

# 1 VŠEOBECNÁ ČASŤ

## 1.1 Úvod

Záverečná správa z riešenia geologickej úlohy „**KE, Modernizácia električkových tratí MET v meste Košice, 2. etapa, úsek UČS 18**“, 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 10.03.2021.

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 18 - Obratisko Važecká 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 18 električkovej trate so staničením,
- pozdĺžne profily 18-1 a 18-2 obratiskom Važecká.

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 18 bola koordinovaná projektantom stavby a zabezpečená v spolupráci s mestom Košice a DPMK. Prieskumné práce na úseku UČS 18 - Obratisko Važecká boli vykonané v dňoch 17. 04. - 18. 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.

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.

V zmysle § 19 geologického zákona je objednávatel' 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. Objednávatel' pri odovzdaní záverečnej správy oznámi ŠGÚDŠ podmienky sprístupňovania a poskytovania informácií druhým osobám.

## **1.2 Základné údaje o stavbe**

Predmetom podrobného inžinierskogeologického prieskumu bol úsek električkovej trate UČS 18 Obratisko Važecká v meste Košice (Príloha 1).

Obratisko Važecká bolo postavené v r. 1981-1985, má oválny tvar, je tvorené nosným uzatvoreným okruhom s dvomi vnútornými polkruhmi. Odbočenia do polkruhov sú vytvorené 4 výhybkami. Vstupná aj výstupná koľaj, ako aj koľaj hlavného okruhu sú križované cestnou komunikáciou a chodníkom pre chodcov na ulici Važecká. Kryt električkovej trate a komunikácia autobusového obratiska sú tvorené asfaltobetónom a mimo križovania komunikácie Važecká sú vzájomne oddelené obrubníkom. AB koberec je opotrebovaný, rozrušený a polámaný. Koľajnice a výhybky sú opotrebované a na hranici použiteľnosti. Osvetlenie je zabezpečené osvetľovacími stožiarimi umiestnenými po vonkajšom obvode koľají aj v stredovej zatravnenej ploche. Nachádza sa tu domček, ktorý je využívaný vodičmi električkových vozidiel (spracované podľa A. Filipek, 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:	Jazero
Druh stavby:	modernizácia stavby

#### **Objednávatel'**

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:	<b>CAD-ECO a. s.</b>
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 katastrálnom území 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

Riešené obratisko električkovej trate leží 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 fluvialny rovinný reliéf priekopových prepádlin a morfotektonických 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 $10^{\circ}\text{C}$ 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 [ $^{\circ}\text{C}$ ]	-3 - -4
Priemerná teplota v júli [ $^{\circ}\text{C}$ ]	19 - 20
Priemerná teplota v apríli [ $^{\circ}\text{C}$ ]	8 - 10
Priemerná teplota v októbri [ $^{\circ}\text{C}$ ]	8 - 9
Priemerný počet dní so zrážkami $\geq 1\text{mm}$	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  **$h_{pr} = 107 - 112 \text{ cm}$** .

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  $450^\circ\text{C} \cdot \text{deň}$ . Výsledná hĺbka premŕzania je  **$h_{pr} = 95 \text{ cm}$** .

Podľa Atlasu SSR (1980) patrí skúmané územie do teplej klimatickej oblasti s počtom letných dní v roku nad 50 (s max. teplotou  $25^\circ\text{C}$  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 18 sa nachádza na pravej strane údolia toku Hornád. 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.

