

1 VŠEOBECNÁ ČASŤ

1.1 Úvod

Záverečná správa z riešenia geologickej úlohy „**KE, Modernizácia električkových tratí MET v meste Košice, 2. etapa, úsek UČS 17**“, podrobný inžinierskogeologický prieskum je vypracovaná na základe Objednávky č. 34/2016/2021/Ob zo dňa 18.02.2021 od spoločnosti REMING CONSULT a.s. Bratislava a schváleného Projektu geologickej úlohy zo dňa 30.03.2021.

Geologická úloha bola u zhotoviteľa geologických prác - spoločnosti CAD-ECO a.s. Bratislava zaregistrovaná pod číslom 352/2021/ZA. V zmysle §13 geologického zákona bola zaevidovaná na Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra pod číslom 221/2021.

Cieľom geologickej úlohy bol podrobný inžinierskogeologický prieskum električkovej trate, úseku UČS 17 - Ul. Slanecká, úsek trate križ. VSS (mimo) – Obratisko Važecká (mimo), za účelom modernizácie električkových tratí v meste Košice. Prieskum bol realizovaný v zmysle cenovej ponuky, požiadaviek objednávateľa a podľa schváleného projektu geologickej úlohy. Výsledky prieskumu sú podkladom pre vypracovanie projektovej dokumentácie stavby.

K riešeniu geologickej úlohy objednávateľ poskytol nasledujúce podklady v digitálnej forme:

- situáciu záujmového územia s podkladovými mapami a ortofotomapu územia,
- situáciu inžinierskych sietí a vyjadrenia k existencii inžinierskych sietí v danom území,
- Štúdiu pre zadanie projektovej dokumentácie k stavbe „KE, Modernizácia električkových tratí MET v meste Košice, 2. etapa (A. Filipek, 2019),
- zameranie úseku UČS 17 električkovej trate so staničením,
- pozdĺžny profil osou električkovej trate úseku UČS 17.

Terénnej fáze prieskumu predchádzal návrh geologických diel v Projekte geologickej úlohy v súlade so súťažnými podmienkami, vybavovanie povolení vstupov na pozemky a žiadostí o vyjadrenie k existencii inžinierskych sietí. Nasledovalo vytýčenie geologických diel a inžinierskych sietí v teréne, ktoré zabezpečil objednávateľ prieskumu prostredníctvom spoločnosti SUDOP Košice a.s. Realizácia prieskumných prác na úseku UČS 17 bola koordinovaná projektantom stavby a zabezpečená v spolupráci s mestom Košice a DPMK. Prieskumné práce na úseku UČS 17 boli vykonané v dňoch 18. 04. - 23. 04. 2021 počas 1. fázy výluk na električkovej trati.

Záverečná správa z podrobného inžinierskogeologického prieskumu je spracovaná v zmysle zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov, vyhlášky MŽP SR č.51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov a podľa smernice MŽP SR č. 2/2000 o zásadách spracovania a odovzdávania úloh a projektov v Geografickom informačnom systéme a zmysle platných noriem a technických predpisov.

V zmysle § 19 geologického zákona je objednávateľ geologických prác povinný bezodplatne odovzdať záverečnú správu z geologickej úlohy Štátnemu geologickému ústavu Dionýza Štúra v určenom rozsahu a v úprave (formát *.pdf) na trvalé uchovanie a ďalšie využitie, a to do jedného mesiaca od jej schválenia alebo prevzatia. Objedávateľ pri odovzdaní záverečnej správy oznámi ŠGÚDŠ podmienky sprístupňovania a poskytovania informácií druhým osobám.

Záverečná správa je podľa objednávky vypracovaná 7x v tlačenej forme a 4x v digitálnej forme (CD) – formát výkresov v .pdf, .dng/.dwg, formát textov v .doc, .xls a kompletná dokumentácia v .pdf.

1.2 Základné údaje o stavbe

Predmetom navrhovaného inžinierskogeologického prieskumu bol úsek električkovej trate UČS 17 Ul. Slanecká, úsek trate križ. VSS (mimo) – Obratisko Važecká (mimo) v meste Košice (Príloha 1).

Úsek **UČS 17 Ul. Slanecká, úsek trate križ. VSS (mimo) – Obratisko Važecká (mimo)** električkovej trate bol postavený v r. 1981-1985. Nachádza sa medzi ulicami Južná trieda a križovatkou s ul. Galvanická na sídlisko Nad Jazerom. Rozvinutá dĺžka koľají je 6 845 m. Električková trať je od zastávky pod cestným nadjazdom v križovatke VSS vedená v násype, ktorý tvorí nájazd na nadjazd ponad železničnú trať, most je dvojkoľajový. Po zjazde z násypu je trať vedená pod dvomi cestnými nadjazdmi komunikácií 1. triedy E58 až do zastávky Levočská. Následne v celej dĺžke pokračuje v samostatnom koridore pozdĺž ul. Slanecká po jej ľavej strane.

Existujúci zvršok električkovej trate je prejazdny, od začiatku úseku po zastávku Levočská je tvorený otvorenou konštrukciou s koľajnicami tv. S49 na betónových podvaloch typu SB6 a zasypaným medzikoľajnicovým priestorom štrkodrvou do výšky spodnej hrany hlavy koľajnice. V tomto úseku je medzi koľajami zriadené odvodnenie trativodom.

Od zastávky Levočská po koniec úseku je konštrukcia koľajového zvršku tvorená panelmi BKV s blokovými koľajnicami. Približne 400 m od zastávky Levočská električková trať prechádza mostným objektom ponad Myslavský potok. Most je železobetónový, jednopoložový s panelmi.

Na úseku UČS 17 sa nachádza päť zastávok - Levočská, Dneperská, Ladožská, Rovníková a Važecká. Zastávka Levočská je umiestnená symetricky s dĺžkou nástupíšť 50 m. Na konci nástupíšť sú po oboch stranách uzatvorené objekty schodísk podchodu. Povrch nástupíšť je tvorený liatym asfaltom. Zastávky Dneperská, Ladožská a Rovníková sú umiestnené symetricky s dĺžkou nástupíšť 50 m. Na začiatku nástupíšť sú po oboch stranách uzatvorené objekty schodísk podchodu. Povrch nástupíšť je tvorený liatym asfaltom. Zastávka Važecká je umiestnená nesymetricky s dĺžkou nástupíšť 50 m. Na konci nástupíšť sú po oboch stranách uzatvorené objekty schodísk podchodu. Povrch nástupíšť je tvorený liatym asfaltom.

Na riešenom úseku električkovej trate sa nachádza šesť úrovňových križovaní s cestnými komunikáciami - ul. Levočská, Dneperská, Ladožská, Rovníková, Raketová a Galaktická. Kryt trate v miestach križovaní je tvorený panelmi BKV s asfaltovým nástrekom.

Medzi zastávkami Dneperská a Ladožská sa nachádza jeden neoznačený prechod pre peších (spracované podľa A. Filipek, Štúdia pre zadanie projektovej dokumentácie k stavbe, Košice, 2019).

Identifikačné údaje

Stavba

Názov stavby:	KE, Modernizácia električkových tratí MET v meste Košice, 2. etapa
Miesto stavby:	okres Košice IV, mesto Košice
Kraj:	Košický
Katastrálne územia:	Južné Mesto, Barca, Jazero, Skladná
Druh stavby:	modernizácia stavby

Objednávateľ

Názov:	REMING CONSULT a. s.
Adresa:	Trnavská cesta 27, 831 04, Bratislava 3
IČO:	36 729 023
IČ DPH:	SK2020250958
Bankové spojenie:	UniCredit Bank Czech Republic and Slovak
	IBAN: SK54 1111 0000 0066 1613 1006

Zhotoviteľ

Názov: **CAD-ECO a. s.**
 Adresa: Svätoplukova 28
 821 08 Bratislava
 IČO: 36 787 957
 IČ DPH: SK2022394077
 Bankové spojenie: VÚB, a. s. Bratislava, č. ú.: 2315926456/0200
 IBAN: SK43 0200 0000 0023 1592 6456

1.3 Stručná charakteristika prírodných pomerov územia

Záujmové územie sa nachádza v Košickom samosprávnom kraji, v okrese Košice IV (805), v meste Košice, v katastrálnych územiach Južné Mesto (IČZÚJ 599824, IČÚTJ 827118), Jazero (IČZÚJ 599816, IČÚTJ 877999).

1.3.1 Geomorfologické pomery

Z geomorfologického hľadiska (E. Mazúr – Lukniš, 1980) patrí predmetné územie do Alpsko – himalájskej sústavy, do podsústavy Karpaty, provincie Západné Karpaty, subprovincie Vnútorne Západné Karpaty. Podrobnejšie geomorfologické členenie záujmového územia je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Geomorfologické členenie územia

Členenie	Názov
Sústava	Alpsko – himalájska
Podsústava	Karpaty
Provincia	Západné Karpaty
Subprovincia	Vnútorne Západné Karpaty
Oblasť	Lučensko-košická zníženina
Celok	Košická kotlina
Podcelok	Košická rovina, Medzevská pahorkatina

Riešený úsek električkovej trate sa nachádza v rovinatom teréne údolnej nivy Hornádu. Pôvodný charakter územia je pretvorený výrazným antropogénnym zásahom počas budovania intravilánu mesta.

Podľa Atlasu SR (1980) je pre územie charakteristický akumulčný fluviálny rovinný reliéf priekopových prepadlín a morfoloetionických depresí.

1.3.2 Klimatické pomery

V zmysle klasifikácie E. Quitta (1971) leží záujmové územie v teplej klimatickej oblasti **T3**, ktorú charakterizuje veľmi dlhé, veľmi teplé a suché leto, prechodné obdobie je krátke s teplou jarou a jeseňou, zima je krátka, mierna, suchá až veľmi suchá, s krátkym trvaním snehovej pokrývky. Prehľad klimatických charakteristík oblasti je uvedený v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Prehľad klimatických charakteristík oblasti T3

Klimatické charakteristiky / klimatická oblasť	T3
Počet letných dní ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	60 - 70
Počet dní s priemernou teplotou 10°C a viac	170 - 180
Počet mrazových dní ($T_{\max} \leq 0,1^{\circ}\text{C}$)	110 - 120
Počet ľadových dní ($T_{\min} \leq 0,1^{\circ}\text{C}$)	30 - 40

Priemerná teplota v januári [°C]	-3 - -4
Priemerná teplota v júli [°C]	19 - 20
Priemerná teplota v apríli [°C]	8 - 10
Priemerná teplota v októbri [°C]	8 - 9
Priemerný počet dní so zrážkami ≥ 1 mm	90 - 100
Zrážkový úhrn vo vegetačnom období	350 - 400
Zrážkový úhrn v zimnom období [mm]	200 - 300
Počet dní so snehovou pokrývkou	40 - 50
Počet zamračených dní	110 - 120
Počet jasných dní	50 - 60

V súlade s ON 73 6196, v závislosti od počtu mrazových dní T_m , pre klimatickú oblasť **T3**, pri počte mrazových dní $T_m < 125$ a použití mrazového súčiniteľa $\alpha_0 = 52$ pre $T_m=110-120$, je hĺbka premŕzania podľa vzťahu $h_{pr} = \sqrt{2 \cdot \alpha_0 \cdot T_m}$ stanovená v rozmedzí **$h_{pr} = 107 - 112$ cm**.

Hĺbka premŕzania v zmysle normy TNŽ 73 6312 je vypočítaná na základe vzťahu $h_{pr} = 0,045 \cdot \sqrt{I_{mn}}$, pričom I_{mn} pre danú oblasť je 450°C.deň. Výsledná hĺbka premŕzania je $h_{pr} = 95$ cm.

Podľa Atlasu SSR (1980) patrí skúmané územie do teplej klimatickej oblasti s počtom letných dní v roku nad 50 (s max. teplotou 25°C a vyššou), do mierne vlhkej podoblasti a do okrsku teplého, mierne vlhkého, s chladnou zimou. Z hľadiska klimaticko-geografických typov je pre územie charakteristická teplá kotlinová klíma s veľkou inverziou teplôt, mierne suchá až vlhká.

1.3.3 Hydrologické pomery

Z hydrologického hľadiska patrí záujmové územie do čiastkového povodia Hornádu. Rieka Hornád preteká mestom Košice v S-J smere, východne od lokality navrhovanej činnosti. Úsek UČS 17 sa nachádza na pravej strane údolia Hornádu a križuje Myslavský potok (pravostranný prítok Hornádu). Podľa údajov SHMÚ sú hydrologické pomery povodia Hornádu nevyrovnané.

Podľa Atlasu SSR (1980) a typu režimu odtoku radíme predmetné územie do vrchovinno-nížinnej oblasti s dažďovo-snehovým typom odtoku. Pre túto oblasť je charakteristická akumulácia vôd v mesiacoch december až január, vysoká vodnosť v období február až apríl, najvyššie prietoky recipienty dosahujú v marci (IV > III), najnižšie sa vyskytujú v septembri, podružné zvýšenie vodnosti koncom jesene a začiatkom zimy je výrazné.

1.3.4 Seizmicita územia

Podľa STN EN 1998-1/NA/Z2 Eurokód 8: Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť, Časť 1 patrí skúmané územie do oblasti seizmického ohrozenia s hodnotou referenčného špičkového seizmického zrýchlenia $a_{gR} = 0,40 \text{ m.s}^{-2}$ pre návratovú periódu 475 rokov.

V zmysle tabuľky 3.1 normy patria kvartérne ílovité a štrkovité sedimenty a podložné neogénne íly do kategórie podložia B s rýchlosťou šírenia šmykových vln $v_{s,30} = 360-800 \text{ m.s}^{-1}$.

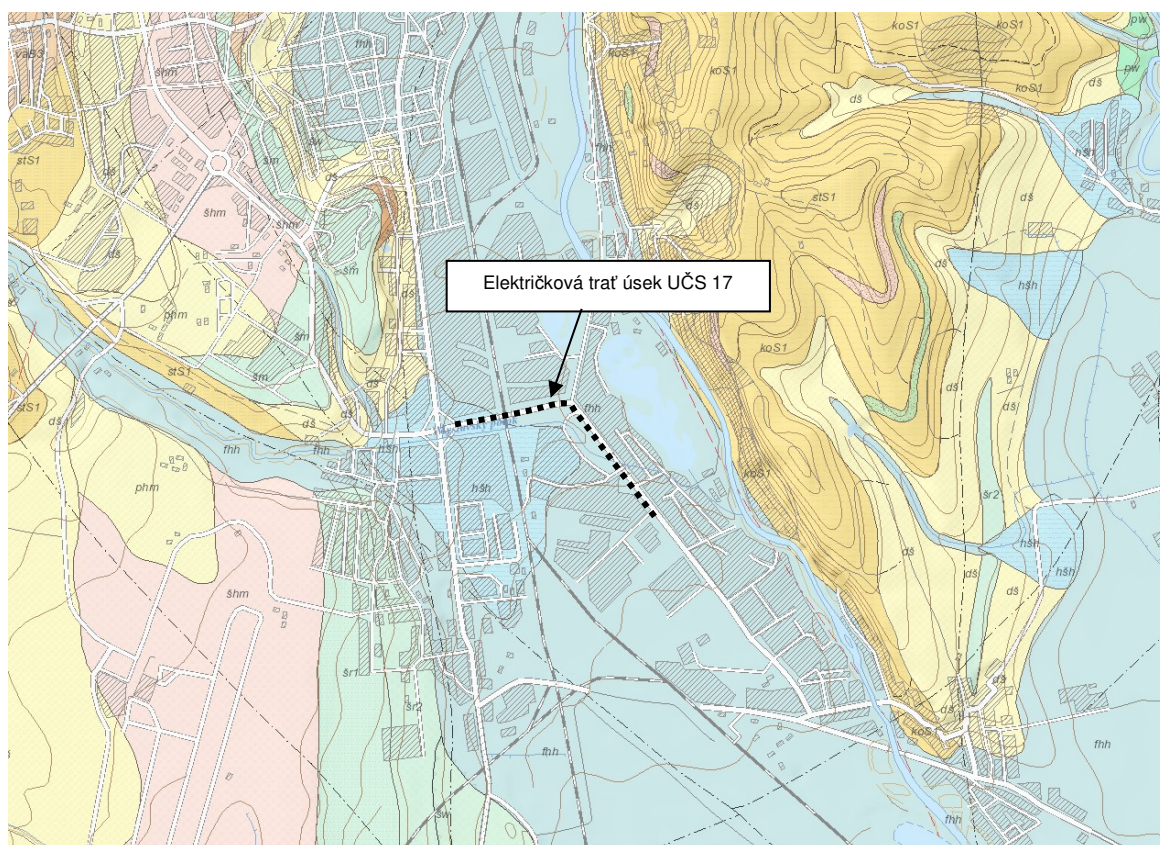
1.4 Geologická stavba územia

V zmysle regionálneho geologického členenia Slovenska je predkvartérne podložie územia daného úseku električkovej trate budované **neogénnymi sedimentmi** (Obrázok 1, www.geology.sk) v zastúpení stretavského súvrstvia sivých prachovitých a vápnitých ílov a ílovcov s polohami tufitov a lignitu (spodný-stredný sarmat).

