

1. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

Stavba

Názov stavby:	Úprava cestného telesa miestnej komunikácie Devínskej cesty pre účely vytvorenia medzinárodnej Moravsko-Dunajskej cyklotrasy
Číslo objektu:	SO 102.4
Názov objektu:	SO 102.4 Oporný múr, úsek „D“
Miesto (obec, okres):	Bratislava - Devín
Kraj:	Bratislavský
Katastrálne územie:	k.ú. Devín

Objednávateľ

Názov a adresa:	JTRE a.s. Dvořákovo nábrežie 10, 811 02 Bratislava, Slovensko
Stavebník:	Hlavné mesto SR Bratislava Primaciálne námestie 1, 814 99 Bratislava, Slovensko

Zhotoviteľ časti PD

Projektant:	PROKOS s.r.o., Druidská č.5, 851 10 Bratislava
Hlavný inžinier projektu:	Ing. Ondrej Májek
Zodpovedný projektant:	Ing. Andrej Prítula, PhD.

2. ÚZEMNÉ PODMIENKY

Územie sa nachádza na ľavej strane Dunaja, kde sa nachádza Devínska cesta. Úsek začína za zastávkou MHD Pri záhradách a končí sa o 0,436 km ďalej pred vyústením ulice Kameňolom na Devínsku cestu. Oporný múr je situovaný v pravej časti Devínskej cesty vedúcej z Devína do Karlovej vsi. Oporný múr – vystužený svah s gabionovým lícom zabezpečuje výškový rozdiel medzi navrhovanou cyklotrasou a okolitým terénom.

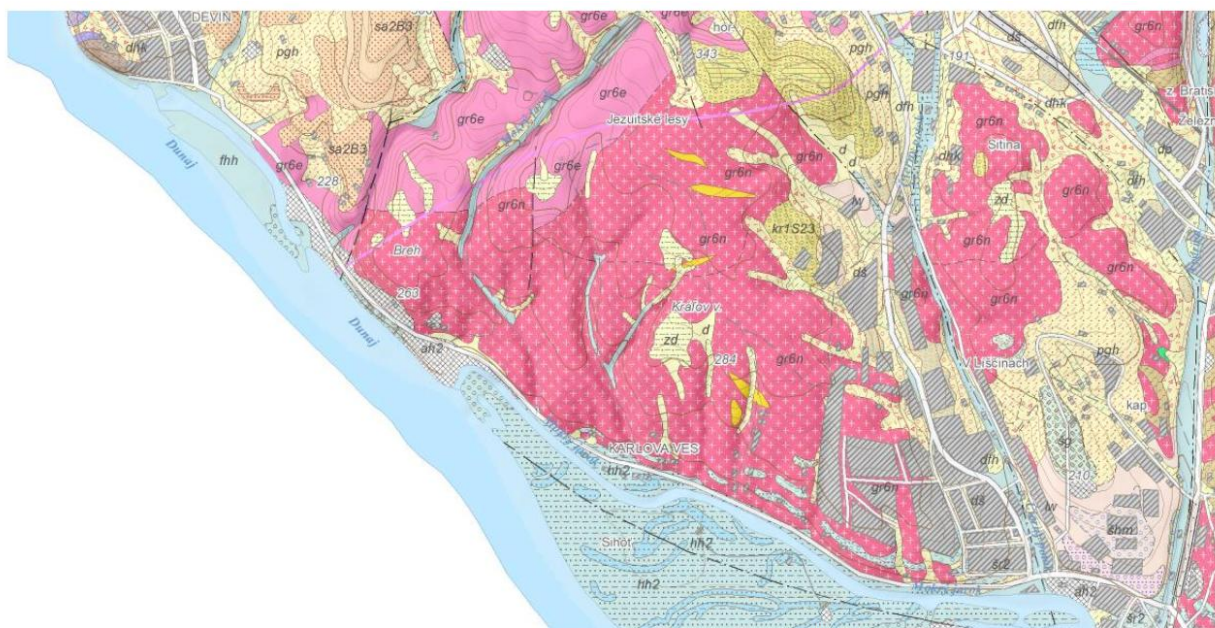
3. PODKLADY

Pri návrhu konštrukcií boli použité nasledovné podklady:

- DSP predmetnej stavby – Prokos s.r.o. 2024
- Geodetické zameranie predmetného územia Ing. Groma 2015
- Katastrálna mapa
- Platné technické normy a firemná literatúra.

