stropu bude v úrovni 130,10 m n. m. a po úroveň upraveného terénu cca 132,60 m n. m. bude zemný násyp. Základová doska pod čerpacou stanicou je uložená na podkladnom betóne hrúbky 50 mm v štrkovom lôžku hrúbky 150 mm. Spodná hrana železobetónovej dosky je v úrovni 126,20 m n.m. a spodná hrana podkladného betónu 126,10 m n m.

Základová škára sa bude nachádzať v štrkoch G2/GP s návrhovou únosnosťou základovej pôdy $R_d = 400 \text{ KPa}$. Základová škára sa bude nachádzať pod úrovňou spodnej vody pod jej maximálnou aj bežnou hladinou. Z dôvodu výskytu spodnej vody je potrebné zhotoviť paženie stavebnej jamy, ktoré je navrhnuté zo štetovnic a čerpanie spodnej vody. Spätné zásypy pod základové dosky je potrebné zhotoviť z hrubozrnného štrku so zhutnením na $E_{def,min} = 30 \text{ MPa}$.

Čerpacia stanica sa skladá z dvoch nádrží – detenčnej nádrže, ktorá zadržiava nadbytočnú vodu z objektu 501 Odvodnenie elektrickej trate a z čerpacej nádrže, v ktorej je uložená technológia. Detenčné nádrže sú zložené zo súboru železobetónových, prefa šácht, ktoré sú riešené ako skladaný certifikovaný prefabrikovaný výrobok z vodostavebného betónu. Detenčná nádrž sa skladá sa z dvoch prefabrikovaných kon-

štruktúrií obdĺžnikového tvaru s vonkajšími konštrukčnými rozmermi 17,48 x 7,38 x 3,2 m a 15,28 x 7,38 x 3,2 m, navzájom vodotesne prepojených dvoma otvormi nad dnom (viď. výkres 104) a so šiestimi vstupmi vytvorenými šachtovými skružami vnútorného priemeru 1000 mm, s kónusom na terén a nepojazdnými uzamykateľnými kompozitnými poklopmi priemeru 625 mm v stropnej doske. Nádrže v rámci výroby majú vyspádované vnútorné dno. Nádrž je uložená na základovú monolitickú železobetónovú dosku hrúbky 200 mm. Doska je uložená na podkladnom betóne hrúbky 50 mm v štrkovom lôžku hrúbky 50 mm. Šachtové prefabrikáty budú osadené tak, že horná hrana stropu bude v úrovni 130,10 m n. m. a po úroveň upraveného terénu cca 132,60 m n. m. budú zasypané zemným násypom.

Prefabrikovaná železobetónová podzemná šachta čerpaciej nádrže bude slúžiť na umiestnenie technológie čerpadla na odčerpávanie vody z čerpaciej stanice do dažďovej kanalizácie. Čerpacia stanica je prefabrikovaná železobetónová kruhová nádrž zložená z dna, skruží a zákrytovej dosky. V nádrži pre čerpaciu stanicu je umiestnená technológia prečerpávacieho zariadenia. Nádrž má vyspádované vnútorné dno. Čerpacia nádrž je uložená na základovú monolitickú železobetónovú dosku hrúbky 150 mm. Doska je uložená na podkladnom betóne hrúbky 50 mm v štrkovom lôžku hrúbky 150 mm. Spodná hrana železobetónovej dosky je v úrovni 126,20 m n.m. a spodná hrana podkladného betónu 126,10 m n.m.

5 Predpoklady

Betón prostý, nenosný C 25/30 – X0

Železobetón C 25/30 – XC2, XF1 – konštrukcie chránené oproti atmosférickým vplyvom

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

Oceľ betonárska B 500 B a zvarované siete B 500 B

Oceľová konštrukcia – oceľ S 235, výrobná skupina EXC2, stupeň koróznej agresivity C3 s povrchovou úpravou nátermi podľa STN EN ISO 12944-5 a STN EN ISO 12944-7.

6 Zaťaženie a pôsobiace vplyvy

Nosné konštrukcie sú navrhnuté zo železobetónových prefabrikátov, ktoré sa vyrábajú typové ako certifikované výrobky. Sú navrhnuté tak, že vyhovujú pre navrhnuté zaťažovacie pomery. S návrhom takýchto konštrukcií nie je potrebné sa zaoberať, posúdím len základové dosky a stabilitu prefabrikátov oproti vyplaveniu vodou.

7 Posúdenie prefabrikovaných konštrukcií na vyplavenie vodou.

7.1 Detenčné nádrže.

Vlastné tiaže nádrží sú stanovené výrobcom

Nádrž PNR – 26 950 kg s pôdorysom 2.00x7.10 m → $g = 269.50/(2.00 \times 7.10) \approx 19.00 \text{ KN/m}^2$

PHR – 21 030 kg s pôdorysom 2.20x7.10 m → $g = 210.30/(2.20 \times 7.10) \approx 13.45 \text{ KN/m}^2$

Na nádržiach bude zemný násyp s výškou $h \approx 2.50 \text{ m}$ s objemovou tiažou $\gamma = 18.50 \text{ KN/m}^3$

Priťaženie zeminou $G = 2.50 \times 18.50 = 46.25 \text{ KN/m}^2$

Spodná voda – max. úroveň 130.09 m n.m. → vztlak $3.19 \times 10.00 = 31.90 \text{ KN/m}^2$

bežný stav $\approx 128.60 \text{ m n.m.}$ → vztlak $1.70 \times 10.00 = 17.00 \text{ KN/m}^2$

Posúdenie na vyplavenie

Uvažujem, že nádrže sú voľne uložené na základovej doske, s tiažou dosky neuvažujem, nádrže sú prázdne.