V údolí Hornádu sú neogénne sedimenty prekryté kvartérnymi zeminami fluviálnej a antropogénnej genézy. V záujmovom území dominujú kvartérne sedimenty antropogénnej a fluviálnej genézy.

Antropogénne sedimenty reprezentuje konštrukcia električkovej trate. Existujúci zvršok električkovej trate je po zastávku Levočská tvorený otvorenou konštrukciou s koľajnicami na betónových podvaloch so zasypaným medzikoľajnicovým priestorom štrkodrvou do výšky spodnej hrany hlavy koľajnice. Od zastávky Levočská po koniec úseku je konštrukcia koľajového zvršku tvorená panelmi BKV s blokovými koľajnicami. V podloží konštrukčných vrstiev sa vyskytujú navážky zemín a stavebného odpadu antropogénnej činnosti.

Kvartérne sedimenty tvoria bezprostredné podložie antropogénnych sedimentov. Dominujú fluviálne zeminy na povrchu zastúpené náplavovými siltami a ílmi hrúbky 1-2 m, s prechodom do fluviálnych pieskov a štrkov overených do hĺbky 15 m.



Obrázok 1 Výrez Geologickej mapy SR (podľa apl.geology.sk).
 Vysvetlivky – Kvartér: fhh-fluviálne sily, hsh-fluviálne štrky, shm, shm-terasové štrky, ds-deluviálne sedimenty,
 Neogén: stS1-stretavské súvrstvie

1.5 Inžinierskogeologické pomery

V zmysle regionálnej inžinierskogeologickej geológie (M. Matula, J. Pašek, 1986) patrí záujmové územie do inžinierskogeologického regiónu neogénnych tektonických kotlín a do oblasti vnútrohorských kotlín (Košická kotlina).

Región je budovaný neogénnymi sedimentmi **molassej formácie**, ktoré pochádzajú z rýchlo denudovaných okolitých pohorí a sú uložené na tektonicky poklesnutých starších formáciách. V území prevláda subformácia miocénnych prechodných (kontinentálno-morských) sedimentov. Jej hlavnými litologickými komplexami sú ílovito-prachovité súvrstvia s tufmi a štrkovito-piesčité komplexy, ktoré reprezentujú **rajón jemnozrnných sedimentov Ni**.

Formácia kvartérnych pokryvných útvarov je v území zastúpená rajónmi:

- rajón údolných riečnych náplavov **F** - komplex fluviálnych ílov, siltov, pieskov a štrkov overenej hrúbky 15 m,
- rajón antropogénnych navážok **An** - konštrukcia električkovej trate, jej podložia a objektov, navážky stavebného odpadu.

1.5.1 Geodynamické procesy

Z **geodynamických procesov** sa v širšom okolí uplatňuje bočná a hĺbková erózia povrchových tokov, objemové zmeny zemín, výskyt málo únosných stlačiteľných zemín v údoliach tokov, zaplavovanie a zamokrenie územia, zvetrávanie a výmoľová erózia na svahoch, svahové deformácie, zemetrasenie a neotektonické pohyby.

Erózia sa uplatňuje vo forme plošnej výmoľovej erózie na svahoch, bočnej a hĺbkovej erózie povrchových tokov. Výsledkom sú erózne ryhy, výmole a podmyté brehy tokov. Bočná a hĺbková erózia vodných tokov je eliminovaná regulačnými úpravami brehov a dna vodných tokov.

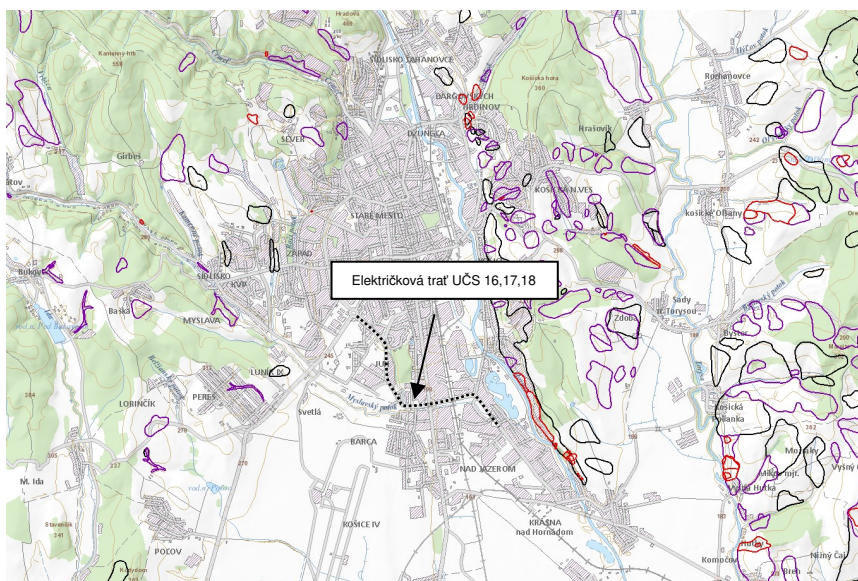
Objemové zmeny zemín a hornín sa prejavujú najmä pri zmenách obsahu vody v hornine (zemine), resp. pri zamŕzaní. Na objemové zmeny sú najviac náchylné íly a ílovité zeminy a sedimenty.

Výskyt málo únosného podložia je fenomén viazaný na jemnozrnné zeminy v komplexe fluviálnych náplavov. Ide prevažne o nasýtené piesčité, resp. ílovité sedimenty, často v vysokom podielom organických prímiesí, ktoré predstavujú pozostatok výplne mŕtvych ramien alebo močiarov. Predstavujú problém pre stabilitu násypových telies a zakladanie objektov.

Zamokrenie a zaplavovanie územia je v území eliminované opatreniami, v období intenzívnych zrážok sa zamokreniny vyskytujú v dielčích bezodtokových depresiách.

Svahové pohyby, podľa Atlasu máp stability svahov SR (Martinčeková, T., Šimeková, J, 2006), sa územie Obratiska Važecká električkovej trate nachádza mimo dosahu registrovaných svahových deformácií v území (Obrázok 2).

Zemetrasenia a neotektonické pohyby sú viazané na neotektonicky aktívne zlomové poruchy prechádzajúce údolím Hornádu prevažne v S-J a SV-JZ smere. K seizmickej aktivite v území môže dôjsť v dôsledku aktivizácie hlbokých zlomových porúch na styku výplne údolí s okolitými pohoriami alebo v rámci zložitých tektonických štruktúr.



Obrázok 2 Výrez z Registra zosuvov Geofondu ŠGÚDŠ SR (podľa apl.geology.sk)
 Vysvetlivky: čierny obrys – zosuv stabilizovaný, fialový obrys – zosuv potenciálny, červený obrys – zosuv aktívny

1.6 Hydrogeologická charakteristika

Hydrogeologické pomery územia sú podmienené geologicko-tektonickou stavbou, geomorfologickými, klimatickými a hydrologickými pomermi územia.

V zmysle Nariadenia vlády SR č.282/2010 Z. z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd, prílohy č. 2 patria podzemné vody záujmového územia do útvaru podzemných vôd v kvartérnych sedimentoch s názvom Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov oblasti povodia Hornádu (kód útvaru SK1001200P) a do útvaru podzemných vôd v predkvartérnych horninách s názvom Medzizrnové podzemné vody Košickej kotliny oblasti povodia Hornád (kód útvaru SK2005300P).

Podľa Vyhlášky č. 242/2016 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o vymedzení správneho územia povodia, environmentálnych cieľoch, ekonomickej analýze a o vodnom plánovaní sa záujmové územie nachádza v hydro-geologickom rajóne Q 125 – Kvartér Hornádu a Košickej kotliny (subrajón HD 20 – terasy Hornádu).

Podzemné vody radíme k nasledovným hydrogeologickým celkom:

- podzemné vody kvartérnych sedimentov
- podzemné vody predkvartérneho podložia

Z hydrogeologického hľadiska majú najväčší význam kvartérne fluviálne štrkové náplavy rieky Hornádu a Myslavského potoka, charakteristické medzizrnovou priepustnosťou. Hladina podzemnej vody je voľná až mierne napätá, a je v hydraulickej spojitosti s hladinou v povrchovom toku. Podľa archívnych podkladov sa nachádza v hĺbke 3,5-7,5 m p. t. (Š. Poláček, 1978).

1.7 Geologická preskúmanosť územia

Na území električkovej trate boli v minulosti realizované geologické práce regionálneho charakteru súborne spracované v mapách:

- Kaličiak, M. a kol.: Geologická mapa Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť, mierka 1:50 000. GS SR Bratislava, 1996
- Atlas inžinierskogeologických máp SSR, mierka 1:200 000, list Košice (M. Matula et al., KIG PFUK Bratislava, 1989),
- Quitt, E.: Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav Brno, 1971
- Matula, M. a kol.: Atlas inžinierskogeologických máp SSR, mierka 1:200 000, Inžinierskogeologická mapa Slovenska, mierka 1:200 000, list Košice, SGÚ Bratislava – Katedra inžinierskej geológie, Pri FUK Bratislava, 1989
- Martinčeková, T., Šimeková, J.: Atlas máp stability svahov SR, mierka 1:50 000. MŽP SR Bratislava, INGEO a.s. Žilina, 2006
- Mazúr, E., Lukniš, M.: Regionálne geomorfologické členenie SSR, mierka 1 : 500 000, Bratislava Geograf. Úst. Slov. Akad. Vied., 1980

Pre električkovú trať vybraných úsekov boli v minulosti realizované inžinierskogeologické prieskumy:

- Poláček, Š.: Dvojkoľajová električková trať Košice – Krásna n/Hornádom – I. etapa (úsek km 0,0 - 1,508. Inžinierskogeologický prieskum. Dopravoprojekt, š. p. Bratislava, 1978 (Geofond: 40339),
- Poláček, Š.: Dvojkoľajová električková trať Košice – Krásna n/Hornádom – II. etapa (úsek km 1,508- KÚ. Inžinierskogeologický prieskum. Dopravoprojekt, š. p. Bratislava, 1978 (Geofond: 40340).

V blízkom okolí vybraných úsekov električkovej trate boli v minulosti vykonané geologické prieskumy rôzneho zamerania:

- Baroš, D.: Košice – Alejová ulica - administratívno-predajné centrum, podrobný IGP. INEKOGEOPoprad, 2009 (Geofond: 89549)
- Grexová, S., Bajo, I.: Košice nad Jazerom - stavba obchodného centra, vyhľadávací HGP. GEO Slovakia, Košice, 2008 (Geofond: 87747)
- Grexová, S., Bajo, I.: Košice - Technomarket, vyhľadávací HGP. GEO Slovakia, Košice, 2008 (Geofond: 88655)
- Grexová, S., Bajo, I.: Košice - Nad Jazerom - stavba obchodného centra, doplnkový HGP. GEO Slovakia, Košice, 2008 (Geofond: 88793)
- Grexová, S.: Košice – Textilná ulica-SEDEM s.r.o., inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum. GEO Slovakia, s.r.o. Košice, 2010 (Geofond: 90324)
- Hric, V.: Košice - Obslužný pavilón na sídlisku Nad Jazerom, vyhodnotenie HGP, prevedenie komplexného rozboru vody, hydrogeologický prieskum. JRD Víťaz Lukačovice, 1979 (Geofond: 45820)
- Lenková, M., Žabková, E., Méry, V.: Košice - Nad Jazerom - prieskum pre výstavbu Kaufland a Obchodná galéria, orientačný IGP, INGEO-ighp, Žilina, 2012 (Geofond: 92854)
- Novák, K., Šoško, A.: Preložka štátnej cesty II. triedy číslo 552 v úseku Krásna nad Hornádom až po zaústenie do štátnej cesty I. triedy číslo 68 pod Barcou s mimoúrovňovým vyriešením križovatky s južným záhlavím Košického nádražia (km 0,000 - 3,919 50 prac. staničenia), IGP + dodatok k správe. Dopravoprojekt Bratislava, 1960 (Geofond: 7039)
- Ondrejka, J.: Košice - Alejová ulica - halový areál Geokosit Invest, podrobný IGP. GEO Slovakia, Košice, 2008 (Geofond: 87495)
- Potičný, J.: ČS PH AVANTI Košice, ul. Južná trieda, geologický prieskum. GEOPRIESKUM, Prešov, 1997 (Geofond: 81044)
- Poláček, Š., Líška, M., Polášek, P.: Košice - výstavba v areáli Pozemné stavby, podrobný IGP. Keramoprojekt Trenčín, 1983 (Geofond: 56210)
- Tometzová, M., Petrivalský, P.: Košice - ČSAO - hydrogeologický prieskum, vyhľadávací HGP, zaistenie zdroja pitnej a úžitkovej vody pre areál ČSAO. IGHP závod Košice, 1984 (Geofond: 58226)

Časť archívnych podkladov bola použitá pri spracovaní záverečnej správy z inžinierskogeologického prieskumu úseku UČS 17 električkovej trate.

1.8 Prieskumné územia a ložiská nerastných surovín

Záujmové územie nie je súčasťou prieskumného územia a v predmetnom území sa nenachádzajú výhradné ložiská nerastov (podľa www.geology.sk, Register Geofondu ŠGÚDŠ).

1.9 Legislatívna ochrana územia

Podľa Atlasu krajiny SR (app.sazp.sk/atlassr) územie navrhovanej činnosti nie je súčasťou legislatívnej ochrany prírody ani žiadneho vymedzeného územia Natura 2000.

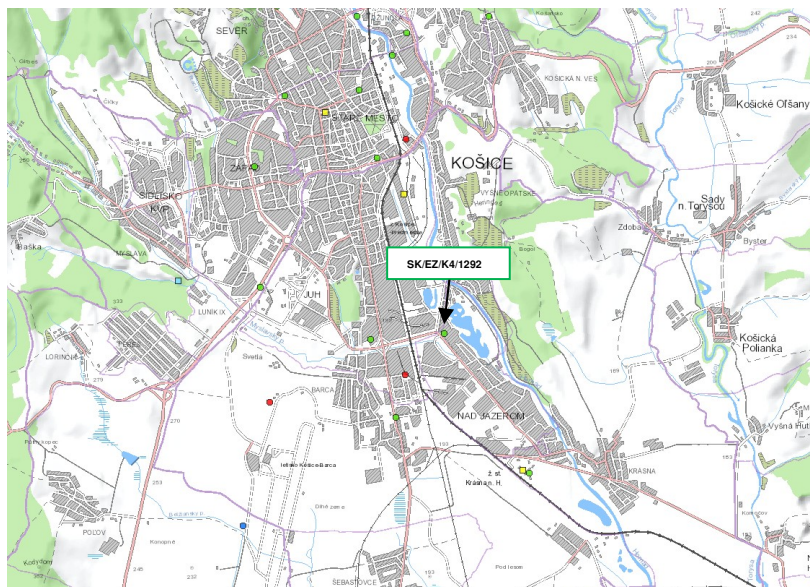
Podľa vyhlášky Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 211/2005 Z. z. z, ktorou sa ustanovuje zoznam vodohospodársky významných vodných tokov a vodárenských vodných tokov zo dňa 25.5.2005, patrí rieka Hornád do kategórie vodohospodársky významných vodných tokov.

Do záujmového územia nezasahuje žiadna chránená vodohospodárska oblasť. V lokalite a jej okolí sa nenachádzajú vodné zdroje a nie sú vytýčené, ani schválené ochranné pásma vodných zdrojov.

1.10 Znečistenie horninového prostredia

Skládky odpadov sú zaregistrované mimo záujmového územia (www.geology.sk, register skládok ŠGÚDŠ).

Podľa Informačného systému environmentálnych záťaží (<https://envirozataze.enviroportal.sk>) sa v blízkosti úseku UČS 17 električkovej trate nachádza environmentálna záťaž s názvom K4 (006) / Košice – Nad jazerom – ČS PHM (Tabuľka 3, Obrázok 3).



Obrázok 3 Výrez mapy environmentálnych záťaží (<https://envirozataze.enviroportal.sk> – Informačný systém EZ)

Tabuľka 3 Charakteristika environmentálnej záťaže

Identifikátor EZ	SK/EZ/K4/1292
Názov EZ	K4 (006) / Košice – Nad jazerom – ČS PHM
Názov lokality	ČS PHM
Druh činnosti	Čerpacia stanica PHM
Stupeň priority	v registri nie je uvedené
Dátum poslednej zmeny	10.02.2017
Registrovaná ako	C - sanovaná / rekultivovaná lokalita

1.11 Žiarenie z prírodných zdrojov a radónové riziko

Podľa Mapy prírodnej rádioaktivity patrí územie úseku UČS 17 železničnej trate do oblasti s nízkym až stredným radónovým rizikom. V tabuľke 4 sú uvedené stupne radónového rizika a rozsahy hodnôt objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu.