4. GEOLOGICKÉ PODMIENKY

Územie budujú kryštallické horniny malých Karpát, ich zvetraliny a kvartérne usadeniny. Kryštalinikum - reprezentujú dvojsľudové granity a granodiority bratislavského masívu, zastúpené granitmi, granodioritmi a ich derivátmi. Horniny masívu sú výrazne tektonicky porušené a rozpukané. Povrchové zóny - sú rôzne intenzívne zvetralé, lokálne i chemicky premenené. To vytvára elúvia rôznej mocnosti.



Zdroj www.SGUDS.sk

KVARTÉR

Mladší (vrchný) holocén

nph2; fluviálne sedimenty: resedimentované nivné jemnozrnné piesky

Mladší pleistocén

lhw; eolicko-deluviálne sedimenty: nevápnité sprašové hliny a sprašiam podobné zeminy

Stredný pleistocén (mladšia časť)

fšr; fluviálne sedimenty: štrky a piesčité štrky stredných terás

KRYŠTALINIKUM

MAGMATICKÉ HORNINY

gr6n; hrubozrnné muskovitické, muskoviticko biotitické granity, granodiority bohaté na pegmatity (bratislavský typ); paleozoikum - hercýnske granitoidy (starší karbón)

Kvartér – tvoria elúvia sivozelenkavé, žulové a hnedé rulové, sivohnedozelenkavé delúvia hnedé hlinité a hlinítokamenité sute. Pokryv tvoria hliny a íly piesčité, hnedé. V pôvodných erozívnych depresiách svahu sa ako pozostatok výplne lokálne objavujú zvyšky eolických pieskov. Výplň horských depresí tvoria sedimenty spláchnuté z vyšších polôh svahu. Ide o slabo opracované úlomkovité štrky s hrubopiesčitou výplňou, lokálne zahlinené, vyššie piesky hrubozrnné zahlinené s prímiesou úlomkov a povrchové hliny piesčité až íly piesčité. Depresie tvoria zberné nádrže svahových stekajúcich podzemných vôd, ktoré sa akumulujú práve

v spomínaných priepustnejších štrkopiesčitých zeminách. Vytvárajú tu podmáčané územia v miestach zhoršených odtokových možností, prípadne údolné pramene a potoky.

Vzhľadom na doterajšie skúsenosti získané počas posledných rokov prevádzky na tejto komunikácii môžeme uviesť nasledovné problémy, ktorých riešenie si vyžiada použitie špeciálnych konštrukcií - nestabilné a málo únosné cestné teleso v šírke vedľa okraja vozovky vpravo smerom k Dunaju.

V úsekoch kde je nevyhnutné viesť konštrukciu vozovky (cyklotrasy) po málo únosnej časti cestného telesa vpravo, navrhujeme použiť na nevyhnutné rozšírenie figúry telesa cestného násypu oporné konštrukcie, ktoré budú vyhotovené ako:

- uholníkové oporné múry založené na zhutnenom, prípadne vylepšenom podloží
- násypy na zazubenom podloží,
- vystužené násypy.

Všetky uvedené konštrukcie bude nevyhnutné chrániť pred vodnou eróziou, ktorá bude postihovať návodnú stranu rekonštruovanej komunikácie počas vysokých vodných stavov. Počas povodní môže, v niektorých úsekoch dosahovať hladina vody úroveň nivelety komunikácie, ba dokonca aj niekoľko desiatok centimetrov nad.