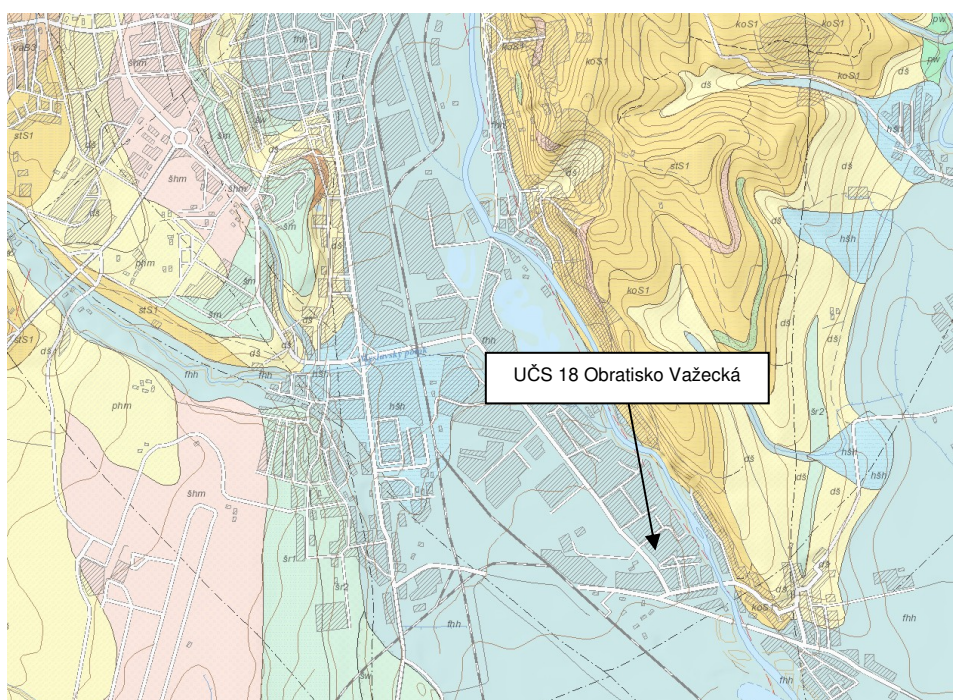
### 1.3.4 Seizmicita územia

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  $a_{gR} = 0,40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  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  $v_{s,30} = 360-800 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

## 1.4 Geologická stavba územia

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



Obrázok 1 Výrez Geologickej mapy SR (podľa apl.geology.sk).  
 Vysvetlivky – Kvartér: fh-fluviálne sily, hšh-fluviálne štrky, šm, šhm-terasové štrky, dš-deluviálne sedimenty,  
 Neogén: stS1-stretavské súvrstvie

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. Kryt električkovej trate je tvorený opotrebovaným a porušeným asfaltobetónom, len ojedinele je nahradený kamenivom. V podloží krytu sa nachádza tenká vrstva betónu a pod ním kamenitá drť (makadam). V podloží konštrukčných vrstiev sa vyskytujú navážky zemín s úlomkami hornín a stavebného odpadu z antropogénnej činnosti v meste.

**Kvartérne sedimenty** tvoria bezprostredné podložie antropogénnych sedimentov. Dominujú fluviálne zeminy na povrchu zastúpené nivnými siltami a ílmi hrúbky 1-2 m, s prechodom do pieskov a štrkov hrúbky 5-8 m.

## 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 neogénymi sedimentmi **molasevej 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 celkovej hrúbky do 5-8 m,
- rajón antropogénnych navážok **An** - konštrukcia električkovej trate a jej 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.

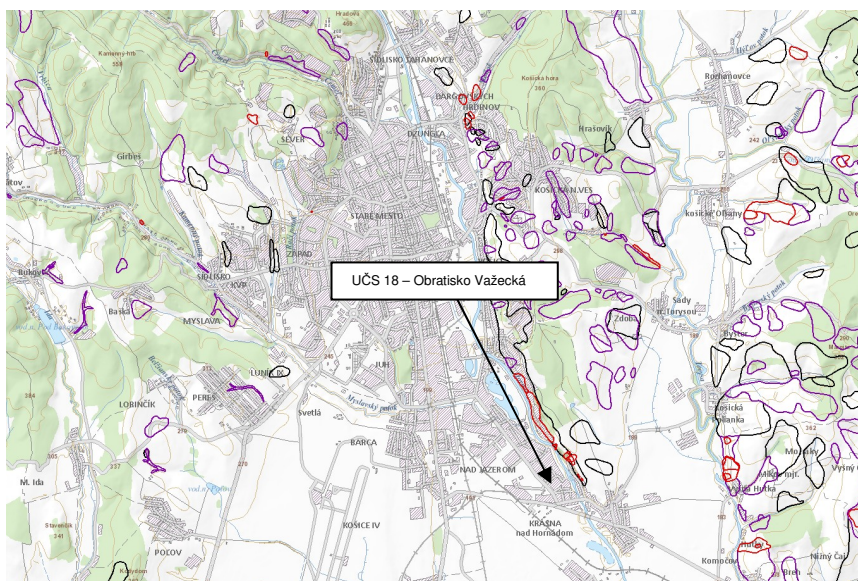
**Výskyt málo únosného podložia** je fenomén viazaný na jemnozrnné zeminy v komplexe fluviálnych náplavov. Ide prevažne o nasýtené piesčité, resp. ílovité sedimenty, často v vysokým podielom organických prímiesí, ktoré predstavujú pozostatok výplne mŕtvych ramien alebo močiarov. Predstavujú problém pre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