Tabuľka 4 Radónové riziko z geologického podložia

Radónové riziko	Objemová aktivita ^{222}Rn v pôdnom vzduchu (kBq.m^{-3}) v základových pôdach podľa plynopriepustnosti zemín		
	malá	stredná	stredná
nízke	< 30	< 20	< 10
stredné	30 - 100	20 - 70	10 - 30
vysoké	> 100	> 70	> 30

1.12 Rozsah a metodika realizovaných geologických prác

Geologické práce na úseku UČS 17 električkovej trate v meste Košice zahŕňali:

- spracovanie archívnych podkladov o inžinierskogeologických, hydrogeologických a geotechnických pomeroch územia,
- realizáciu jadrových inžinierskogeologických vrtov do hĺbky 6-9 m,
- kopané sondy do hĺbky 1,1 m,
- odber vzoriek zemín a vôd z vrtov a kopaných sond,
- laboratórne práce mechaniky zemín a chémie vôd a kameniva,
- dynamické penetračné skúšky do hĺbky 6 m,
- statické zaťažovacie skúšky v hĺbke 1,1 m od TK,
- sled, riadenie a koordináciu geologických prác, zhodnotenie výsledkov inžinierskogeologického prieskumu, vypracovanie záverečnej správy z riešenia geologickej úlohy.

Rozsah realizovaných geologických prác je uvedený v tabuľkách 5 až 8 a podrobne popísaný v nasledujúcich kapitolách.

Tabuľka 5 Navrhovaný rozsah geologických prác

Navrhované práce	UČS 17	
	počet (ks) / á (m)	spolu (m, ks)
Vrtné práce	22 ks / á 6 m, 9 m	139 m
Kopané sondy	28 ks / á 1,1 m	28 ks/ 30,8 m
Penetračné sondy	34 ks / á 6 -7 m	205,3 m
Odber vzoriek zemín	33 PV, 6 NV, 3v	42 ks
Odber vzoriek vôd	3 VV	3 ks
Labor. práce - zeminy	33 PV, 6 NV, 3 v	42 ks
Labor. práce - vody	3 VV	3 ks
Statické zaťaž. sk.	28 ks	28 ks

Vysvetlivky: PV – porušená vzorka zeminy, NV – neporušená vzorka zeminy, VV- vzorka podzemnej vody, v - výluh

1.12.1 Jadrové vrtý

Na úseku električkovej trate UČS 17 bolo odvŕtaných **22** jadrových inžinierskogeologických vrtov s označením **UČS17-01 až UČS17-22**, hĺbky 1,5-4,5 m, 6-7 m, max. 9 m, s celkovou metrážou **139 m**. Jadrové vrtý boli realizované každých cca 150 m v osi električkovej trate, resp. na okrajoch koľají (Príloha 2.1 až 2.4). Situovanie jadrových vrtov bolo schválené v projekte geologickej úlohy.

Pred začatím vrtných prác objedávateľ zabezpečil vytyčenie jadrových vrtov a inžinierskych sietí v teréne. Definitívne umiestnenie vrtov muselo zohľadniť existenciu podzemných inžinierskych sietí v území, ich ochranných pásiem, ako aj vzdušné trakčné vedenie. Z tohto dôvodu došlo k malým posunom niektorých vrtov oproti pôvodnému návrhu. Na začiatku úseku boli vrtý realizované medzi koľajnicami mimo stredového pásma, kde sa nachádzal trativod. V miestach mostných objektov boli vrtý odvŕtané pri krajných oporách. V úseku s betónovými panelmi boli vrtý umiestnené v miestach stredových betónových panelov, čo si vyžiadalo ich dočasné odstránenie pracovníkmi DPMK. Časť jadrových vrtov na konci úseku bola odvŕtaná pri okrajoch koľají v trávnom poraste.

Vrtné práce boli vykonané v poddodávke spoločnosťou ARKONA s. r. o. Košice vrtnou súpravou UGB 50M, technológiou na sucho počas výluky na električkovej trati v dňoch 19.4.-23.4.2021. Zhotoviteľ vrtných prác zaznamenával priebeh vŕtania v denných hláseniach.

Počas vrtných prác boli jadrové vrtý geologicky zdokumentované, vrátane fotodokumentácie, odoberané boli vzorky zemín a podzemnej vody na laboratórne spracovanie. Počas vŕtania bola zaznamenaná narazená a vystúpená hladina podzemnej vody a boli zmerané základné parametre vody. Po ukončení vrtných prác, geologickej dokumentácii vrtov a odbere vzoriek zemín a vôd boli jadrové vrtý zlikvidované spätným zásypom a okolie vrtov bolo upravené do pôvodného stavu.

Geologická dokumentácia a fotodokumentácia realizovaných vrtov je spracovaná v prílohe 4.1, prevzaté vrty sú uvedené v prílohe 4.3.

1.12.2 Kopané sondy

Pre statické zaťažovacie skúšky bolo na úseku UČS 17 električkovej trate vykopaných **28** sond s označením **SZS17-01 až SZS17-14, SZS17-16 až SZS17-20, SZS17-22 až SZS17-24, SZS17-28 až SZS17-32 a SZS17-34** (Príloha 2.1 až 2.4). Sondy SZS17-15, SZS17-21, SZS17-25, SZS17-26, SZS17-27, SZS17-33 nebolo možné realizovať z dôvodu výskytu pevného betónového podkladu pod podvalmi hlavne v blízkosti podchodov, pričom ich posun nebol možný z dôvodu existencie podzemných inžinierskych sietí v okolí, resp. ďalší posun sondy by vyžadoval opätovné vytýčenie inžinierskych sietí na nových miestach. Kopané sondy boli situované podľa súťažných podkladov pred a za existujúcimi stavebnými objektami, resp. v miestach viditeľných deformácií geometrickej polohy koľaje väčšieho rozsahu na trati, v striedaní so sondami dynamickej penetrácie. Umiestnenie kopaných sond bolo schválené v projekte geologickej úlohy.

Pred začatím výkopov objednávateľ zabezpečil vytýčenie sond a inžinierskych sietí v teréne. Kopané sondy boli situované pri okrajoch električkových koľají mimo existujúcich podzemných inžinierskych sietí v území a mimo dosahu trakčného vedenia. V miestach s betónovým podkladom DPMK umožnil demontáž stredového betónového panela.

Kopané sondy pre statickú zaťažovaciu skúšku boli vykonané v zmysle Metodického pokynu MDPT 18/1999 do hĺbky 1,1 m pod TK. Po ukončení statickej zaťažovacej skúšky a odbere vzorky pre laboratórne posúdenie bola sonda spätne zasypaná výkopovým materiálom a terén bol upravený do pôvodného stavu. Kopané sondy boli realizované v poddodávke spoločnosťou GEOFOS, s. r. o. Žilina počas výluky na električkovej trati v dňoch 17.4.-18.4.2021. Kopané sondy boli predkopávané strojne kolesovým rýpadlom a do konečnej hĺbky pre vykonanie statickej zaťažovacej skúšky boli upravené ručne.

Geologická dokumentácia a fotodokumentácia kopaných sond je uvedená v prílohe 4.2.

1.12.3 Sondy dynamickej penetrácie

Na úseku UČS 17 električkovej trate bolo realizovaných **34** sond dynamickej penetrácie s označením **DPS17-01 až DPS17-34** do hĺbky **6-7 m** s celkovou metrážou **205,3 m** (Príloha 2.1 až 2.4). Situovanie dynamických penetračných sond bolo schválené v projekte geologickej úlohy.

Pred začatím terénnych skúšok objednávateľ zabezpečil vytýčenie sond a inžinierskych sietí v teréne. Sondy dynamickej penetrácie boli situované podľa možnosti v osi trate na stredových paneloch, kde boli vykonané predvrty, alebo pri okrajoch trate na trávnom poraste, v striedaní s kopanými sondami pre statickú zaťažovaciu skúšku, pri zohľadnení existujúcich podzemných inžinierskych sietí v území.

Cieľom dynamických penetračných skúšok bolo overiť charakter a hrúbku jednotlivých litologických typov zemín. Skúšky dynamickej penetrácie boli realizované a vyhodnotené v zmysle STN EN ISO 22476-2. Sondy dynamickej penetrácie vykonali pracovníci spoločnosti CAD-ECO a.s., stredisko Žilina ťažkou dynamickou penetračnou súpravou DPH od fy STITZ GmbH v dňoch 18.04.-23.4.2021 počas 1. fázy výluky.

Vyhodnotenie dynamických penetračných skúšok je obsahom prílohy 6.1.

1.12.4 Statické zaťažovacie skúšky doskou

Za účelom zistenia reálnych parametrov modulov pretvárnosti podvalového podlažia – zemnej pláne bolo na úseku UČS 17 realizovaných **28 ks** statických zaťažovacích skúšok doskou. Statické zaťažovacie skúšky boli vykonané v pripravených kopaných sondách v hĺbke do 1,1 m, v zmysle predpisu S-4 ŽSR v úrovni predpokladanej budúcej zemnej pláne. Cieľom skúšok bolo overiť únosnosť podvalového podlažia.

Statické zaťažovacie skúšky vykonali pracovníci spoločnosti GEOFOS s. r. o. Žilina. Pre upresnenie charakteru testovanej zeminy boli z každej kopanej sondy odobraté vzorky pre laboratórne skúšky mechaniky zemín, odobratých bolo **21 vzoriek**. Po ukončení skúšky a odbere vzorky zeminy boli sondy zlikvidované spätným zásypom.

Tabuľka 6 Rozsah realizovaných vrtných prác na úseku UČS 17

Vrty jadrové		Vzorky			Objekt	Vrty jadrové		Vzorky			Objekt
označenie	hlbka	PV	NV	voda/výl.		označenie	hlbka	PV	NV	voda/výl.	
UČS17-01	6 m	-	-	-	Most ponad železničnú trať	UČS17-12	4,5 m	-	-	-	električ. trať
UČS17-02	9 m	2	-	1/1	Most ponad železničnú trať	UČS17-13	1,5 m	-	-	-	električ. trať
UČS17-03	6 m	1	-	-	Podchod Levočská	UČS17-14	6 m	1	-	-	električ. trať
UČS17-04	7 m	1	1	-	Most ponad Myslavský potok	UČS17-15	6 m	-	1	-	električ. trať
UČS17-05	9 m	1	-	1/1	Most ponad Myslavský potok	UČS17-16	6 m	-	-	-	električ. trať
UČS17-06	6 m	1	-	-	Podchod Dneperská	UČS17-17	6 m	-	-	-	električ. trať
UČS17-07	6 m	-	-	-	Električková trať	UČS17-18	6 m	-	-	-	električ. trať
UČS17-08	6 m	-	-	-	Podchod Ladožské	UČS17-19	6 m	1	-	-	električ. trať
UČS17-09	6 m	1	1	1/1	Podchod Rovníková	UČS17-20	6 m	1	-	-	električ. trať
UČS17-10	6 m	-	1	-	Podchod Važecká	UČS17-21	6 m	-	-	-	električ. trať
UČS17-11	6 m	-	1	-	električ. trať	UČS17-22	6 m	1	-	-	električ. trať
Spolu	73 m	7 vz	4 vz	3vz/3 vz	-	Spolu	60 m	4 vz	4 vz	0vz / 0 vz	-

Tabuľka 7 Rozsah realizovaných sond dynamickej penetrácie na úseku UČS 17

Sondy dynamickej penetrácie (DPS)					
označenie	hlbka	označenie	hlbka	označenie	hlbka
DPS17-01	6 m	DPS17-13	5,4 m	DPS17-24	0,7 m
DPS17-02	6 m	DPS17-14	6 m	DPS17-25	6 m
DPS17-03	6 m	DPS17-15	7 m	DPS17-26	7 m
DPS17-04	6 m	DPS17-16	7 m	DPS17-27	7 m
DPS17-05	6 m	DPS17-17	6 m	DPS17-28	7 m
DPS17-06	6 m	DPS17-18	6 m	DPS17-29	6 m
DPS17-07	6 m	DPS17-19	6 m	DPS17-30	6 m
DPS17-08	6 m	DPS17-20	6 m	DPS17-31	6 m
DPS17-09	6 m	DPS17-21	6 m	DPS17-32	6 m
DPS17-10	7 m	DPS17-22	6 m	DPS17-33	7 m
DPS17-11	6 m	DPS17-23	6,2 m	DPS17-34	6 m
DPS17-12	6 m	-	-	-	-
Spolu	73 m	-	67,6 m	-	64,7 m

Tabuľka 8 Rozsah realizovaných kopaných sond na úseku UČS 17

Kopané sondy so skúškami statickej zaťažovacej skúšky a odberom vzoriek zemín					
označenie	vzorka	označenie	vzorka	označenie	vzorka
SZS17-01	1	SZS17-11	1	SZS17-22	1
SZS17-02	-	SZS17-12	1	SZS17-23	1
SZS17-03	-	SZS17-13	1	SZS17-24	1
SZS17-04	-	SZS17-14	1	SZS17-28	1
SZS17-05	-	SZS17-16	1	SZS17-29	1
SZS17-06	1	SZS17-17	1	SZS17-30	1
SZS17-07	1	SZS17-18	1	SZS17-31	1
SZS17-08	-	SZS17-19	1	SZS17-32	-
SZS17-09	1	SZS17-20	1	SZS17-34	-
SZS17-10	1	-	-	-	-
Spolu	5	-	9	-	7

1.12.5 Vzorkovacie a laboratórne práce mechaniky zemín a chémie vôd

Z jadrových vrtných a kopaných sond bolo odobratých **33 ks** porušených vzoriek, **6 ks** neporušených vzoriek pre laboratórne stanovenie fyzikálno-opisných parametrov a geotechnickú klasifikáciu zemín v zmysle platnej STN normy a **3 vzorky** zeminy z vrtných výluh.

Odobraté a analyzované boli **3 vzorky podzemnej vody** z jadrových vrtných. Cieľom laboratórnych prác chémie vôd bolo stanovenie základných fyzikálnych a chemických vlastností podzemnej vody a zistenie agresívnych účinkov na betónové a oceľové konštrukcie.

V laboratóriu mechaniky zemín a chémie vôd boli realizované nasledujúce laboratórne skúšky:

Laboratórne práce mechaniky zemín a chémie vody:

- porušená vzorka zeminy (vlh., zrn., atter.):	33 ks
- neporušená vzorka (vlh., zrn., atter., obj. + mer. hm.):	6 ks
- Proctor standart:	2 ks
- CBR:	2 ks
- Šmyková skúška:	2 ks
- Tiaxiálna skúška:	1 ks
- Stlačiteľnosť:	3 ks
- Obsah uhličitánov:	0 ks
- Obsah organických látok:	7 ks
- Základný fyzikálno-chemický rozbor + agresivita vôd	3 ks
- Základný fyzikálno-chemický rozbor + agresivita zemín	3 ks

Laboratórne práce mechaniky zemín a chémie vôd boli vykonané v akreditovanom laboratóriu INGEO-ENVILAB spol. s r. o. Žilina. Výsledky laboratórnych skúšok mechaniky zemín sú uvedené v prílohe 5.1 a protokoly o skúškach chémie vôd a zemín sú v prílohe 5.2 záverečnej správy.

1.12.6 Meračské práce

Vytýčenie a zameranie geologických diel v systéme SJTSK a výškopisne v systéme Bpv, ako aj vytýčenie inžinierskych sietí na úseku UČS 17 električkovej trate zabezpečil objednávateľ inžinierskogeologického prieskumu na základe podkladov od zhotoviteľa prieskumu.

Celkovo bolo vytýčených a zameraných **91 geologických diel** (23 vrty, 34 kopaných sond a 34 sond dynamickej penetrácie). Pričom geologické diela UČS17-23, SZS17-15, SZS17-21, SZS17-25, SZS17-26, SZS17-27, SZS17-33 z vyššie uvedených dôvodov neboli realizované.

Meračské práce vykonala spoločnosť SUDOP Košice a.s. Zoznam súradníc a výšok realizovaných geologických diel je uvedený v prílohe 7 záverečnej správy.

1.12.7 Práce geologickej služby

Geologické práce na úlohe „KE, Modernizácia električkových tratí MET v meste Košice, 2. etapa, UČS 17“ zahŕňali vypracovanie projektu geologickej úlohy, sled, riadenie a koordinácia terénnych technických prác, geologickú dokumentáciu a fotodokumentáciu jadrových vrto, kopaných sond, vzorkovanie zemín a podzemnej vody, realizáciu a vyhodnotenie statických zaťažovacích skúšok a dynamických penetračných skúšok, laboratórne práce mechaniky zemín a chémie vôd.

Cieľom geologických prác bolo zhodnotenie inžinierskogeologických, geotechnických, hydrogeologických pomerov úseku UČS 17 električkovej trate.