Pri výpočtoch vyššie popísaných konštrukcií sme vychádzali z predpokladaných getechnických podmienok, stanovených na základe odborných skúseností a podrobnej obhliadky celej trasy rekonštrukcie cesty.

Parametre zemín použité vo výpočtoch môžeme zhrnúť do nasledovnej tabuľky:

GEOTECHNICKÉ VLASTNOSTI						
popis / zatriedenie		ZÁSYP	W4 - R4	CS - F4	CL - F6	GC - G5
konzistencia/uľahnutosť		konštr.násypu	rozložená skala	pevná	pevná	tuhá
objemová tiaž	γ	20	20	18,5	21	19,5
modul pretvárnosti	E_{def}	80	140	12	15	40
uhol vnút.trenia efekt.	φ_{ef}	26	45	24	19	26
súdržnosť efektívna	C_{ef}	2	0	14	12	2

5. TECHNICKÉ RIEŠENIE – SO 102.4

5.1 Vytýčenie

Oporný múr bude vytýčený v triede presnosti podľa STN 73 0422. Krajnú pozdĺžnu, priečnu a výškovú odchýlku pre podkladný betón a základy sú $\pm 20\text{mm}$. Pre nosnú konštrukciu vrátane príslušenstva platia krajné výškové a priečne odchýlky $\pm 15\text{mm}$, krajná pozdĺžna odchýlka je $\pm 20\text{mm}$.

5.2 Zemné práce, zakladanie

Základová škára múru je vo viacerých úrovniach, vzhľadom na minimálne sklonové pomery výškové vedenie základovej škáry kopíruje výškové vedenie nivelety (odsadené). V úrovni základovej škáry je požadovaná miera zhutnenia v zmysle STN 73 6133, čl. 5.9.2, tab. 11: $E_{\text{def2}}/E_{\text{def1}} = \text{max. } 2,60$. Pomer sa musí dosiahnuť! $E_{\text{def2 min.}} = 45\text{MPa}$, resp. $I_D = \text{min. } 0,80$. V prípade prítomnosti návalov je potrebné tieto nahradiť zeminou vhodnou do násypov. Následne môže byť po vrstvách max. 300mm dosypaný a zhutnený násyp až po základovú škáru. Zásyp/násyp je uvažovaný z miestneho materiálu G3/G-F až G5/GC, $\gamma = 19,5\text{kN/m}^3$, $E_{\text{def2}}/E_{\text{def1}} = \text{max. } 2,60$, $E_{\text{def2 min.}} = 45\text{MPa}$, resp. $I_D = \text{min. } 0,80$. Múr je založený plošne - pod vystuženým násypom je navrhnutý vankúš hrúbky 300mm.

Prípadnú nízku únosnosť podložia je možné eliminovať niekoľkými spôsobmi. Najčastejšie používané metódy zvýšenia únosnosti podložia sú:

- Úpravou podložia vápnom, resp. cementom
- Výmenou časti zemín podložia za kvalitnejšiu zeminu
- Vystužením podložia geotextíliou resp. geomrežou

5.3 Oporný múr OM-1 OM-2 a OM-3

Oporný múr – vystužený svah celkovej dĺžky 102,0m + 158,0m + 64,0m je navrhnutý ako systém prefabrikovanej modulárnej konštrukcie tvorenej lícovými drôtokamennými prvkami s integrovanou výstužnou geomrežou. Lícové prvky sú rozmeru 2,0x0,5x0,5m resp. 2,0x1,0x0,5m s vystužením formou horizontálneho panelu z geomreže, pevne spojenej s košom. Panel tvoria geomreže 2,5; 3,0 a 3,3 m dlhé, spodná geomreža je kotvená do výkopového svahu pomocou klincov z betonárskej výstuže priemeru 16mm a celkovej dĺžky 1,85m (povrchová úprava žiarovým zinkovaním) v rasti 0,75 x 0,75m. Gabionové čelo a horizontálna výstuž sú spojené už vo výrobnom procese a tvoria ucelenú časť systému. Alternatívne môžu byť geomreže napojené na gabiony na stavbe pomocou spojovacích prvkov (špirály, spony a pod.). Ostatná časť systému za čelným prvkom sa plní vhodným nesúdržným zrnitým materiálom a hutní sa po vrstvách. Oporný múr sa buduje postupným ukladaním gabionových košov s horizontálnou výstužou do navrhnutých úrovní. Zemina je vystužená geomrežou s pevnosťou podľa statického výpočtu.