Max vztlak $31.90 \text{ KN/m}^2 \leq 0.90 \times (13.45 + 46.25) = 53.70 \text{ KN/m}^2$

Bezpečnosť oproti vyplaveniu s rezervou vyhovuje za predpokladu, že nádrže budú zasypané zemným násypom.

7.2 Čerpacia stanica.

Čerpacia stanica je vyskladaná z prefa železobetónových skruží s vnútorným priemerom $\phi=1.50$ m a s hrúbkou steny 140 mm.

Stredný priemer skruže $\phi_{\text{stred}} = 1.64$ m

Výška celkom $H = 6.50$ m

Plocha – po obvode celkom $A = 3.14 \times (1.50 + 0.28)^2 / 4 = 2.50 \text{ m}^2$

Vlastná tiaž $G = 3.14 \times 1.64 \times 0.14 \times 6.50 \times 25.00 = 117.15 \text{ KN}$

Spodná voda – max. úroveň 130.09 m n.m. \rightarrow vztlak $3.85 \times 10.00 \times 2.50 = 96.25 \text{ KN}$

bežný stav ≈ 128.60 m n.m. \rightarrow vztlak $2.35 \times 10.00 \times 2.50 = 58.75 \text{ KN}$

Posúdenie na vyplavenie

Uvažujem, že dno je voľne uložené na základovej doske, s tiažou dosky neuvažujem a ani s horným poklopom. Čerpacia stanica je prázdna.

Max vztlak $96.25 \text{ KN} \leq 0.90 \times (117.15) = 105.45 \text{ KN}$

Bezpečnosť oproti vyplaveniu s malou rezervou vyhovuje.

8 Zat'azenie a pôsobiacie vplyvy

Základy navrhujem plošné, základové dosky, železobetónové, monolitické.

Návrhová únosnosť základovej pôdy :

Vzhľadom k premenným základovým pomerom v IGHP R_D uvažujem $= 400.00 \text{ KN/m}^2$

8.1 Základová doska pod Detenčné nádrže.

Zat'azenie z nádrže prázdnej + násyp	$1.35 \times (19.00 + 46.25)$	88.10 KN/m ²
Voda v nádrži	2.35×10.00	23.50
Vlastná tiaž základu	\approx	7.00
Σ		118.60 KN/m ²
Návrh základu - hrúbka 0.20 m		

$$\sigma_{\text{sol}} = \frac{118.60}{1.00 \times 1.00} = 118.60 \text{ KN/m}^2 \leq 400.00 \text{ KN/m}^2$$

Výstuž do základovej dosky navrhujem konštrukčne s min. % vystuženia. Výstuž zvarovanou sieťou pri obidvoch povrchoch s olemovaním obvodu výstužou v tvare U. Dosku navrhujem pri betonáži delenú 50 mm podkladný betón + 200 mm vystuženú 2 x zvarovaná sieť KY 50 8/8 – 150/150 – 2000/3000 mm – $A = 3.35 \text{ cm}^2/\text{m}^2$.

$$\text{Minimálne \% vystuženia} - A_{\text{min}} = 0.26 \times \frac{2.60}{300.00} \times 100.00 \times (20.00 - 3.50) = 2.23 \text{ cm}^2 \leq 3.35 \text{ cm}^2$$

8.2 Základová doska pod Čerpaciú nádrž.

Zat'azenie z nádrže	1.35×117.15	158.15 KN
Technológia, poklop, spodná doska	\approx	30.00
Vlastná tiaž základu	\approx	15.00

Σ

203.15 KN

Návrh základu - hrúbka 0.15 m, kruh 2.50 m²

$$\sigma_{\text{sol}} = \frac{203.15}{2.50} = 81.30 \text{ KN/m}^2 \leq 400.00 \text{ KN/m}^2$$

Výstuž do základovej dosky navrhujem konštrukčne s min. % vystuženia. Výstuž zvarovanou sieťou pri obidvoch povrchoch s olemovaním obvodu výstužou v tvare U. Dosku navrhujem pri betonáži deľenú 50 mm podkladný betón + 150 mm vystuženú 2 x zvarovaná sieť KH 20 6/6 – 150/150 – 2000/3000 mm – A = 1.88 cm²/m².

$$\text{Minimálne \% vystuženia} - A_{\text{min}} = 0.26 \times \frac{2.60}{500.00} \times 100.00 \times (15.00 - 3.50) = 1.55 \text{ cm}^2 \leq 1.88 \text{ cm}^2$$

Dátum: 05/2023

Miesto: Bratislava

Vypracoval: Ing. Jozef Augustín