Z výsledkov podrobného inžinierskogeologického prieskumu je vypracovaná záverečná správa v rozsahu grafických príloh - prehľadnej situácie územia, situácie geologických diel v mierke 1:500, pozdĺžnych schematických profilov v mierke 1:500/100 a textových príloh – geologickej dokumentácie vrto, kopaných sond, fotodokumentácie, vyhodnotenia statických zaťažovacích skúšok, dynamických penetračných skúšok a výsledkov laboratórnych skúšok mechaniky zemín a chémie vôd.

Záverečná správa je vypracovaná v 7 exemplároch v tlačenej forme a 4x v digitálnej forme na CD nosiči.

2 PODROBNÁ ČASŤ

2.1 Inžinierskogeologické a geotechnické hodnotenie zemín

Úsek UČS17 električkovej trate je od zastávky pod cestným nadjazdom v križovatke VSS do km 0,790 vedený v násype, ktorý tvorí nájazd na nadjazd ponad železničnú trať s dvojkoľajovým mostom. Po zjazde z násypu je trať vedená pod dvomi cestnými nadjazdmi komunikácií 1. triedy E58 až do zastávky Levočská. Následne v celej dĺžke pokračuje električková trať v samostatnom koridore pozdĺž ul. Slanecká po jej ľavej strane (Príloha 2.1 až 2.4).

Záujmové územie je budované kvartérnymi zeminami a podložnými neogénnymi sedimentmi. Kvartérne zeminy overené inžinierskogeologickým prieskumom sú zastúpené komplexom antropogénnych sedimentov koľajového zvršky električkovej trate a násypového telesa a komplexom fluviálnych sedimentov, ktoré tvoria podložie električkovej trate. Neogénne sedimenty neboli geologickými dielami overené.

Inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologické pomery územia boli preskúvané jadrovými vrtmi, kopanými sondami (príloha 4.1 až 4.3), skúškami dynamickej penetrácie (Príloha 6.1), statickými zaťažovacími skúškami (Príloha 6.2) a laboratórnymi analýzami zemín a vôd (Príloha 5.1 a 5.2).

Výsledky podrobného inžinierskogeologického prieskumu sú zobrazené v pozdĺžnych schematických inžinierskogeologických a geotechnických profiloch mierky 1:1000/100 (Príloha 3.1 až 3.4).

2.1.1 Kvartér

2.1.1.1 Antropogénne sedimenty

Antropogénne sedimenty reprezentujú konštrukčné a podkladové vrstvy koľajového zvršku a teleso násypu električkovej trate (Príloha 2.1 až 2.4). Overené boli jadrovými vrtmi do hĺbky 0,6-4,6 m, kopanými sondami do hĺbky 1,1 m a sondami dynamickej penetrácie do hĺbky 0,7-7,0 m (Príloha 3.1 až 3.4).

Existujúci zvršok električkovej trate je od začiatku úseku po zastávku Levočská v km 0,000-0,980 osi električkovej trate tvorený otvorenou konštrukciou s koľajnicami na betónových podvaloch so zasypaným medzikoľajnicovým priestorom štrkodrvou do výšky spodnej hrany hlavy koľajnice. Od zastávky Levočská po koniec úseku je konštrukcia koľajového zvršku tvorená panelmi BKV s blokovými koľajnicami.

Podľa geologickej dokumentácie vrtov a kopaných sond (Príloha 4.1, 4.2) sú konštrukčné a podkladové vrstvy koľajového zvršku električkovej trate v úseku s otvorenou konštrukciou tvorené štrkodrvou - koľajovým kamenivom hrúbky 0,2 m v nadloží podvalov a hrúbky 0,5 m medzi podvalmi. Do hĺbky 0,75-1,10 m má podkladová štrková vrstva charakter štrku zle zrneného, štrku ílovitého a štrku s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G2/GPY, G5/GCY, G3/G-FY), tvoreného ostrohrannými úlomkami andezitov veľkosti 2-6 cm, max. 10-12 cm.

Podľa sond dynamickej penetrácie (Príloha 6.1) sú konštrukčné a podkladové vrstvy koľajového zvršku v tomto úseku budované zo štrku zle zrneného až štrku ílovitého (G2/GPY, G5/GCY), lokálne sú silno znečistené jemnozrnnou frakciou a majú charakter až ílov štrkovitých (F2/CGY). Celková hrúbka vrstiev je cca 1 m. Štrky sú stredne uľahnuté až veľmi uľahnuté ($I_D = 0,35 - 1,00$) s odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 23 - 184$ MPa s odporúčanou hodnotou $E_{DPS} = 65$ MPa.

V úseku násypu električkovej trate v km 0,170-0,790 osi električkovej trate majú konštrukčné a podkladové vrstvy rovnaké zloženie ako v celom úseku otvorenej konštrukcie.

Podľa geologickej dokumentácie vrtov (príloha 4.1) má teleso násypu heterogénne zloženie, tvorené je ílom so strednou plasticitou (F6/CIY), siltom s nízkou plasticitou (F5/ML), s polohami piesku ílovitého (S5/SCY), piesku s prímiesou jemnozrnnej zeminy (S3/S-FY) a štrku siltovitého (G4/GMY). V jemnozrnných násypových zeminách bolo vrtmi zaznamenané senzorické znečistenie (UČS-12) a na báze násypu sa lokálne vyskytovali tuho-mäkké polohy. Geologickými dielami bolo teleso násypu overené do hĺbky 2,4-6 m s predpokladanou max. hrúbkou 9,5 m.

Podľa sond dynamickej penetrácie (Príloha 6.1) je teleso násypu budované zo zemín charakteru pieskov ílovitých až ílov piesčitých (S5/SCY, F4/CSY), ílov so strednou plasticitou (F6/CIY). Íly sú pevnej konzistencie, piesky sú stredne až veľmi uľahnuté ($I_c = 0,67-1,29$, $I_D = 0,37-1,00$) s odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 4,2 - 61,4$ MPa s odporúčanou hodnotou $E_{DPS} = 11$ MPa.

Podľa geologickej dokumentácie vrtov a kopaných sond (Príloha 4.1, 4.2) je konštrukcia koľajového zvršku od km 0,980 osi električkovej trate až do konca úseku tvorená panelmi BKV hrúbky 0,2 m s blokovými koľajnicami. Pod panelmi bola zistená súvislá vrstva asfaltu hrúbky 0,1-0,15 m a ojedinele betón hrúbky 0,25 m. Pod vrstvou asfaltu sa do hĺbky cca 0,8-1,0 m nachádza podkladová vrstva charakteru štrku zle zrneného (G2/GPY), tvorená ostrohrannými úlomkami vápencov veľkosti 3-6 cm a do hĺbky cca 1,35-1,5 m, max. 2,3-3,4 m charakteru štrku s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-FY), štrku ílovitého, resp. sute (G5/GCY), s ílom štrkovitým (F2/CGY), ojedinele tuhým ílom piesčitým (F4/CSY) s organickou prímiesou a pevným siltom s nízkou plasticitou (F5/MLY). Zrná prevažne karbonátov sú zdravé, ostrohranné až polozaoblené, veľkosti 1-6 cm, obsahu v rozmedzí 35-70 %. Sondami dynamickej penetrácie bol stanovený rovnaký odvodený modul pretvárnosti ako v konštrukčných vrstvách s otvorenou konštrukciou.

Koeficient filtrácie antropogénnych ílov vypočítaný z kriviek zrnitosti dosahuje hodnoty $k_f = 3,48 \cdot 10^{-9} - 9,59 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$, v priemere $k_f = 7,22 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$, čo charakterizuje súdržné zeminy triedou priepustnosti **VI** v zmysle klasifikácie priepustnosti podľa Jetela (1982), t.j. ako horninové prostredie **slabo priepustné**.

Koeficient filtrácie antropogénnych štrkov vypočítaný z kriviek zrnitosti dosahuje hodnoty $k_f = 9,60 \cdot 10^{-5} - 3,93 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$, v priemere $k_f = 1,62 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$, čo charakterizuje súdržné zeminy triedou priepustnosti **II** v zmysle klasifikácie priepustnosti podľa Jetela (1982), t.j. ako horninové prostredie **silne priepustné**.

2.1.1.2 Fluviálne sedimenty

Fluviálne riečne sedimenty vytvorené riekou Hornád majú v území dominantné postavenie a tvoria podložie električkovej trate úseku UČS 17 aj jej násypu (Príloha 2.1 až 2.4). Overené boli jadrovými vrtmi do hĺbky 6-9 m, kopanými sondami do hĺbky 1,1 m a sondami dynamickej penetrácie do hĺbky 6-7 m. Fluviálne sedimenty sú tvorené na povrchu náplavovými holocénnymi ílmi a siltami, ktoré prekrývajú piesky a štrky korytovej fácie (Príloha 3.1 až 3.4).

Fluviálne íly dosahujú hrúbku 0,5-0,9 m a 1,1-2,0 m, min. 0,3 m (UČS17-17), v dielčích depresiách ich hrúbka narastá na 2,2-2,6 m, max. 3,1-3,4 m. Fluviálne íly obsahujú prímies štrku, resp. sú prevrstvené pieskom a štrkom.

Podľa geologickej dokumentácie vrtov, kopaných sond (Príloha 4.1, 4.2) a výsledkov laboratórnych skúšok mechaniky zemín (Príloha 5.1) majú jemnozrné zeminy charakter ílu a siltu so strednou plasticitou (F6/CI, F5/MI), ílu a siltu piesčitého (F4/CS, F3/MS), lokálne siltu a ílu s vysokou plasticitou (F7/MH, F8/CH) a ílu štrkovitého (F2/CG), prevažne pevnej až tvrdej, ojedinele tuhej konzistencie ($I_c = 0,26 - 1,34$). Lokálne bol v íloch laboratórne zistený nízky obsah organických látok do 1,0-1,6 % až 2,4-3,8 % (UČS17-03, UČS17-09, UČS17-10, UČS17-15, UČS17-18, UČS17-19, UČS17-20, m, UČS17-21, SZS17-11, SZS17-31, SZS17-34) a vo vrte UČS17-18 bahnitý sediment. Skúškami dynamickej penetrácie (Príloha 6.1) bol stanovený pre fluviálne íly so strednou plasticitou až íly štrkovité (F6/CI, F2/CG) odvodený modul pretvárnosti $E_{DPS} = 1,2 - 27,8$ MPa s odporúčanou hodnotou $E_{DPS} = 10$ MPa.

V zmysle STN 72 1001 môžeme fluviálne íly charakterizovať prevažne triedou F6/CI pevnej konzistencie s nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov stanovených na základe laboratórnych výsledkov, výsledkov skúšok in situ ako aj poznatkov z odbornej literatúry a skúseností z obdobného horninového prostredia:

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
- prirodzená objemová hmotnosť:	$\rho_n = 1,80 - 1,94 \text{ g.cm}^{-3}$	$\rho_n = 1,86 \text{ g.cm}^{-3}$
- parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{ef} = 18,0 - 31,0^\circ$ $c_{ef} = 5 - 32 \text{ kPa}$	$24,5^\circ$ 7 kPa
- parametre totálnej. šmyk. pevnosti:	$\varphi_u = 4,8^\circ$ $c_u = 40 \text{ kPa}$	- -
- modul pretvárnosti z DPS :	$E_{DPS} = 1,2 - 27,8 \text{ MPa}$	10 MPa
- redukovaný modul pretvárnosti z SZS:	$E_{OR} = 4,85 - 35,77 \text{ MPa}$	15 MPa

Modul pretvárnosti E_{or} bol stanovený statickými zaťažovacími skúškami v úrovni predpokladanej zemnej pláne, ktorá bola stanovená v požiadavkách. Do štatistického súboru boli vybrané len hodnoty, kde predpokladáme že zemná pláň už bola tvorená fluvialnymi sedimentami. Podrobnejšie rozpisané sú v kapitole 2.3.

Na vzorkách č. 1099 a 1108, granulometricky zatriedené ako íl so strednou plasticitou (F6/CI), boli stanovené efektívne šmykové parametre $\varphi_{ef} = 24,3 - 25,1^\circ$ a $c_{ef} = 4 - 7 \text{ kPa}$.

Na vzorke č. 1103, granulometricky zatriedená ako íl so strednou plasticitou (F6/CI), bola stanovená neodvodnená šmyková pevnosť triaxiálnou skúškou, ktorou sa stanovili totálne šmykové parametre $\varphi_u = 4,8^\circ$ a $c_u = 40 \text{ kPa}$.

Oedometrický modul na vzorkách č. 1105, 1106 a 1109 pre obor zaťaženia $0,107 - 0,616 \text{ MPa}$ bol stanovený v rozmedzí $E_{oed} = 3,34 - 8,87 \text{ MPa}$.

Koeficient filtrácie antropogénnych ílov vypočítaný z kriviek zrnitosti dosahuje hodnoty $k_f = 1,80 \cdot 10^{-9} - 5,18 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$, v priemere $k_f = 3,74 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$, čo charakterizuje súdržné zeminy triedou priepustnosti **VII** v zmysle klasifikácie priepustnosti podľa Jetela (1982), t.j. ako horninové prostredie **veľmi slabo priepustné**.

Fluviálne štrky a piesky boli realizovanými geologickými dielam overené do hĺbky 6-9 m a podľa archívnych diel siahajú do hĺbky 15 m a viac. Na povrchu štrkov sa okrem ílov vyskytujú aj piesčité zeminy, ktoré ďalej v štrkových náplavoch tvoria preplástky a šošovky. V schematických inžinierskogeologických profiloch sú striedajúce sa piesky a štrky spájané do jednej vrstvy.

Podľa geologickej dokumentácie vrtov, kopaných sond (Príloha 4.1,4.2,4.3) a výsledkov laboratórnych skúšok mechaniky zemín (Príloha 5.1) sú fluviálne štrky zastúpené štrkom s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F) a štrkom ílovitým (G5/GC), lokálne štrkom siltovitým (G4/GM), štrkom zle a dobre zrneným (G2/GP, G1/GW). Valúny sú zdravé, pevné, dokonale zaoblené, pestrej petrografickej skladby, obsahu v rozmedzí 40-80 %. Výplň je siltovito-piesčitá, jemnozrnná až hrubozrnná, na báze viac ílovitá. Na povrchu štrkov sa nachádzajú piesky ílovité (S5/SC) a v štrkových náplavoch sa vyskytuje piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy (S3/S-F).

Podľa výsledkov dynamických penetračných skúšok (Príloha 6.1) fluviálne štrky a piesky boli sondami dynamickej penetrácie overené do hĺbky 7,0 m. Štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy a štrky zle zrnené (G3/G-F, G2/GP) sú prevažne stredne uľahnuté ($I_d = 0,30 - 1,00$). Piesky sú charakteru piesku s prímiesou jemnozrnej zeminy (S3/S-F) až piesku ílovitého lokálne s prechodmi až do ílu piesčitého (S5/SC, F4/CS). Piesky sú prevažne stredne uľahnuté ($I_d = 0,30-0,96$).

V zmysle STN 72 1001 môžeme fluviálne piesky charakterizovať ako stredne uľahnutý piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy (S3/S-F). Pre fluviálne piesky je možné uvažovať s nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov stanovených na základe výsledkov skúšok in situ ako aj poznatkov z odbornej literatúry a skúsenosti z obdobného horninového prostredia:

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
- prirodzená objemová hmotnosť:	$\rho_n = 2,03 - 2,29 \text{ g.cm}^{-3}$	$\rho_n = 2,10 \text{ g.cm}^{-3}$
- parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{ef} = 26 - 36^\circ$	28°

	$c_{ef} = 0 - 11 \text{ kPa}$	2 kPa
- modul pretvárnosti z DPS :	$E_{DPS} = 3,24 - 44,8 \text{ MPa}$	13 MPa

V zmysle STN 72 1001 môžeme fluviálne štrky charakterizovať ako stredne uľahnuté štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F). Pre fluviálne štrky je možné uvažovať s nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov stanovených na základe výsledkov skúšok in situ ako aj poznatkov z odbornej literatúry a skúseností z obdobného horninového prostredia:

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
- prirodzená objemová hmotnosť:	$\rho_n = 2,00 - 2,20 \text{ g.cm}^{-3}$	$\rho_n = 2,10 \text{ g.cm}^{-3}$
- parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{ef} = 28 - 40^\circ$	33°
	$c_{ef} = 0 - 6 \text{ kPa}$	0 kPa
- modul pretvárnosti z DPS :	$E_{DPS} = 34,5 - 329,6 \text{ MPa}$	95 MPa

Z hydrogeologického hľadiska majú význam trvalo zvodnené fluviálne štrkové náplavy s voľnou hladinou podzemnej vody v hĺbke 4,3 m p. t až 5,3 m p.t.. Hladina podzemnej vody v údolnej nive Hornádu je v hydraulikej spojitosti s povrchovým tokom, čo pri vyšších vodných stavoch spôsobuje zvýšenie hladiny podzemnej vody v území.