**Zvetrávanie**, plošnému zvetrávaniu je vystavené územie priľahlých svahov, jeho dosah je obmedzený na kvartérny pokryv, ktorý chráni hlbšie uložené podložné horninové komplexy. Hĺbkové zvetrávanie je viazané na tektonicky porušené horniny s vysokým stupňom rozvoľnenia a na oblasti s výraznejšou cirkuláciou podzemnej vody.

**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 hydrogeologickom 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 fluválne štrkové náplavy rieky Hornádu a Myslavského potoka, charakteristické medzizrnovou priepustnosťou. Hladina podzemnej vody je voľná až mierne napätá, a je v hydraulikej 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 v blízkom okolí Obratiska Važecká 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 záujmového územia boli v minulosti vykonané geologické prieskumy rôzneho zamerania:

- Grexová, S., Bajo, I.: Košice nad Jazerom - stavba obchodného centra, vyhľadávací HGP. GEO Slovakia, Košice, 2008 (Geofond: 87747)
- Grexová, S., Bajo, I.: Košice - Nad Jazerom - stavba obchodného centra, doplnkový HGP. GEO Slovakia, Košice, 2008 (Geofond: 88793)
- 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)

Časť archívnych podkladov bola použitá pri spracovaní záverečnej správy z inžinierskogeologického prieskumu obratiska Važecká.



## 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](http://www.geology.sk), Register Geofondu ŠGÚDŠ).

## 1.9 Legislatívna ochrana územia

Podľa Atlasu krajiny SR ([app.sazp.sk/atlassr](http://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, ktorou sa ustanovuje zoznam vodohospodársky významných vodných tokov a vodárenských vodných tokov č. 211/2005 Z. z. z 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](http://www.geology.sk), register skládok ŠGÚDŠ). Podľa Informačného systému environmentálnych záťaží (<https://envirozataze.enviroportal.sk>) sa v blízkosti úseku UČS 18 električkovej trate nenachádzajú environmentálne záťaže.

## 1.11 Žiarenie z prírodných zdrojov a radónové riziko

Podľa Mapy prírodnej rádioaktivity patrí územie UČS 18 obrátiska železničnej trate do oblasti s nízkym až stredným radónovým rizikom. V tabuľke 3 sú uvedené stupne radónového rizika a rozsahy hodnôt objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu.

Tabuľka 3 Radónové riziko z geologického podložia

Radónové riziko	Objemová aktivita $^{222}\text{Rn}$ v pôdnom vzduchu ( $\text{kBq.m}^{-3}$ ) 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 18 Obrátisko Važecká električkovej trate v meste Košice zahŕňali:

- spracovanie archívnych podkladov o inžinierskogeologických, hydrogeologických a geotechnických pomeroch územia,
- realizáciu jadrových inžinierskogeologických vrtov do hĺbky 6 m,
- kopané sondy do hĺbky 1,0-1,1 m,
- odber vzoriek zemín a vôd z vrtov a kopaných sond,
- laboratórne práce mechaniky zemín a chémie hornín,
- 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 inžiniersko-geologického prieskumu, vypracovanie záverečnej správy z riešenia geologickej úlohy.

Rozsah realizovaných geologických prác na území obrátiska Važecká električkovej trate je uvedený v tabuľkách 4 a 5 a podrobne popísaný v nasledujúcich kapitolách.

Tabuľka 4 Realizovaný rozsah geologických prác

Navrhované práce	UČS 18	
	počet (ks) / á (m)	spolu (ks, m)
Vrtné práce	3 ks / á 6 m	18 m
Kopané sondy	7 ks / 1,1 m	7 ks
Penetračné sondy	8 ks / á 6 m	42,9 m
Odber vzoriek zemín	11 PV, 4 NV, 1 výluh	16 ks
Odber vzoriek vôd	1 VV	1 ks
Labor. práce - zeminy	11 PV, 4 NV, 1 výluh	15 ks
Labor. práce - vody	1 VV	1 ks
Statické zaťaž. sk.	7 ks	7 ks

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

### 1.12.1 Jadrové vrty

Na obrátisku Važecká boli odvŕtané **3** jadrové inžinierskogeologické vrty s označením **UČS18-01 až UČS18-03** do hĺbky **6 m** s celkovou metrážou **18 m** (Príloha 2). Situovanie jadrových vrtov bolo schválené v projekte geologickej úlohy.