Modulárny blok systému je dodávaný na stavbu ako prefabrikát, ktorý obsahuje všetky časti potrebné pre vybudovanie konštrukcie. Spôsob inštalácie musí byť vykonávaný podľa inštaláčného manuálu dodávaného na stavbu spolu s materiálom. Výstužný systém musí byť vyrobený v súlade s požiadavkami ISO 9001:2008 a certifikovaný CE certifikátom v súlade s Európskou smernicou 305/2011/EU v súlade s Európskym technickým osvedčením ETA. Sklon líca je kolmý. Celková výška múru je 1,2 – 1,7 m. Múr je založený plošne na zhutnenom ŠD podsype mocnosti min. 0,30 m, obalenom filtračno-separačnou geotextíliou. Štrkodrvinový

vankúš je obalený jednou vrstvou netkanej separačnej geotextílie, pričom geotextília je vonkajší prvok.

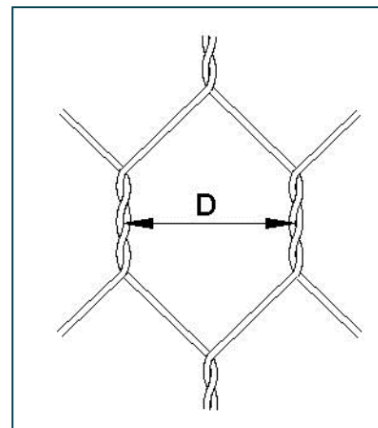
Lícové prvky výstužného systému budú vyrobené napr. zo šesťuholníkovej dvojzákrutovej oceľovej siete s typom oka 8x10, Priemer drôtu siete je 2,7 (vnútorný) / 3,5 (vonkajší) mm v zmysle EN 10223-3. Povrchová ochrana drôtu je tvorená Galmacom a polyamidom PA6.

2. Štandardný drôt siete a rozmer oka

Typ	D (mm)	Odchýlka	Vnútorný priemer (mm)	Vonkajší priemer (mm)
8x10	80	+16% / -4%	2.70	3.50

3. Štandardné priemery drôtov a množstvo Galmac

	Drôt siete	Okrajový drôt
Priemer drôtov \varnothing mm	Int.2.7/Ext.3.5	Int.3.4/Ext.4.2
Odchýlka (\pm) \varnothing mm	0.06	0.07
Min. množstvo Galmac gr/m ²	60	60



Drôt použitý na výrobu lícových prvkov systému musí mať nasledujúce vlastnosti, ktoré musia byť deklarované výrobcom:

- Ťahová pevnosť: 380-550 N/mm², v zmysle EN 10223-3
- Predĺženie: nie menšie ako 10%, v zmysle EN 10223-3
- Tolerancia drôtu: v zmysle EN 10218-2 (Class T1) a ISO 22034-2
- Galmac ochrana: minimálne množstvo Galmac musí byť minimálne 60 gr/m² v zmysle EN 10244-2 (Tabuľka 2 a Trieda E). Adhézia Galmac nánosu k drôtu má byť taká, že po šesťnásobnom navinutí drôtu okolo trňa so štvornásobným priemerom v porovnaní s drôtom, sa nevyskytne žiadne porušenie, alebo odlúpenie pri trení drôtu prstami bez nástrojov.