Koeficient filtrácie fluviálnych štrkov vypočítaný z kriviek zrnitosti dosahuje hodnoty $k_f = 1,44 \cdot 10^{-4} - 4,81 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$, v priemere $k_f = 1,06 \cdot 10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$, čo charakterizuje súdržné zeminy triedou priepustnosti I v zmysle klasifikácie priepustnosti podľa Jetela (1982), t.j. ako horninové prostredie **veľmi silno priepustné**.

Prehľad vhodnosti zemín fluviálnych sedimentov do násypov a podložia násypov, ako aj namŕzavosť v zmysle STN 73 6133: Stavba ciest, teleso pozemných komunikácií je uvedený v tabuľke 12.

2.2 Hydrogeochemické zhodnotenie

Cieľom inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu v lokalite úseku UČS 17 električkovej trate bolo zhodnotiť chemické vlastnosti podzemných vôd, zemín, overiť ich korózne účinky na betón a oceľ uloženú v pôde a vode. Zároveň bolo cieľom orientačne overiť potenciálne znečistenie horninového prostredia v danej lokalite. Na splnenie uvedeného cieľa boli realizované vzorkovacie práce a laboratórne práce chémie vôd a chémie zemín v nasledovnom rozsahu :

- 3 ks vzoriek podzemných vôd;
- 3 ks vzoriek zeminy na vodný výluh;

Prehľad všetkých analyzovaných vzoriek podzemných vôd a výluhov zemín je uvedený v nasledujúcej tabuľke 9. Protokoly o skúškach chémie vôd a zemín sú v prílohe 5.2

Tabuľka 9 Prehľad analyzovaných vzoriek podzemných vôd a výluhov zemín

Geologické dielo (druh vzorky, hĺbka)	Číslo protokolu	Dátum odberu
UČS17-02(podzemná voda)	5319/2021	5.5.2021
UČS17-02 (výluh 5,0-5,1m)	5320/2021	5.5.2021
UČS17-05 (podzemná voda)	4734/2021	22.4.2021
UČS17-05 (výluh 4,9-5,0m)	4737/2021	22.4.2021
UČS17-09 (podzemná voda)	4735/2021	19.4.2021
UČS17-09 (výluh 8,0-8,1m)	4738/2021	19.4.2021

Metodika hydrogeochemických prác

Vzorky podzemnej vody boli odobraté podľa odporúčaní normy STN ISO 5567-11 Kvalita vody, odber vzoriek, časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd. Terénne merania boli vykonávané prenosným multiparametrom Hach Lange HQ40. Pred odberom vzorky vody boli zisťované základne parametre vody:

- elektrická vodivosť;
- reakcia vody pH;
- teplota vody;

Odobraté vzorky boli v prenosných boxoch s ochladením transportované do akreditovaného laboratória INGEO-ENVILAB, s. r. o, Divízie chémie a mikrobiológie v Žiline. Odobraté vzorky podzemných vôd a zemín boli analyzované v rozsahu základného fyzikálno-chemického rozboru, rozšíreného o stanovenia agresívnych vlastností vôd na ich styku so základovými betónmi a železnými materiálmi.

Agresívne vlastnosti podzemnej vody a agresívne vlastnosti zemín na betón boli posudzované podľa hodnotiacej normy **STN EN 206:2013+A1:2017** – Betón, Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda. Chemická charakteristika hodnotených vzoriek vôd pre posúdenie ich agresívnych chemických vlastností na betón je hodnotená podľa limitných hodnôt normy:

- obsahu iónov SO_4^{2-} ;
- reakcie vody pH;
- obsahu agresívneho CO_2 na vápno výpočtom podľa Tillmansa alebo Heyerovou skúškou;
- obsahu iónov NH_4^+ ;
- obsahu iónov Mg^{2+} .

Chemická charakteristika hodnotených vzoriek zemín pre posúdenie ich agresívnych chemických vlastností na betón je hodnotená podľa limitných hodnôt normy:

- obsahu iónov SO_4^{2-} ;
- kyslosť (ml/kg).

Korozívne vlastnosti kvapalného prostredia na kovové potrubia, oceľ uloženú v pôde a vode boli posudzované podľa tab. 2 hodnotiacej normy **STN 03 8372** – Zásady ochrany proti korózii nelíniových zariadení uložených v zemi alebo vo vode zo dňa 2. 2. 1977. Chemická charakteristika hodnotených vzoriek vôd pre posúdenie agresívnych vlastností vôd na kovové potrubia je hodnotená podľa limitných hodnôt normy:

- reakcia vody pH;
- súčet obsahu iónov Cl^- a SO_4^{2-} ;
- obsah agresívneho CO_2 na železo.

Chemická charakteristika hodnotených vzoriek zemín pre posúdenie agresívnych vlastností vôd na kovové potrubia je hodnotená podľa limitných hodnôt normy:

- obsahu celkovej síry (%);
- obsah Cl (%).
-

Klasifikácia podzemných vôd

Chemické zloženie podzemných vôd je podmienené najmä charakterom horninového prostredia, typom priepustnosti, dĺžkou obehu podzemnej vody v horninovom prostredí. Hodnotené územie sa vyznačuje pestrým zastúpením litologických typov hornín.

Podľa chemickej klasifikácie (Gazda, 1971) patrí podzemná voda k nasledovným chemickým typom:

- základný nevýrazný kalcium - bikarbonátový: UČS17-02, UČS17-05
- zmiešaný s prevahou natrium kalcium – bikarbonátový chloridový: UČS17-09

Podľa reakcie vody pH sú podzemné vody :

- neutrálne : UČS17-02, UČS17-05, UČS17-09

Agresívne vlastností podzemných vôd

Analýzovaná vzorka podzemnej vody z vrtu **UČS17-02** tvorí podľa svojho chemického zloženia kvapalnú **prostredie bez nebezpečenstva korózie alebo porušenia betónu vplyvom chemického pôsobenia podzemnej vody (STN EN 206:2013 + A2:2017)**. Avšak podľa mernej elektrickej vodivosti (tabuľka 1 normy STN 03 8372) tvorí **prostredie s veľmi vysokou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity IV** a podľa spoločného obsahu chloridov a síranov (tabuľka 2 normy STN 03 8372) tvorí taktiež **prostredie s veľmi vysokou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity IV**. Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 v prostredí so zvýšenou a veľmi vysokou agresivitou na oceľ so stupňom koróznej agresivity III a IV použiť **zosilnenú izoláciu**.

Analýzovaná vzorka podzemnej vody z vrtu **UČS17-05** tvorí podľa svojho chemického zloženia kvapalnú **prostredie bez nebezpečenstva korózie alebo porušenia betónu vplyvom chemického pôsobenia podzemnej vody (STN EN 206:2013 + A1:2017)**. Avšak podľa mernej elektrickej vodivosti (tabuľka 1 normy STN 03 8372) tvorí **prostredie s veľmi vysokou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity IV** a podľa spoločného obsahu chloridov a síranov (tabuľka 2 normy STN 03 8372) tvorí taktiež **prostredie so strednou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity II**. Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 v prostredí so zvýšenou a veľmi vysokou agresivitou na oceľ so stupňom koróznej agresivity III a IV použiť **zosilnenú izoláciu**.

Analýzovaná vzorka podzemnej vody z vrtu **UČS17-09** tvorí podľa svojho chemického zloženia kvapalnú **prostredie bez nebezpečenstva korózie alebo porušenia betónu vplyvom chemického pôsobenia podzemnej vody (STN EN 206:2013 + A1:2017)**. Avšak podľa mernej elektrickej vodivosti (tabuľka 1 normy STN 03 8372) tvorí **prostredie s veľmi vysokou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity IV** a podľa spoločného obsahu chloridov a síranov (tabuľka 2 normy STN 03 8372) tvorí taktiež **prostredie so zvýšenou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity III**. Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 v prostredí so zvýšenou a veľmi vysokou agresivitou na oceľ so stupňom koróznej agresivity III a IV použiť **zosilnenú izoláciu**.

Laboratórne stanovené obsahy hodnotiacich ukazovateľov koróznej agresivity na oceľ porovnané s medznými hodnotami normy sú spracované v tabuľke 10.

Tabuľka 10 Prehľad stanovených ukazovateľov agresívnych vlastností podzemných vôd na oceľ podľa STN 03 8372 (tab. 1 a tab. 2 hodnotiacej normy) a na betón podľa STN EN 206:2013 + A1:2017

Vrt	merná elektrická vodivosť	pH	Mg	Cl ⁻	NH ₄	SO ₄ ²⁻	SO ₄ ²⁻ +Cl ⁻	agresívny CO ₂ na železo / betón	agresivita prostredia na železo - stupeň agresivity STN 03 8372 (tabuľka1)	agresivita prostredia na železo - stupeň agresivity STN 03 8372 (tabuľka2)	agresivita prostredia na betón - stupeň agresivity STN EN 206: 2013 + A1: 2017
	μS.cm ⁻¹								mg.l ⁻¹		
UČS17-02	1120	7,44	39,6	109	0,04	88,9	197,9	0,00 / 0,00	veľmi vysoká IV. stupeň	veľmi vysoká IV. stupeň	bez chemického pôsobenia
UČS17-05	897	7,54	31,6	74,5	<0,02	55,8	130,3	0,00 / 0,00	veľmi vysoká IV. stupeň	stredná II. stupeň	bez chemického pôsobenia
UČS17-09	1420	7,49	49,1	213	0,64	74,5	287,5	0,00 / 0,00	veľmi vysoká IV. stupeň	zvýšená III. stupeň	bez chemického pôsobenia

Zhodnotenie agresívnych vlastností zemín

Z výsledkov stanovení hodnotiacich ukazovateľov agresívnych vlastností prostredia na betón – obsahu síranov SO₄²⁻ a kyslosti vo vzorke zeminy z vrtu **UČS17-02** v hĺbke odberu 5,0-5,1 m vyplýva, že štrk fluvialny s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F) tvorí pre betón **slabo agresívne chemické**

prostredie (STN EN 206:2013 + A1:2017). Z výsledku laboratórnych stanovení hodnotiacich ukazovateľov koróznej agresivity zemín na ocel' – obsahov percentuálneho zastúpenia chloridov a celkovej síry vo vzorke zeminy z vrtu UČS17-02 v hĺbke odberu 5,0-5,1 m vyplýva, že štrk fluvialny s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F) **tvorí prostredie s veľmi nízkou chemickou agresivitou na ocel' so stupňom koróznej agresivity I.** Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 v prostredí s veľmi nízkou agresivitou na ocel' so stupňom koróznej agresivity I. použiť **normálnu izoláciu.**

Z výsledkov stanovení hodnotiacich ukazovateľov agresívnych vlastností prostredia na betón – obsahu síranov SO_4^{2-} a kyslosti vo vzorke zeminy z vrtu **UČS17-05** v hĺbke odberu 4,9-5,0 m vyplýva, že štrk fluvialny s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F) tvorí pre betón **slabo agresívne chemické prostredie (STN EN 206:2013 + A1:2017).** Z výsledku laboratórnych stanovení hodnotiacich ukazovateľov koróznej agresivity zemín na ocel' – obsahov percentuálneho zastúpenia chloridov a celkovej síry vo vzorke zeminy z vrtu UČS17-05 v hĺbke odberu 4,9-5,0 m vyplýva, že štrk fluvialny s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F) tvorí **prostredie s veľmi nízkou chemickou agresivitou na ocel' so stupňom koróznej agresivity I.** Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 v prostredí s veľmi nízkou agresivitou na ocel' so stupňom koróznej agresivity I. použiť **normálnu izoláciu.**

Z výsledkov stanovení hodnotiacich ukazovateľov agresívnych vlastností prostredia na betón – obsahu síranov SO_4^{2-} a kyslosti vo vzorke zeminy z vrtu **UČS17-09** v hĺbke odberu 8,0-8,1 m vyplýva, že štrk fluvialny s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F) tvorí **pre betón slabo agresívne chemické prostredie (STN EN 206:2013 + A1:2017).** Z výsledku laboratórnych stanovení hodnotiacich ukazovateľov koróznej agresivity zemín na ocel' – obsahov percentuálneho zastúpenia chloridov a celkovej síry vo vzorke zeminy z vrtu UČS17-09 v hĺbke odberu 8,0-8,1 m vyplýva, že štrk fluvialny s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F) tvorí **prostredie s veľmi nízkou chemickou agresivitou na ocel' so stupňom koróznej agresivity I.** Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 v prostredí s veľmi nízkou agresivitou na ocel' so stupňom koróznej agresivity I. použiť **normálnu izoláciu.**

Prehľad hodnotenia chemického pôsobenia zemín na betóna na ocel' je uvedený v tabuľke 11.

Tabuľka 11 Stupeň chemického pôsobenia zemín na betón a korózneho pôsobenia zemín na ocel'

Geologické dielo (hĺbka odberu)	obsah Cl^-	obsah celk. síry	obsah SO_4^{2-}	kyslosť zemín	STN EN 206: 2013 + A1: 2017 (chemický účinok na betón)	STN 03 8372 (agresivita na kovové materiály)
	%		mg/kg suš	ml/kg		
UČS17-02 (5,0-5,1m)	0,002	0,04	127,0	<2	slabo agresívne chemické prostredie (XA1)	veľmi nízka I. stupeň
UČS17-05 (4,9-5,0m)	<0,002	0,05	100,0	<2	slabo agresívne chemické prostredie (XA1)	veľmi nízka I. stupeň
UČS17-09 (8,0-8,1m)	0,003	0,05	246,0	<2	slabo agresívne chemické prostredie (XA1)	veľmi nízka I. stupeň

2.3 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery územia úseku UČS 17

Na základe výsledkov inžinierskogeologického prieskumu sme územie električkovej trate úseku UČS 17 dĺžky 3,274 km rozdelili na 6 charakteristických úsekov, ktoré majú rovnaké inžinierskogeologické a geotechnické vlastnosti. Medzi kritéria členenia trate patrí aj morfológia trate, konštrukcia koľajového zvršku, objektová skladba a zistené geotechnických vlastností zvršku električkovej trate a jej podložia.

Ide o nasledujúce charakteristické úseky v km osi električkovej trate, ktoré v ďalších podkapitolách podrobne popisujeme:

- km 0,000 – 0,170
- km 0,170 – 0,800
- km 0,790 – 0,990
- km 0,990 – 1,370
- km 1,370 – 1,800
- km 1,800 – 3,274

2.3.1 Km 0,000 – 0,170 osi električkovej trate úseku UČS 17

Krátky úsek električkovej trate v km 0,000-0,170 vedie v úrovni terénu a je tvorený otvorenou konštrukciou s koľajnicami na betónových podvaloch, so štrkodrvou do výšky spodnej hrany hlavy koľajnice (Obrázok 4 a 5). Úsek bol preskúmaný geologickými dielami UČS17-22, SZS17-01 a DPS17-01 a doplnený prevzatými vrtmi (Príloha 2.1 a 3.1).

Koľajový zvršok a podkladové vrstvy sú budované zo štrkodry (G2/GPY). V úrovni nad spodnou hranou podvalov je koľajové kamenivo znečistene jemnozrnným materiálom a má charakter štrku ílovitého, lokálne až ílu štrkovitého (G5/GCY, F2/CGY). Od spodnej hrany podvalov do hĺbky 0,75 – 0,9 m sa nachádza podkladová vrstva charakteru štrku zle zrneného (G2/GPY) a do hĺbky 1,4 m zo štrku s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-FY). Štrky sú stredne uľahnuté. Pre kamenivo z ktorého je budovaný železničný zvršok a podkladové vrstvy odporúčame uvažovať s odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 65$ MPa.

V úrovni **budúcej zemnej pláne** bola kopanou sondou pre statickú zaťažovaciu skúšku zachytená navážka tvorená štrkom s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-FY). V zmysle STN 6133 ide o nenamfzavú zemínu. V hĺbke 1,1 m bol stanovený redukovaný modul pretvárnosti $E_{or} = 85,7$ MPa. V úseku bola realizovaná aj sonda dynamickej penetrácie DPS17-01 tá v úrovni od 1,0 do 1,6 m taktiež detegovala vrstvu navážky charakteru štrkov s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-FY) s prechodom do fluviálnych pieskov až ílov s odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 52,3$ MPa. Je nutné upozorniť, že pri absencii štrkovej navážky je nutné uvažovať s klesajúcim odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 10$ MPa.

Z výsledkov statických zaťažovacích skúšok vyplynulo, že únosnosť budúcej zemnej pláne v popisovanom úseku ov zmysle TNŽ 73 6312 pre rýchlostné pásmo RP1 (rýchlosť ≤ 60 km/h) bude vyhovovať.