Pred začatím vrtných prác objednávateľ zabezpečil vyjadrenia k existencii inžinierskych sietí a vytýčenie jadrových vrtov a inžinierskych sietí v teréne. Jadrové vrty boli situované pri okrajoch električkových tratí tak, aby bolo možné postaviť vrtnú súpravu s vežou výšky 7 m mimo existujúce trakčné vedenia a ich prepojenia. Umiestnenie vrtov zohľadnilo existujúce podzemné inžinierske siete v území. 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 prácach zaznamenával priebeh vŕtania v denných hláseniach.

Počas vrtných prác boli jadrové vrty geologicky zdokumentované, vrátane fotodokumentácie, odobraté 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 vrty zlikvidované spätným zásypom a okolie vrtov bolo upravené do pôvodného stavu.

Geologická dokumentácia a fotodokumentácia realizovaných vrtov je spracovaná v prílohe 4.1 a prevzaté vrty sú uvedené v prílohe 4.2.

### 1.12.2 Kopané sondy

Pre statické zaťažovacie skúšky bolo vykovaných **7 ks** sond s označením **SZS18-01 až SZS18-07** (Príloha 2). Situovanie kopaných sond bolo schválené v projekte geologickej úlohy.

Pred začatím výkopov objednávateľ zabezpečil vyjadrenia k existencii inžinierskych sietí a 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.

Kopané sondy pre statickú zaťažovaciu skúšku boli realizované v zmysle Metodického pokynu MDPT 18/1999 do hĺbky 1,1-1,15 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 4.1.

### 1.12.3 Sondy dynamickej penetrácie

Pre obratisko Važecká bolo realizovaných **8 ks** sond dynamickej penetrácie s označením **DPS18-01 až DPS18-08** do hĺbky **0,6 m, 6,0-6,3 m** s celkovou metrážou **42,9 m**. Sondy dynamickej penetrácie sa striedali s kopanými sondami pre statickú zaťažovaciu skúšku. Situovanie sond dynamických penetračných sond bolo schválené v projekte geologickej úlohy (Príloha 2).

Pred začatím terénnych skúšok objednávateľ zabezpečil vyjadrenia k existencii inžinierskych sietí a vytýčenie sond a inžinierskych sietí v teréne. Sondy dynamickej penetrácie boli situované podľa možnosti v strede koľají, ale hlavne na okrajoch električkových koľají pri zohľadnení existujúcich podzemných inžinierskych sietí v území.

Sondy dynamickej penetrácie vykonali pracovníci spoločnosti CAD-ECO a. s., stredisko Žilina ťažkou dynamickou penetračnou súpravou DPH od fy STITZ GmbH. Realizácia a vyhodnotenie skúšok dynamickej penetrácie boli v zmysle STN EN ISO 22476-2. Cieľom dynamických penetračných skúšok bolo overiť charakter a hrúbku jednotlivých litologických typov zemín.

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 území obratiska realizovaných **7 ks** statických zaťažovacích skúšok doskou. Statické zaťažovacie skúšky boli vykonané v pripravených kopaných sondách (viď kapitola 2.1.2) v hĺbke 1,0-1,1 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 **7 vzoriek**. Po ukončení skúšky a odbere vzorky zeminy boli sondy zlikvidované spätným zásypom.

Tabuľka 5 Podrobný rozsah realizovaných geologických prác na UČS 18

Sondy dynamickej penetrácie (DPS)					
označenie	hĺbka	označenie	hĺbka	označenie	hĺbka
DPS18-01	0,6 m	DPS18-04	6,0 m	DPS18-07	6,0
DPS18-02	6,0 m	DPS18-05	6,0 m	DPS18-08	6,0
DPS18-03	6,0 m	DPS18-06	6,3 m	-	-
Spolu	12,6 m	-	18,3 m	-	12,0 m

Kopané sondy pre statické zaťažovacie skúšky (SZS)					
označenie	vzorky	označenie	vzorky	označenie	vzorky
SZS18-01	1 PV	SZS18-04	1 PV	SZS18-07	1 PV
SZS18-02	1 PV	SZS18-05	1 PV	-	-
SZS18-03	1 PV	SZS18-06	1 PV	-	-
Spolu	3 ks PV	-	3 ks PV	-	1 ks PV