Dvojzákrutová sieť použitá na výrobu lícových prvkov systému musí mať nasledujúce vlastnosti, ktoré musia byť deklarované výrobcom:

- Nominálna ťahová pevnosť: 50 kN/m; v zmysle EN 10223-3.
- Sieť musí vydržať test zrýchleného starnutia na SO₂ (28 cyklov) podľa EN ISO 6988 (Oxid siričitý, všeobecný test kondenzácie vlhkosti), bez toho aby boli preukázané zjavné známky červenej hrdze.
- Z polymérovej ochrany sa v priebehu degradačného procesu nesmú uvoľňovať ftaláty (vystavenie UV žiareniu a iné).
- Z polymérovej ochrany sa pri pálení/trení nesmie uvoľňovať chlorovodík.
- Teplota lámavosti/krehnutia polymérovej ochrany musí nižšia ako -30°C v súlade s ASTM D746.

- Polymérová ochrana nesmie obsahovať: Ťažké kovy, Ftaláty (Dir. 2005/84 CE), PFOS & PFOA (Dir. 2006/122/EC + aktualizácia), Chemikálie poškodzujúce ozónovú vrstvu (EC 2037/2000).
- Adhézia polymerovej ochrany k oceľovému drôtu musí byť Class 1 v súlade s EN 10245-5, musí spĺňať minimálne požiadavky pre úroveň 1 až 3 podľa EN 10245-1.

Technické vlastnosti pre polyamid PA6, podľa normy EN 10245-5, sú nasledovné:

- Farba: šedá - RAL 7037
- Špecifická hmotnosť: <1.15 gr/cm³ v zmysle ISO 11083;
- Tvrdosť: <82 Rockwell M, v zmysle ISO 2039-2;
- Ťahová pevnosť: nie menej ako 30 MPa, v zmysle ISO 527-2/1/B/5;
- Predĺženie pri pretrhnutí: nie menej ako 200%, v zmysle ISO 527-2/1/B/5;
- Vystavenie UV žiareniu: mechanické vlastnosti po testovacím období 4000 hodín v zmysle ISO 4892-2 alebo 2500 hodín v zmysle ISO 4892-3 sa nesmú zmeniť o viac ako 25% oproti prvotne nameraným hodnotám

Kamenivo na výplň gabiónových košov v čele prefabrikovaných výstužných blokov musí byť tvrdé, hranaté alebo oblé, odolné a takej kvality, že nedôjde k jeho porušeniu, alebo zmenám pôsobením okolitého prostredia (voda, počasie, atď.) počas životnosti konštrukcie. Minimálny rozmer kameniva musí byť väčší ako 1,5 až 2-násobok rozmeru oka siete koša gabiónového obkladu, t.j. frakcia kameniva pre výplň 100 - 200 mm.

Mechanické vlastnosti kameniva:

- pevnosť v tlaku za sucha min. 140 MPa
- pevnosť v tlaku za mokra a po vymrazení min. 110 MPa
- nasiakavosť max. 1,5 % hmotnosti
- súčiniteľ odolnosti voči mrazu pri 25 zmrazovacích cykloch 0,75
- opotrebovateľnosť v obruse max. 0,3
- merná hmotnosť 2500 - 2900 kg/m³
- objemová hmotnosť 2400 - 2600 kg/m³
- sypaná hmotnosť 16 - 20 kN/m³
- pórovitosť max. 15%
- odplaviteľné častice max. 3% hmotnosti

Jednoosá výstužná monolitická HDPE geomreža slúžiaca na zvýšenie únosnosti podložia musí byť odolná voči vplyvu všetkých chemických prvkov nachádzajúcich sa bežne v zeminách a nesmie obsahovať zložky, ktoré sú rozpustiteľné pri danej teplote v okolitom prostredí. Geomreža musí byť odolná voči hydrolýze, vplyve solí, kyselín a zásad. Geomreža nesmie byť biodegradovateľná a jej plášť musí obsahovať potrebné množstvo uhlíka, aby bola odolná voči vplyvu UV žiarenia. Geomreže musia mať CE certifikát v súlade so Európskou smernicou 89/106/CEE a v zmysle noriem o vystužovaní zemín.