Podložie trate tvoria od cca 1,4 m do hĺbky 4,7-4,8 m fluviálne íly piesčité (F4/CS) a íly so strednou plasticitou (F6/CI), tuhej konzistencie, s preplástkami stredne uľahnutého piesku ílovitého (S5/SC). Do hĺbky realizovaných diel 6,0 m boli pod ílmi overené štrkopiesčité sedimenty (G3/G-F, S3/S-F), ktoré podľa archívnych diel siahajú až do hĺbky 15 m. Parametre fluviálnych sedimentov sú uvedené v kapitole 2.1.

Hladina podzemnej vody v čase prieskumu nebola zistená do hĺbky 6 m.

V zmysle TNŽ 73 6312 z hľadiska vodného režimu sú na hodnotenom úseku priaznivé pomery. Dovoľená hrúbka premrznutia zemnej pláne pre rýchlostné pásmo RP1 a nenamfzavé zeminy dosahuje pri priaznivom vodnom režime hodnotu $h_{z,dov} > 0,70$ m.



Obrázok 4 Začiatok úseku UČS 17 pod cestným nadjazdom



Obrázok 5 Koľajový zvršok tvorený otvorenou konštrukciou s koľajnicami na betónových podvaloch

2.3.2 Km 0,170 – 0,800 osi električkovej trate úseku UČS 17

Úsek električkovej trate v km 0,170-0,800 je vedený v násype, ktorý tvorí nájazd na mostný objekt preklenujúci železničnú trať. Úsek premostenia je budovaný otvorenou konštrukciou s koľajnicami na betónových podvaloch, so štrkodrvou do výšky spodnej hrany hlavy koľajnice (Obrázok 6 až 11).

Úsek bol preskúmaný jadrovými vrtmi UČS17-01, UČS17-02, UČS17-11 až UČS17-13, sondami dynamickej penetrácie DPS17-02 až DPS17-07 a kopanými sondami SZS17-02 až SZS17-06 do hĺbky 1,1 m, doplnené prevzatými vrtmi (Príloha 2.1 a 3.1).

Koľajový zvršok a podkladové vrstvy sú na celom úseku budované štrkodrvou (G2/GPY), lokálne znečistenou jemnozrnným materiálom a majú charakter štrku ílovitého, lokálne až ílu štrkovitého (G5/GCY, F2/CGY). Od spodnej hrany podvalov do hĺbky 0,55 – 1,1 m sa nachádza podkladová vrstva, ktorá mení charakter od štrku ílovitého (G5/GCY), štrku s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-FY), štrku zle zrneného (G2/GPY) až na íl štrkovitý (F2/CGY). Pre kamenivo z ktorého je budovaný železničný zvršok a podkladové vrstvy odporúčame uvažovať s odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 65 \text{ MPa}$.

V úrovni **budúcej zemnej pláne** boli otestované statickými zaťažovacími skúškami štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-FY) a štrky ílovité (G5/GCY) a na konci úseku íly piesčité (F4/CSY) tvrdej konzistencie. Statické zaťažovacie skúšky SZS17-04, SZS17-05, SZS17-06 nebolo možné realizovať v hĺbke 1,1 m pod TK. Pri výkope sond v úzkom priestore (šírka 0,4 m) medzi podvalmi dochádzalo k opakovanému vypadávaniu kameniva z koľajového zvršku a podkladných vrstiev. Skúška bola preto realizovaná v hĺbke 0,9 m. V hĺbke 0,9-1,1 m bol stanovený redukovaný modul pretvárnosti $E_{or} = 35,7 - 149,9 \text{ MPa}$ s odporúčanou hodnotou $E_{or} = 85 \text{ MPa}$. Zo sond dynamickej penetrácie realizovaných v popisovanom úseku bol stanovený odvodený modul pretvárnosti v hĺbke od 1,0 do 1,6 m v rozmedzí $E_{DPS} = 15,2 - 22,8 \text{ MPa}$ s odporúčanou hodnotou $E_{DPS} = 16 \text{ MPa}$. V úseku je jasný trend znižovania deformačných parametrov smerom do hĺbky.

Z výsledkov statických zaťažovacích skúšok vyplynulo, že únosnosť budúcej zemnej pláne v popisovanom úseku v zmysle TNŽ 73 6312 pre rýchlostné pásmo RP1 (rýchlosť $\leq 60 \text{ km/h}$) bude vyhovovať. Avšak modul pretvárnosti pre hĺbkový interval 1,0 – 1,6 m stanovený zo sond dynamickej penetrácie je len tesne nad požadovaným statickým modulom pretvorenia zemnej pláne $E_{op} > 15 \text{ MPa}$.

Výška **násypu**, na ktorom je budovaná električková trať, dosahuje 1,5 m až 9,5 m. Násyp má heterogénne zloženie, budovaný je ílom piesčitým, (F4/CSY) ílom so strednou a vysokou plasticitou (F6/CIY, F8/CHY), ílom štrkovitým (F2/CGY), s polohami piesku ílovitého (S5/SCY), piesku s prímiesou

jemnozrnnnej zeminy (S3/S-FY) a štrku siltovitého (G4/GMY). V jemnozrnných zeminách bolo senzoricky zaznamenané znečistenie materiálu ropnými látkami (UČS-12). V podloží násypu boli zistené tuho-mäkké polohy (UČS17-11, UČS17-12). Íly sú pevnej konzistencie, piesky stredne až veľmi uľahnuté ($I_c = 0,67-1,29$, $I_D = 0,37-1,00$) s odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 4,2 - 61,4$ MPa s odporúčanou hodnotou $E_{DPS} = 11$ MPa. Podložie násypu je budované fluvialnými náplavovými sedimentami.

Pre zistenie základových pomerov **mostného objektu**, ktorým sa v popisovanom úseku preklenuje železničná trať boli realizované jadrové vrty UČS17-01 a UČS17-02 do hĺbky 6-9 m a sondy dynamickej penetrácie DPS17-04 a DPS17-05 do hĺbky 6 m. V čase realizácie prieskumu neboli dodané žiadne technické podklady k danému mostnému objektu. Pod navážkou hrúbky 1,3-1,4 m sa do hĺbky 2,55-3,5 m nachádzajú fluvialne íly piesčité (F4/CS), íly so strednou plasticitou (F6/CI) a íly štrkovité (F2/CG), prevažne pevnej konzistencie, s prímiesou štrku. Odvodený modul pretvárnosti pre vrstvu fluvialných ílov odporúčame uvažovať $E_{DPS} = 10$ MPa.

V podloží ílov boli do hĺbky 9 m overené štrky ílovité (G5/GC), štrky s prímiesou jemnozrnnnej zeminy (G3/G-F), tvorené zaoblenými, pevnými, zdravými valúnami pestrej petrografickej skladby veľkosti do 6-12 cm, obsahu 60-80 %. Štrkové sedimenty sú prevrstvené pieskom ílovitým (S5/SC) a štrkom s prímiesou jemnozrnnnej zeminy (S3/S-F). Odvodený modul pre štrky je možné uvažovať s $E_{DPS} = 70$ MPa, pre polohy pieskov s odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 11$ MPa.

Hladina podzemnej vody v čase prieskumu bola v hĺbke 5-6 m p. t. (193,88-193,90 m n. m.). Analyzovaná vzorka podzemnej vody z vrtu UČS17-02 tvorí podľa svojho chemického zloženia kvapalnú prostredie bez nebezpečenstva korózie alebo porušenia betónu vplyvom chemického pôsobenia podzemnej vody (STN EN 206-1:2017). Avšak podľa mernej elektrickej vodivosti (tabuľka 1 normy STN 03 8372) tvorí prostredie s veľmi vysokou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity IV a podľa spoločného obsahu chloridov a síranov (tabuľka 2 normy STN 03 8372) tvorí taktiež prostredie s veľmi vysokou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity IV.

V zmysle TNŽ 73 6312 z hľadiska **vodného režimu** sú na hodnotenom úseku priaznivé pomery. Dovoľená hrúbka premrznutia zemnej pláne pre rýchlostné pásma RP1 pri mierne namŕzavých a nenamŕzavých zeminách dosahuje pri priaznivom vodnom režime hodnotu $h_{z,dov} = 0,70$ m. Len na konci úseku boli v SZS17-06 zistené nebezpečne namŕzavé zeminy (F4/CS), kde prípustná hĺbka premŕzania zemnej pláne má hodnotu $h_{z,dov} = 0,50$ m.



Obrázok 6 Kopaná sonda pred mostom nad železnicou



Obrázok 7 Kopaná sonda medzi podvalmi pre statická zaťažovaciu skúšku



Obrázok 8 Koľajové kamenivo a podkladová štrková vrstva



Obrázok 9 Zasypávanie sondy kamenivom počas výkopových prác



Obrázok 10 Koniec charakteristického úseku trate



Obrázok 11 Násypový materiál zachytený vrtom UČS17-12

2.3.3 Km 0,800 – 0,990 osi električkovej trate úseku UČS 17

Úsek električkovej trate v km 0,800-0,990 osi trate vedie v úrovni terénu a je tvorený otvorenou konštrukciou s koľajnicami na betónových podvaloch, so štrkodrvou do výšky spodnej hrany hlavy koľajnice (Obrázok 12 a 13). Úsek bol preskúmaný geologickými dielami UČS17-14, DPS17-08 až DPS17-10, SZS17-07 a SZS17-08 (Príloha 2.1 a 3.2).

Koľajový zvršok a podkladové vrstvy sú na celom úseku budované štrkodrvou (G2/GPY), prevažne znečistenou jemnozrnným materiálom a má charakter štrku ílovitého, lokálne až ílu štrkovitého (G5/GCY, F2/CGY). Od spodnej hrany podvalov do hĺbky 0,8-1,1 m sa nachádza podkladová vrstva, ktorá má charakter štrku ílovitého (G5/GCY) až štrku s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-FY). V kopaných sondách bola v hĺbke 0,5-0,75 m zaznamenaná separačná geotextília. V mieste vrtu UČS17-14 pokračuje navážka do hĺbky 1,7 m a tvorí ju suť ílovito-kamenitá (G5/GCY) s ostrohrannými úlomkami, štrkom a úlomkami tehly. Pre kamenivo z ktorého je budovaný železničný zvršok, resp. časť nad spodnou hranou podvalov odporúčame uvažovať odvodený modul pretvárnosti $E_{DPS} = 25 \text{ MPa}$ a pre podkladové vrstvy odporúčame uvažovať s odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 80 \text{ MPa}$.

V úrovni **budúcej zemnej pláne** boli otestované statickými zaťažovacími skúškami štrky ílovité (G5/GCY). Statické zaťažovacie skúšky SZS17-07 a SZS17-08 nebolo možné realizovať v hĺbke 1,1 m pod TK. Pri výkope sond v úzkom priestore (šírka 0,4 m) medzi podvalmi dochádzalo k opakovanému

vypadávaníu kameniva z koľajového zvršku a podkladných vrstiev. Skúška bola preto realizovaná v hĺbke 0,9 m. V hĺbke 0,9 m bol stanovený redukovaný modul pretvárnosti $E_{or} = 84,75$ MPa. V úseku boli realizované sondy dynamickej penetrácie DPS17-08 až DPS17-10, ktorými bol stanovený odvodený modul pretvárnosti v hĺbke od 1,0 do 1,6 m v rozmedzí $E_{DPS} = 4,96 - 8,46$ MPa s odporúčanou hodnotou $E_{DPS} = 7$ MPa.

Z výsledkov statických zaťažovacích skúšok vyplynulo, že únosnosť budúcej zemnej pláne v popisovanom úseku v zmysle TNŽ 73 6312 pre rýchlostné pásmo RP1 (rýchlosť ≤ 60 km/h) bude vyhovovať. Avšak modul pretvárnosti pre hĺbkový interval 1,0 – 1,6 m stanovený zo sond dynamickej penetrácie nevyhovuje požadovanému statickému modulu pretvorenia zemnej pláne $E_{op} > 15$ MPa.

Podložie električkovej trate tvoria do hĺbky 2,15-2,7 m až 3,3 m fluviálne íly piesčité (F4/CS) tuhej konzistencie, prevrstvené uľahnutým pieskom ílovitým (S5/SC). Do hĺbky 6-7 m boli overené na povrchu štrky ílovité (G5/GC) a hlbšie štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-F) a piesky s prímiesou jemnozrnnej zeminy (S3/S-F). Parametre fluviálnych sedimentov sú uvedené v kapitole 2.1.

V zmysle TNŽ 73 6312 z hľadiska **vodného režimu** sú na hodnotenom úseku **priaznivé pomery**. Dovoľená hrúbka premrznutia zemnej pláne pre rýchlostné pásmo RP1 a mierne namŕzavé zeminy dosahuje pri priaznivom vodnom režime hodnotu $h_{z,dov} = 0,70$ m. Hladina podzemnej vody zistená vrtom v hĺbke 5,5 m p.t.



Obrázok 12 Koniec úseku s otvoreným koľajovým zvrškom pred zastávkou Levočská, miesto sondy SZS17-08



Obrázok 13 Kopaná sonda SZS17-07 pre statickú zaťažovaciu skúšku

2.3.4 Km 0,990 – 1,370 osi električkovej trate úseku UČS 17

Na úseku km 0,990 – 1,370 je konštrukcia koľajového zvršku tvorená panelmi BKV s blokovými koľajnicami (Obrázok 14 až 17). V km 1,000-1,015 sa nachádza zastávka Levočská, ktorá je umiestnená symetricky s dĺžkou nástupíšť 50 m. Na konci nástupíšť sú po oboch stranách uzatvorené objekty schodísk podchodu. Povrch nástupíšťa je tvorený liatym asfaltom. Na úseku sa nachádza úrovňové križovanie s cestnou komunikáciou - ul. Levočská.

Úsek električkovej trate bol preskúšaný jadrovými vrtmi UČS17-03, UČS17-15, UČS17-16, sondami dynamickej penetrácie DPS17-11 až DPS17-14 do hĺbky 6 m a kopanými sondami SZS17-09 až SZS17-12 pri okrajoch koľají do hĺbky 1,1 m, prevzaté boli aj archívne diela (Príloha 2.2 a 3.2).

Koľajový zvršk a podkladové vrstvy sú na celom úseku budované panelmi BKV s blokovými koľajnicami, uloženými na vrstve asfaltobetónu hrúbky 10-15 cm. Podkladovú štrkovú vrstvu do hĺbky cca 0,9 m tvorí štrk dobre aj zle zrnený (G1/GWY, G2/GPY) s odporúčaným odvodeným modulom

pretvárnosti $E_{DPS} = 180 \text{ MPa}$. Podľa geologickej dokumentácie vrtov a sond môže navážka pod podkladovou vrstvou siahať až do hĺbky 1,3-1,5 m, kde má charakter sute ílovito-kamenitej až kamenito – ílovitej (F2/CGY, G5/GCY) tvorenej štrkom aj ostrohrannými úlomkami až ílom piesčitým (F4/CSY) s úlomkami, štrkom a organickou prísadou. Túto vrstvu nie je možné jednoznačne prisúdiť antropogénnym zeminám. Môže sa jednať o premiešaný materiál počas výstavby v úrovni zemnej pláne. V úseku km 1,270-1,350 sa podľa geologickej dokumentácie vrtu UČS17-16 pod podkladovou vrstvou do hĺbky 2,3 m vyskytuje navážka charakteru piesčito-kamenitej sute (G3/G-FY), tvorená premiešaným materiálom ostrohranných úlomkov a štrku. Výskyt navážky je možné vysvetliť vylepšením vlastností podložínych fluvialnych ílov počas výstavby, ktoré sa vyskytujú až do hĺbky 4,5 m a obsahujú tuho-mäkké polohy.

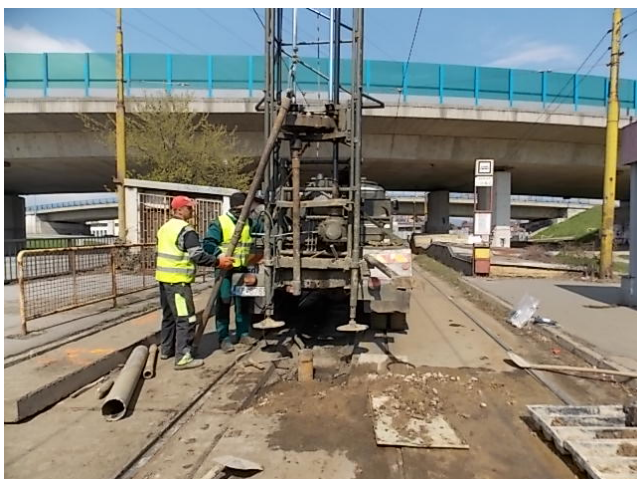
Podľa geologickej dokumentácie vrtov a sond môže lokálne navážka pod podkladovou vrstvou siahať až do hĺbky 1,3-1,5 m, kde má charakter sute ílovito-kamenitej (F2/CGY) tvorenej štrkom aj ostrohrannými úlomkami, alebo ílom piesčitým (F4/CSY) s úlomkami, štrkom a organickou prísadou. Túto vrstvu nie je možné jednoznačne prisúdiť antropogénnym zeminám. Môže sa jednať o premiešaný materiál v úrovni plánovanej zemnej pláne. Sondami DPS bol stanovený odvodený modul pretvárnosti $E_{DPS} = 6,2 - 49,8 \text{ MPa}$ s odporúčanou hodnotou $E_{DPS} = 25 \text{ MPa}$.

V úrovni **budúcej zemnej pláne** boli otestované statickými zaťažovacími skúškami íly štrkovité, piesčité až íly so strednou plasticitou (F2/CG, F4/CS, F6/CI), pevnej konzistencie so slabou prísadou organických látok (1,2 % v SZS17-11). Statickú zaťažovaciu skúšku SZS17-09 nebolo možné realizovať v hĺbke 1,1 m pod TK. Pri výkope sond dochádzalo k opakovanému vypadávaniu kameniva z podkladných vrstiev. Skúška bola preto realizovaná v hĺbke 0,9 m. V hĺbke 0,9 -1,1 m bol stanovený redukovaný modul pretvárnosti $E_{or} = 8,04-57,04 \text{ MPa}$ s odporúčanou hodnotou $E_{or} = 30 \text{ MPa}$. V úseku boli realizované sondy dynamickej penetrácie DPS17-11 až DPS17-14, ktorými bol stanovený odvodený modul pretvárnosti v hĺbke od 1,0 do 1,6 m v rozmedzí $E_{DPS} = 2,97 - 38,88 \text{ MPa}$ s odporúčanou hodnotou $E_{DPS} = 8 \text{ MPa}$.

Z výsledkov statických zaťažovacích skúšok vyplynulo, že únosnosť budúcej zemnej pláne v popisovanom úseku ov zmysle TNŽ 73 6312 pre rýchlostné pásmo RP1 (rýchlosť $\leq 60 \text{ km/h}$) bude vyhovovať. Avšak modul pretvárnosti pre hĺbkový interval 1,0 – 1,6 m stanovený zo sond dynamickej penetrácie nevyhovuje požadovanému statickému modulu pretvorenia zemnej pláne $E_{op} > 15 \text{ MPa}$.

Podložie električkovej trate tvorí nepravidelná vrstva (hrúbky 0,25-0,8 m) ílu so strednou plasticitou (F6/CI) tuhej konzistencie s prísadou organických látok obsahu 1,6 % a ílu piesčitého (F4/CS) mäkkej konzistencie. Pod ílmi bola do hĺbky 3,6-4,3 m zistená mocná poloha stredne uľahnutého až kypného piesku zle zrneného (S2/SP) a piesku s prísadou jemnozrnej zeminy (S3/S-F). Do hĺbky 6 m boli overené štrky zle zrnené (G2/GP), štrky s prísadou jemnozrnej zeminy a štrky siltovité (G4/GM) s prepláskami piesku s prísadou jemnozrnej zeminy (S3/S-F). Fluvialne štrky sú stredne uľahnuté až uľahnuté. Parametre fluvialnych sedimentov sú uvedené v kapitole 2.1.

V zmysle TNŽ 73 6312 z hľadiska **vodného režimu** sú na hodnotenom úseku **priaznivé pomery**. V celom úseku prevládajú v úrovni zemnej pláne nebezpečne namfzavé zeminy. Dovoľená hrúbka premrznutia zemnej pláne pre rýchlostné pásmo RP1 dosahuje pri priaznivom vodnom režime hodnotu **$h_{z,dov} = 0,50 \text{ m}$** . Hladina podzemnej vody zistená vrtmi v hĺbke 5,2 až 5,5 m p.t.



Obrázok 14 Jadrový vrt UČS17-03 v mieste stredového panela



Obrázok 15 Kopaná sonda SZS17-11 pre statickú zaťažovaciu skúšku



Obrázok 16 Kopaná sonda SZS17-10 po dočasnom odstránení stredového panela a rozbití asfaltovej vrstvy



Obrázok 17 Profil kopanej sondy SZS17-10

2.3.5 Km 1,370 – 1,800 osi električkovej trate úseku UČS 17

Na úseku km 1,370 – 1,800 električkovej trate je konštrukcia koľajového zvršku tvorená panelmi BKV s blokovými koľajnicami (Obrázok 18 až 21). V km 1,620-1,631 sa nachádza zastávka Dneperská, ktorá je umiestnená symetricky s dĺžkou nástupíšť 50 m. Na konci nástupíšť sú po oboch stranách uzatvorené objekty schodísk podchodu. Povrch nástupíšťa je tvorený liatym asfaltom. Približne 400 m od zastávky Levočská električková trať prechádza mostným objektom ponad Myslavský potok (Obrázok 22 až 23).

Úsek električkovej trate bol preskúmaný jadrovými vrtmi UČS17-04, UČS17-05, UČS17-06, UČS17-16, sondami dynamickej penetrácie DPS17-14 až DPS17-19, ktoré boli situované v miestach stredových panelov električkovej trate a kopanými sondami SZS17-13, SZS17-14 a SZS17-16 pri okrajoch koľají do hĺbky 1,1 m, prevzaté boli aj archívne diela (Prílohy 2.2 a 2.3, 3.2 a 3.3).

Koľajový zvršk a podkladové vrstvy sú na celom úseku budované panelmi BKV s blokovými koľajnicami, uloženými na vrstve asfaltobetónu hrúbky 10-15 cm. Podkladovú štrkovú vrstvu do hĺbky 0,65-1,1 m tvorí štrk ílovitý (G5/GCY), štrk zle zrnený až štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G2/GPY, G3/G-F), s odporúčaným odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 70$ MPa.



Obrázok 18 Miesto vrtanie vrtu UČS17-06 v osi trate



Obrázok 19 Vrt UČS17-16 po dočasnom odstránení stredového betónového panela



Obrázok 20 Geologický profil vrtu UČS17-16 v osi trate



Obrázok 21 Kopaná sonda SZS17-13 na okraji koľaje

V úrovni **budúcej zemnej pláne** boli otestované statickými zaťažovacími skúškami íly so strednou plasticitou až íly piesčité (F6/CI, F4/CS). V hĺbke 1,1 m bol stanovený redukovaný modul pretvárnosti $E_{or} = 11,6-22,82$ MPa s odporúčanou hodnotou $E_{or} = 15$ MPa. V úseku boli realizované sondy dynamickej penetrácie DPS17-14 až DPS17-19, ktorými bol stanovený odvodený modul pretvárnosti v hĺbke od 1,0 m do 1,6 m v rozmedzí $E_{DPS} = 4,63 - 14,55$ MPa s odporúčanou hodnotou $E_{DPS} = 9,5$ MPa.

Z výsledkov statických zaťažovacích skúšok vyplynulo, že únosnosť budúcej zemnej pláne v popisovanom úseku ov zmysle TNŽ 73 6312 pre rýchlostné pásmo RP1 (rýchlosť ≤ 60 km/h) bude vyhovovať. Avšak modul pretvárnosti pre hĺbkový interval 1,0 – 1,6 m stanovený zo sond dynamickej penetrácie nevyhovuje požadovanému statickému modulu pretvorenia zemnej pláne $E_{op} > 15$ MPa.

Podložie električkovej trate tvoria fluviálne íly hrúbky od 0,4 m do 1,7 m až 2,6 m, max. 3,6 m. Fluviálne íly majú charakter ílu a siltu piesčitého (F4/CS, F3/MS), ílu so strednou plasticitou (F6/CI) a ílu štrkovitého (F2/CG), tuho-pevnej konzistencie, miestami s mäkkými polohami. Vo vrstve ílov boli zaznamenané piesky ílovité (S5/SC). Realizovanými geologickými dielami boli do hĺbky 9 m overené fluviálne štrky zle zrnené (G2/GP), štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F), štrky ílovité (G4/GM) s polohami piesku s prímiesou jemnozrnej zeminy (S3/S-F) a piesku zle zrneného (S2/SP). Fluviálne štrky sú stredne uľahnuté, na báze až uľahnuté. Podľa prevzatých vrtov sa fluviálne štrky vyskytujú do hĺbky 15 m. Parametre fluviálnych sedimentov sú uvedené v kapitole 2.1.

V zmysle TNŽ 73 6312 z hľadiska **vodného režimu** sú na hodnotenom úseku **priaznivé pomery**. V celom úseku boli v úrovni zemnej pláne overené nebezpečne namrzavé zeminy. Dovolená hrúbka premrznutia zemnej pláne pre rýchlostné pásmo RP1 dosahuje pri priaznivom vodnom režime hodnotu $h_{z,dov} = 0,50$ m. Hladina podzemnej vody sa v čase prieskumu nachádzala v hĺbke 5,0-5,5 m p. t., max. 4,4-4,8 m p. t.

Most ponad Myslavský potok

Pri krajných oporách mosta ponad Myslavský potok boli odvrtné vrty UČS17-04 a UČS17-05 do hĺbky 7-9 m a sondy DPS17-15 a DPS17-16 do hĺbky 7 m. Pod navážkou hrúbky 0,6-1,0 m sa do hĺbky 2,3-3,8 m vyskytujú fluviálne íly piesčité (F4/CS) a íly so strednou plasticitou (F6/CI), tuho-pevnej konzistencie, na povrchu jemne prekorenelé, s prímiesou drobného štrku a piesku. Sondami dynamickej penetrácie bol stanovený odporúčaný modul pretvárnosti $E_{DPS} = 6$ MPa. Podložie ílov je tvorené fluviálnymi pieskami a štrkami. Fluviálne štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F), štrky ílovité (G5/GC) štrky zle zrnené (G2/GP), tvorené zaoblenými, pevnými, zdravými valúnami pestrej petrografickej skladby veľkosti do 6-12 cm, obsahu 65-70 %, overené do hĺbky 7-9 m. Štrkové sedimenty sú prevrstvené pieskom zle zrneným (S2/SP). V pieskoch je odporúčame uvažovať odvodený modul pretvárnosti $E_{DPS} = 25$ MPa, v štrkoch $E_{DPS} = 90$ MPa.

Hladina podzemnej vody v čase prieskumu bola v hĺbke 5,3-5,5 m p. t.

Analyzovaná vzorka podzemnej vody z vrtu UČS17-05 tvorí podľa svojho chemického zloženia kvapalnú prostredie bez nebezpečenstva korózie alebo porušenia betónu vplyvom chemického pôsobenia podzemnej vody (STN EN 206-1:2017). Avšak podľa mernej elektrickej vodivosti (tabuľka 1 normy STN 03 8372) tvorí prostredie s veľmi vysokou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity IV a podľa spoločného obsahu chloridov a síranov (tabuľka 2 normy STN 03 8372) tvorí taktiež prostredie so strednou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity II. Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 v prostredí so zvýšenou a veľmi vysokou agresivitou na oceľ so stupňom koróznej agresivity III a IV použiť zosilnenú izoláciu.



Obrázok 22 Vrt UČS17-06 na ľavom brehu Myslavského potoka



Obrázok 23 Pohľad na električkovú trať ponad Myslavský potok

2.3.6 Km 1,800 – 3,274 osi električkovej trate úseku UČS 17

Konštrukcia koľajového zvršku električkovej trate úseku km 1,800 – 3,320 je tvorená panelmi BKV s blokovými koľajnicami (Obrázok 24 až 29). Na úseku sa nachádzajú zastávky Ladožská (km 2,199-2,210), Rovníková (km 2,592-2,602) a Važecká (km 3,149-3,174). Zastávky Ladožská a Rovníková sú umiestnené symetricky s dĺžkou nástupišť 50 m. Na začiatku nástupišť sú po oboch stranách uzatvorené objekty schodísk podchodu. Povrch nástupišťa je tvorený liatym asfaltom. Zastávka Važecká je umiestnená nesymetricky s dĺžkou nástupišť 50 m. Na konci nástupišť sú po oboch stranách uzatvorené objekty

schodísk podchodu. Povrch nástupištia je tvorený liatym asfaltom. Na hodnotenom úseku električkovej trate sa nachádza päť úrovňových križovaní s cestnými komunikáciami - ul. Dneperská, Ladožská, Rovníková, Raketová a Galaktická. Kryt trate v miestach križovaní je tvorený panelmi BKV s asfaltovým nástrekom.

Úsek električkovej trate bol preskúmaný jadrovými vrtmi UČS17-07 až UČS17-10, UČS17-17 až UČS17-21 do hĺbky 6 m a sondami dynamickej penetrácie DPS17-20 až DPS17-34, ktoré boli situované v miestach stredových panelov električkovej trate. Sondy SZS17-17 až SZS17-20, SZS17-22 až SZS17-24, SZS17-28 až SZS17-32 a SZS17-34 boli kopané pri okrajoch koľají do hĺbky 1,1 m. Kopané sondy SZS17-15, SZS17-21, SZS17-25, SZS17-26, SZS17-27, SZS17-33 nebolo možné realizovať na pôvodne navrhovaných miestach pri podchodoch z dôvodu výskytu pevného betónu. Posun kopaných sond nebol možný z dôvodu existencie podzemných inžinierskych sietí v okolí, resp. by vyžadoval opätovné vytýčenie inžinierskych sietí na nových miestach (Prílohy 2.3 a 2.4, 3.3 a 3.4).

Koľajový zvršok a podkladové vrstvy sú na celom úseku budované panelmi BKV s blokovými koľajnicami, uloženými na vrstve asfaltobetónu hrúbky 10-15 cm. Podkladovú štrkovú vrstvu do hĺbky 0,65-1,1 m tvorí štrk ílovitý (G5/GCY), štrk zle zrnený až štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G2/GPY, G3/G-F) s odporúčaným odvodeným modulom pretvárnosti $E_{DPS} = 70$ MPa.

V úrovni **budúcej zemnej pláne** boli otestované statickými zaťažovacími skúškami prevažne íly so strednou až vysokou plasticitou (F6/CI, F8/CH). V hĺbke 0,7-1,1 m bol stanovený redukovaný modul pretvárnosti $E_{or} = 4,85-60,16$ MPa s odporúčanou hodnotou $E_{or} = 19$ MPa. V úseku boli realizované sondy dynamickej penetrácie DPS17-20 až DPS17-34, ktorými bol stanovený odvodený modul pretvárnosti v hĺbke od 1,0 do 1,6 m v rozmedzí $E_{DPS} = 6,32 - 75,84$ MPa s odporúčanou hodnotou $E_{DPS} = 10$ MPa.

Z výsledkov statických zaťažovacích skúšok vyplynulo, že únosnosť budúcej zemnej pláne v popisovanom úseku v zmysle TNŽ 73 6312 pre rýchlostné pásmo RP1 (rýchlosť ≤ 60 km/h) bude vyhovovať. Avšak modul pretvárnosti pre hĺbkový interval 1,0 – 1,6 m stanovený zo sond dynamickej penetrácie nevyhovuje požadovanému statickému modulu pretvorenia zemnej pláne $E_{op} > 15$ MPa.

V km 1,800-2,060 osi električkovej trate sa podľa geologickej dokumentácie vrtov UČS17-07, UČS17-17, UČS17-18 sa pod podkladovou štrkovou vrstvou do hĺbky 2,1-2,7 m vyskytujú navážky charakteru piesčito-kamenitej sute (G3/G-FY), ílovito a siltovito-kamenitej sute (G5/GCY, G4/GMY) s polohami ílu so strednou plasticitou (F6/CIY) a sute kamenito-ílovitej (F2/CGY). Vrtom UČS17-18 bol v hĺbke 1,8-2,4 m navŕtaný betón. Väčšia hrúbka navážok pod podkladovou štrkovou vrstvou bola zistená aj v km 2,415-2,510 trate. Výskyt väčších mocností navážok je možné vysvetliť vylepšením vlastností fluvialných ílov v podloží električkovej trate počas výstavby, alebo výskytom starších navážok súvisiacich s antropogénnou činnosťou v meste.

Podložie električkovej trate a väčších hrúbok navážok tvoria fluvialne íly hrúbky od 0,4 m do 2,0 m. Fluvialne íly majú charakter ílu a siltu piesčitého (F4/CS, F3/MS), ílu so strednou plasticitou (F6/CI), tuho-pevnej konzistencie. Nízky obsah organických látok v rozsahu 1,0-3,2 % bol laboratórne stanovený v náplavových íloch vo vrtov UČS17-09, UČS17-15, UČS17-18, UČS17-19. Vo vrstve ílov boli zaznamenané aj piesčité polohy (S5/SC). Realizovanými geologickými dielami boli do hĺbky 6-7 m overené fluvialne štrky zle zrnené (G2/GP), štrky s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-F), štrky ílovité (G5/GM) a polohy piesku s prímiesou jemnozrnnej zeminy (S3/S-F) a piesku zle zrneného (S2/SP). Fluvialne štrky sú stredne uľahnuté, na báze až uľahnuté. Podľa prevzatých vrtov fluvialne štrky siahajú do hĺbky 15 m. Parametre fluvialných sedimentov sú uvedené v kapitole 2.1.