Geomreža musí spĺňať nasledovné parametre, ktoré musia byť deklarované výrobcom na základe testov v súlade s príslušnými EN, ASTM a ISO skúšobnými metódami:

- ťahová pevnosť je minimálne 60 kN/m (EN ISO 10319);

- pomerné predĺženie nie je väčšie ako 10%;
- dlhodobá ťahová pevnosť v pozdĺžnom smere pre teplotu 20°C, PH=4-7, zásypový materiál frakcie ($d_{50} > 22$; $d_{90} > 28$) mm pre návrhovú životnosť 120 rokov na základe vzťahu T_D nie je menšia ako 35 kN/m, kde:

- RFCR – redukčný faktor pre kríp pre 120 rokov, teplota 20°
- RFID – redukčný faktor pre poškodenie pri inštalácii
- RFCH – redukčný faktor pre chemizmus prostredia
- RFM – redukčný faktor materiálu (kontrola kvality výroby, dostupnosť dát)

Netkaná separačná geotextília:

- materiál: PP-polypropylén
- pevnosť v ťahu: min. 16 kN/m pozdĺžne aj priečne
- predĺženie (ťažnosť): min. 45 %
- CBR statický vpichový odpor: min. 2,8 kN
- dynamický vpichový odpor: max. 19 mm
- okatosť O90: 80 mikrometrov
- permeabilita (kolmo na plochu): min. 60 l/m².s

Zásypová zemina vystužených múrov sa musí zhutniť na relatívnu hutnosť $ID=0,85$ (upresní sa na základe krivky zrnitosti dodávaného materiálu). Minimálny uhol vnútorného trenia zeminy (kameniva) je 32°, objemová tiaž 20kN/m³. Frakcia zásypového kameniva je 0 - 63 mm.

Požiadavky na zásypový materiál:

- drvené kamenivo frakcie 0,063 - 63 mm,
- miera zhutnenia (relatívna hutnosť po zabudovaní) $ID = 0,85$ až 0,90 (upresní sa na základe krivky zrnitosti dodávaného materiálu),
- min. vrcholový uhol vnútorného trenia 32° určený krabicovou šmykovou skúškou,
- optimálna vlhkosť pri zabudovaní $w_{opt} \pm 2$ %.

Na hornom gabionovom koši je navrhnutá monolitická rímša zo železobetónu (C35/45-XC4, XD3, XF4(SK)-CI 0,4-Dmax16-S3, B500B, vlákna 0,9kg/m³). Rímša bude kotvená do gabionových košov betonárskou výstužou, v košoch budú osadené HDPE rúry, do ktorých sa táto kotevná výstuž zabetónuje. Monolitická rímša bude dilatovaná po 6m na celú výšku. Popri rímse, po celej jej dĺžke bude medzi asfaltovým povrchom a rímšou zhotovená trvale pružná zálievka.

Do bočného povrchu rímasy bude kotvené zábradlie z drevenej guľatiny, prípoj zábradlia na rímšu OM bude dodatočne chemicky kotvený cez platne.

5.4 Zábradlie

Do monolitckej rímasy je kotvené (chemické kotvy do predvŕtaných dier) zábradlie. Je navrhnuté z drevených guľatín, výšky 1,40m nad monolitickou rímšou. Prevedenie zábradlia bude zodpovedajúce STN 74 3305, vyhláške č. 532/2002, TP 085 a STN EN 17210, požadovaná životnosť min. 15 rokov, drevené časti budú opatrené vákuovotlakovou impregnáciou (hnedá), kovové prvky budú opatrené žiarovým zinkovaním.

5.5 Zakladanie stožiarov VO

Súčasťou objektu sú aj základy pre stožiare VO, sú navrhnuté dva typy základov – monolitické pätky alebo bude zhotoviteľ zakladať prírubové stožiare na prefabrikovaných pätkách.