V zmysle TNŽ 73 6312 z hľadiska **vodného režimu** sú na hodnotenom úseku **priaznivé pomery**. V celom úseku boli v úrovni zemnej pláne overené prevažne nebezpečne namrzavé zeminy. Dovoľená hrúbka premrznutia zemnej pláne pre rýchlostné pásmo RP1 dosahuje pri priaznivom vodnom režime hodnotu $h_{z,dov} = 0,50$ m. Hladina podzemnej vody sa v čase prieskumu nachádzala v hĺbke 3,9-4,9 m p. t.



Obrázok 24 Vrt UČS17-08 pri podchode Ladožská



Obrázok 25 Koľajový zvršok tvorený panelmi s blokovými koľajnicami



Obrázok 26 Miesto statickej zaťažovacej skúšky SZS17-19



Obrázok 27 Geologický profil kopanej sondy SZS17-18



Obrázok 28 Vŕtanie vrtu UČS17-18 v osi trate po dočasnom odstránení stredového panela



Obrázok 29 Geologický profil vrtu UČ17-18

Analyzovaná vzorka podzemnej vody z vrtu UČS17-09 tvorí podľa svojho chemického zloženia kvapalnú prostredie bez nebezpečenstva korózie alebo porušenia betónu vplyvom chemického pôsobenia podzemnej vody (STN EN 206-1:2017). Avšak podľa mernej elektrickej vodivosti (tabuľka 1 normy STN 03 8372) tvorí prostredie s veľmi vysokou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity IV a podľa spoločného obsahu chloridov a síranov (tabuľka 2 normy STN 03 8372) tvorí taktiež prostredie so zvýšenou agresivitou pre železo a oceľ uloženú v pôde a vode so stupňom agresivity III. Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 v prostredí so zvýšenou a veľmi vysokou agresivitou na oceľ so stupňom koróznej agresivity III a IV použiť zosilnenú izoláciu.

2.4 Kategorizácia zemín

Jednotlivé vyčlenené typy pokryvných kvartérnych zemín vyskytujúcich sa na úseku UČS 17 električkovej trate radíme podľa STN 73 3050 do nasledovných tried ťažiteľnosti:

Litologický typ	STN 73 3050
– konštrukčné vrstvy súčasnej trate	tr.3
– fluviálne íly	tr.2
– fluviálne piesky	tr.2
– fluviálne štrky	tr.3

Tabuľka 12 Namŕzavosť zeminy podľa zrnitosti pomocou upraveného Scheibleho kritéria a vhodnosť do násypov a podložia vozovky v zmysle STN 73 6133

Trieda a symbol zeminy	Namŕzavosť zeminy podľa zrnitosti pomocou upraveného Scheibleho kritéria	Vhodnosť pre podlozie vozovky (aktívna zóna)	Vhodnosť do násypu
F1/MG, F2/CG	namŕzavé	podmienečne vhodné	podmienečne vhodné
F3/MS ₁ , F4/CS ₁	nebezpečne namŕzavé	vhodné	vhodné
F3/MS ₂ , F4/CS ₂	nebezpečne namŕzavé	nevhodné	nevhodné
F5/ML, MI, F6/CL, CI	nebezpečne namŕzavé	podmienečne vhodné	nevhodné
F7/MH, MV, F8/CH, CV	vysoko namŕzavé	nevhodné	nevhodné
F7/ME, F8/CE	vysoko namŕzavé	nevhodné*	nevhodné*
S1/SW, S2/SP	namŕzavé**	vhodné	vhodné
S3/S-F, S4/SM, S5/SC	namŕzavé**	podmienečne vhodné	vhodné
G1/GW, G2/GP, G3/G-F	nenamŕzavé	vhodné	vhodné
G4/GM	mierne namŕzavé	vhodné	vhodné
G5/GC	mierne namŕzavé	podmienečne vhodné	vhodné

Pozn. : * nie je možné upraviť ; ** podľa priebehu čiar zrnitosti pod 0,01 mm

3 ZÁVER

Cieľom geologickej úlohy „**KE, Modernizácia električkových tratí v meste Košice, 2. etapa, UČS 17**“ bol podrobný inžinierskogeologický prieskum územia električkovej trate v úseku Ul. Slanecká, úsek trate križ. VSS (mimo) – Obratisko Važecká (mimo) za účelom plánovanej modernizácie trate. Predkladaná záverečná správa je podkladom pre vypracovanie projektovej dokumentácie stavby.

Realizovaným prieskumom boli zistené inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologický pomery územia daného úseku trate. Výsledky prieskumu sú podrobne spracované v kapitolách 2.1 a 2.2. Celý skúmaný úsek električkovej trate je rozdelený na 6 charakteristických úsekov podľa zloženia a vlastností koľajového zvršku, podkladových štrkových vrstiev, zemnej pláne, podložia a morfológie trate. V kapitole 2.3 sú podrobne spracované geotechnické vlastností koľajového zvršku, podkladových štrkových vrstiev, zemnej pláne, násypového telesa a podložia električkovej trate, ako aj geologické pomery v miestach založenia mostných objektov. Pre posúdenie základových pomerov zastávok a podchodov sú použiteľné údaje a parametre z blízkych geologických diel a skúšok.

Budúca zemná pláň bude vyžadovať opatrenia na zabezpečenie požadovanej únosnosti zlepšením parametrov zemín. Na zabránenie znečistenia štrkových konštrukčných vrstiev jemnozrnnými ílovitými časticami navrhujeme použiť separačnú geotextíliu.

Modernizácia električkovej trate bude vyžadovať **dôsledné zachytávanie a odvádzanie zrážkových vôd a vhodné odvodnenie konštrukcie električkového spodku.**

Ekologické hodnotenie koľajového kameniva z úseku s otvoreným koľajovým zvrškom spracované v zmysle Metodického pokynu MDPT SR č.18/99 zo dňa 20.09.1999 o ekologickom hodnotení získaného materiálu z podvalového podložia železničných tratí je súčasťou samostatnej záverečnej správy z ekologického prieskumu koľajového kameniva (K. Vrábľová a kol., CAD-ECO a. s. Bratislava, 06/2021).

V Štúdii pre zadanie projektovej dokumentácie k stavbe z roku 2019 (A. Filipek, Košice) je navrhnutá:

- demontáž otvoreného koľajového zvršku na betónových podvaloch,
- odťazenie koľajového lôžka a podkladových vrstiev, ich následné prečistenie a opätovné využitie,
- demontáž koľajového zvršku z panelov BKV, blokových koľajníc a podkladových betónov,
- demontáž nástupištých ostrovčekov, prístreškov na zastávkach a prístreškov vstupov do podchodov na zastávkach.

Predkladaná záverečná správa poskytuje komplexný súbor informácií o charaktere a vlastnostiach konštrukčných vrstiev a podložia električkovej trate, ako aj stavebných objektoch, ktoré sú potrebné k návrhu a realizácii plánovaného zámeru.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Bodiš D. a kol.: Pozadňová koncentrácia vybraných ukazovateľov v povrchovej a podzemnej vode Slovenska, ŠGUDŠ, Bratislava, 2010
- Baroš, D.: Košice - Alejová ulica - administratívno-predajné centrum, podrobný IGP. INEKOGEOPoprad, 2009 (Geofond: 89549)
- Filipek, A.: KE, Modernizácia električkových tratí MET v meste Košice, 2. Etapa. Štúdia. Košice, 2019
- Gazda, S.: Chemizmus podzemných vôd Západných Karpát a jeho genetická klasifikácia. Materiály z III. celoslovenskej konferencie, II. časť. GÚDŠ Bratislava, 1974
- Gazda, S.: Modifikácia Palmerovho klasifikačného systému. Hydrogeologická ročenka 1970/1971
- Grešová, S., Bajo, I.: Košice nad Jazerom - stavba obchodného centra, vyhľadávací HGP. GEO Slovakia, Košice, 2008 (Geofond: 87747)
- Grešová, S., Bajo, I.: Košice - Technomarket, vyhľadávací HGP. GEO Slovakia, Košice, 2008 (Geofond: 88655)
- Grešová, S., Bajo, I.: Košice - Nad Jazerom - stavba obchodného centra, doplnkový HGP. GEO Slovakia, Košice, 2008 (Geofond: 88793)
- Grešová, S.: Košice – Textilná ulica-SEDEM s.r.o., inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum. GEO Slovakia, s.r.o. Košice, 2010 (Geofond: 90324)
- Hric, V.: Košice - Obslužný pavilón na sídlisku Nad Jazerom, vyhodnotenie HGP, prevedenie komplexného rozboru vody, hydrogeologický prieskum. JRD Víťaz Lukačovce, 1979 (Geofond: 45820)
- Quitt, E.: Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav Brno, 1971
- Lenková, M., Žabková, E., Méry, V.: Košice - Nad Jazerom - prieskum pre výstavbu Kaufland a Obchodná galéria, orientačný IGP, INGEO-ighp, Žilina, 2012 (Geofond: 92854)
- Matula, M. et.al.: Inžinierskogeologická mapa Slovenska, mierka 1:200 000, list Košice, SGÚ Bratislava – Katedra inžinierskej geológie, PriFUK Bratislava, 1989
- Martinčeková, T., Šimeková, J.: Atlas máp stability svahov SR, mierka 1:50 000. MŽP SR Bratislava, INGEO a.s. Žilina, 2006
- Mazúr, E., Lukniš, M.: Regionálne geomorfologické členenie SSR, mierka 1 : 500 000, Bratislava Geograf. Úst. Slov. Akad. Vied., 1980
- Novák, K., Šoško, A.: Preložka štátnej cesty II. triedy číslo 552 v úseku Krásna nad Hornádom až po zaústenie do štátnej cesty I. triedy číslo 68 pod Barcou s mimoúrovňovým vyriešením križovatky s južným záhlavím Košického nádražia (km 0,000 - 3,919 50 prac. staničenia), IGP + dodatok k správe. Dopravoprojekt Bratislava, 1960 (Geofond: 7039)
- Ondrejka, J.: Košice - Alejová ulica - halový areál Geokosit Invest, podrobný IGP. GEO Slovakia, Košice, 2008 (Geofond: 87495)
- Poláček, Š.: Dvojkoľajová električková trať Košice – Krásna n/Hornádom – I. etapa (úsek km 0,0 - 1,508. Inžinierskogeologický prieskum. Dopravoprojekt, š. p. Bratislava, 1978 (Geofond: 40339),
- Poláček, Š.: Dvojkoľajová električková trať Košice – Krásna n/Hornádom – II. etapa (úsek km 1,508-KÚ. Inžinierskogeologický prieskum. Dopravoprojekt, š. p. Bratislava, 1978 (Geofond: 40340).
- Potičný, J.: ČS PH AVANTI Košice, ul. Južná trieda, geologický prieskum. GEOPRIESKUM, Prešov, 1997 (Geofond: 81044)
- Poláček, Š., Líška, M., Polášek, P.: Košice - výstavba v areáli Pozemné stavby, podrobný IGP. Keramoprojekt Trenčín, 1983 (Geofond: 56210)
- Tometzová, M., Petrivalský, P.: Košice - ČSAO - hydrogeologický prieskum, vyhľadávací HGP, zaistenie zdroja pitnej a úžitkovej vody pre areál ČSAO. IGHP závod Košice, 1984 (Geofond: 58226)

OBSAH

	str.
1 VŠEOBECNÁ ČASŤ	1
1.1 Úvod	1
1.2 Základné údaje o stavbe	2
1.3 Stručná charakteristika prírodných pomerov územia	3
1.3.1 Geomorfologické pomery	3
1.3.2 Klimatické pomery	3
1.3.3 Hydrologické pomery	4
1.3.4 Seizmicita územia	4
1.4 Geologická stavba územia	4
1.5 Inžinierskogeologické pomery	5
1.5.1 Geodynamické procesy	6
1.6 Hydrogeologická charakteristika	7
1.7 Geologická preskúmanosť územia	7
1.8 Prieskumné územia a ložiská nerastných surovín	8
1.9 Legislatívna ochrana územia	8
1.10 Znečistenie horninového prostredia	9
1.11 Žiarenie z prírodných zdrojov a radónové riziko	9
1.12 Rozsah a metodika realizovaných geologických prác	10
1.12.1 Jadrové vrty	10
1.12.2 Kopané sondy	11
1.12.3 Sondy dynamickej penetrácie	11
1.12.4 Statické zaťažovacie skúšky doskou	11
1.12.5 Vzorkovacie a laboratórne práce mechaniky zemín a chémie vôd	12
1.12.6 Meračské práce	13
1.12.7 Práce geologickej služby	13
2 PODROBNÁ ČASŤ	14
2.1 Inžinierskogeologické a geotechnické hodnotenie zemín	14
2.1.1 Kwartér	14
2.1.1.1 Antropogénne sedimenty	14
2.1.1.2 Fluviálne sedimenty	15
2.2 Hydrogeochemické zhodnotenie	17
2.3 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery územia úseku UČS 17	21
2.3.1 Km 0,000 – 0,170 osi električkovej trate úseku UČS 17	21
2.3.2 Km 0,170 – 0,800 osi električkovej trate úseku UČS 17	22
2.3.3 Km 0,800 – 0,990 osi električkovej trate úseku UČS 17	24
2.3.4 Km 0,990 – 1,370 osi električkovej trate úseku UČS 17	25
2.3.5 Km 1,370 – 1,800 osi električkovej trate úseku UČS 17	27
2.3.6 Km 1,800 – 3,274 osi električkovej trate úseku UČS 17	29
2.4 Kategorizácia zemín	32
3 ZÁVER	33
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	34

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1	Prehľadná situácia územia, mierka 1: 50 000
Príloha 2.1	Situácia realizovaných geologických diel, úsek UČS 17, km 0,0-0,8 osi električkovej trate, mierka 1: 1 000
Príloha 2.2	Situácia realizovaných geologických diel, úsek UČS 17, km 0,8-1,6 osi električkovej trate, mierka 1: 1 000
Príloha 2.3	Situácia realizovaných geologických diel, úsek UČS 17, km 1,6-2,4 osi električkovej trate, mierka 1: 1 000
Príloha 2.4	Situácia realizovaných geologických diel, úsek UČS 17, km 2,4-3,250 osi električkovej trate, mierka 1: 1 000
Príloha 3.1	Pozdĺžny schematický inžinierskogeologický a geotechnický profil, úsek UČS 17, km 0,000 – 0,800 osi električkovej trate, mierka 1: 1 000/100
Príloha 3.2	Pozdĺžny schematický inžinierskogeologický a geotechnický profil, úsek UČS 17, km 0,800 – 1,600 osi električkovej trate, mierka 1: 1 000/100
Príloha 3.3	Pozdĺžny schematický inžinierskogeologický a geotechnický profil, úsek UČS 17, km 1,600 – 2,440 osi električkovej trate, mierka 1: 1 000/100
Príloha 3.1	Pozdĺžny schematický inžinierskogeologický a geotechnický profil, úsek UČS 17, km 2,440 – 3,250 osi električkovej trate, mierka 1: 1 000/100
Príloha 4.1	Geologická dokumentácia vrtov a fotodokumentácia
Príloha 4.2	Geologická dokumentácia kopaných sond a fotodokumentácia
Príloha 4.3	Dokumentácia prevzatých vrtov
Príloha 5.1	Výsledky laboratórnych skúšok mechaniky zemín
Príloha 5.2	Protokoly o skúškach chémie vôd a zemín
Príloha 6.1	Vyhodnotenie dynamických penetračných skúšok
Príloha 6.2	Vyhodnotenie statických zaťažovacích skúšok
Príloha 7	Zoznam súradníc a výšok

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1	Geomorfologické členenie územia.....	3
Tabuľka 2	Prehľad klimatických charakteristík oblasti T3.....	3
Tabuľka 3	Charakteristika environmentálnej záťaže.....	9
Tabuľka 4	Radónové riziko z geologického podložia.....	9
Tabuľka 5	Navrhovaný rozsah geologických prác.....	10
Tabuľka 6	Rozsah realizovaných vrtných prác na úseku UČS 17.....	12
Tabuľka 7	Rozsah realizovaných sond dynamickej penetrácie na úseku UČS 17.....	12
Tabuľka 8	Rozsah realizovaných kopaných sond na úseku UČS 17.....	12
Tabuľka 9	Prehľad analyzovaných vzoriek podzemných vôd a výluhov zemín.....	17
Tabuľka 10	Prehľad stanovených ukazovateľov agresívnych vlastností podzemných vôd na ocel' podľa STN 03 8372 (tab. 1 a tab. 2 hodnotiacej normy) a na betón podľa STN EN 206-1:2013+A1: 2017.....	19
Tabuľka 11	Stupeň chemického pôsobenia zemín na betón a korózneho pôsobenia zemín na ocel'	20
Tabuľka 12	Namŕzavosť zeminy podľa zrnitosti pomocou upraveného Scheibleho kritéria a vhodnosť do násypov.....	32