Základové pätky boli navrhnuté vzhľadom na použitý typ stožiarov zo železobetónu C25/30-XC2,XA1,XF2(SK)-CI0,4-Dmax22-S4, betonárska výstuž B500B, pätky majú pôdorysný rozmer 600x600mm, výšku 1500mm. V rastlom teréne budú osadené tak, aby hlavica vytŕčala nad terén 150mm, v miestach kde sú základy osadené v spevnených plochách bude výšková poloha základu prispôsobená spevnenej ploche v zmysle platných TECHNICKÝCH LISTOV MESTA BRATISLAVA. Pred betonážou bude do pätky osadený rošt pre prírubový stožiar (vybraný dodávateľ podľa typu stožiaru), zvislá chránička – rúrka DN100mm, vyústenie v sklone – rúrka DN75 a odtok – rúrka DN20. Pri realizácii pätiiek je potrebné dbať na dobré zhutnenie podložia aj priľahlých plôch – kontakt zemina-pätka. Rošt prírubového spoja stožiara bude opatrený podliatím plastmaltou.

Prefabrikované pätky budú použité v miestach, kde priestorové usporiadanie neumožňuje použiť monolitické pätky. Prefabrikovaný základ je vyrobený z i vibrovaného betónu. Obsahuje kotevné skrutky pre kotvenie stožiarov alebo iných konštrukcií s kotevnou platňou. Rozostup skrutiek je zhodný so základovým roštom typu: napr. ZR1-5. Vo dvoch protiľahlých stranách sú otvory pre vedenie káblov. Horná hrana základu má byť osadená 50-100mm nad úrovňou terénu. Okolitá zásypová zemina musí byť zhutnená. Únosnosť základu je závislá na kvalite pôdy.

6. SÚVISIACE (DOTKNUTÉ) ČASTI STAVBY

SO 100.4 Cyklotrasa, úsek „D“

SO 101.4 Úprava komunikácie - Devínska cesta, úsek „D“

SO 200.D Verejné osvetlenie, úsek „D“

7. POZNÁMKY A DOKLADY

Použité normy a predpisy:

- platné EN a STN pre uvedený objekt
- ostatné podklady – nadväzujúce objekty

8. BEZPEČNOSŤ A OCHRANA ZDRAVIA PRI PRÁCI

Počas realizácie stavby je potrebné dôsledne dodržiavať všetky bezpečnostné predpisy týkajúce sa ochrany zdravia pri práci. Bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci je povinný zaistiť zhotoviteľ stavby.

Mimoriadnu pozornosť je potrebné venovať všetkým prácam v blízkosti podzemných a nadzemných vedení a tým predísť ich poškodeniu, resp. ublíženiu pracovníkov na zdraví. Všetky prekážky treba označiť, za zníženej viditeľnosti osvetliť.

Z bezpečnostných predpisov treba dodržiavať všetky platné predpisy v investičnej výstavbe, a to najmä Nariadenie vlády č. 396/2006 Z.z. o bezpečnosti a zdravotných požiadavkách na stavenisko a Vyhláška 174/2013 Z.z. o bezpečnosti práce a technických zariadení pri stavebných prácach. Ďalej je nutné dodržiavať nasledovné zákony :

Zákon 124/2006 Z.z. o bezpečnosti a ochrane zdravia a jeho novelizácie z 1.1.2014

Zákon 125/2006 Z.z. o inšpekcii práce a jeho novelizácie z 1.11.2013

Zákon 355/2007 Z.z. o ochrane, postupe a rozvoji verejného zdravia a jeho novelizácie z 01.07.2013

Nariadenie vlády č. 281/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri práci s bremenami

Nariadenie vlády č. 391/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných požiadavkách na pracovisku, a všetky ďalšie zákony, nariadenia a predpisy týkajúce sa ochrany zdravia.

05.2025
V Bratislave

Vypracoval
Ing. Andrej Prítula, PhD.