Vrty jadrové		Vzorky		
označenie	hlbka	PV	NV	voda
UČS18-01	6 m	2	1	-
UČS18-02	6 m	2	1	1/1
UČS18-03	6 m	0	2	-
<b>Spolu</b>	<b>18 m</b>	<b>4 ks</b>	<b>4 ks</b>	<b>1 / 1 ks</b>

### 1.12.5 Vzorkovanie a laboratórne práce mechaniky zemín a chémie vôd

Z jadrových vrtov a kopaných sond bolo odobratých **11 ks** porušených vzoriek, **4 ks** neporušených vzoriek pre laboratórne stanovenie fyzikálno-opisných parametrov a geotechnickú klasifikáciu zemín v zmysle platnej STN normy a **1 vzorka** zeminy z vrtu na výluh.

Odobratá a analyzovaná bola **1 vzorka podzemnej vody** z vrtu UČS18-02. Cieľom laboratórnych prác chémie vôd bolo stanoviť základné fyzikálne a chemické vlastností podzemnej vody a zistiť agresívne účinky podzemnej vody na betónové a oceľové konštrukcie.

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

- porušená vzorka zeminy (vlh., zrn., atter.): 11 ks
- neporušená vzorka (vlh., zrn., atter., obj. + mer. hm.): 4 ks
- Proctor standart: 2 ks
- CBR: 2 ks
- Šmyková skúška: 2 ks
- Triaxiálna skúška: 1 ks
- Stlačiteľnosť: 1 ks
- Obsah uhličitánov: 0 ks
- Obsah organických látok: 0 ks
- Základný fyzikálno-chemický rozbor + agresivita vôd 1 ks
- Základný fyzikálno-chemický rozbor + agresivita zemín 1 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 území obrátiska Važecká zabezpečil objednávatel' inžinierskogeologického prieskumu na základe podkladov od zhotoviteľa prieskumu.

Celkovo bolo vytýčených a zameraných 18 diel – jadrových vrtov (3 ks), kopaných sond (7 ks) a sond dynamickej penetrácie (8 ks). 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 18“ zahŕňali vypracovanie projektu geologickej úlohy, sled, riadenie a koordinácia terénnych technických prác, geologickú dokumentáciu a fotodokumentáciu jadrových



vtrov, 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 18 Obratisko Važecká 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 18\_1 a 18\_2 v mierke 1:500/100 a textových príloh – geologickej dokumentácie vrtov, 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 električkovej trate UČS 18 Obratiska Važecká je tvorený nosným uzavretým okruhom s dvoma vnútornými polkruhmi so 4 výhybkami. Územie obratiska je budované sedimentmi kvartéru, v podloží ktorých sa vyskytujú neogénne sedimenty. Kvartérne zeminy overené inžinierskogeologickým prieskumom sú zastúpené komplexom antropogénnych sedimentov, ktoré sú súčasťou telesa električkovej trate a komplexom fluvialných sedimentov, ktoré tvoria podložie električkovej trate. Neogénne sedimenty neboli geologickými dielami overené.

#### **2.1.1 Kvartér**

##### **2.1.1.1 Antropogénne sedimenty**

Antropogénne sedimenty reprezentujú konštrukčné a podkladové vrstvy koľajového zvršku električkovej trate obratiska s asfaltobetónovým krytom (Príloha 2).

Antropogénne sedimenty boli overené jadrovými vrtmi do hĺbky 0,9 m (UČS18-03) až 1,3 m (UČS18-01, UČS18-03), kopanými sondami SZS18-01 až SZS18-07 do hĺbky 0,9-1,15 m a sondami dynamickej penetrácie do hĺbky 0,6-1,1 m (Príloha 3.1 a 3.2, 4.1, 6.1, 6.2).

Kryt električkovej trate je takmer v celom úseku obratiska tvorený porušeným asfaltobetónom a v km 0,135-0,195 vnútorného polkruhu električkovej trate bol nahradený kamenivom.

Mimo asfaltobetónového krytu bola kopanými sondami do hĺbky 0,2-0,3 m zachytená poloha sute charakteru štrku ílovitého (G5/GCY), štrku siltovitého (G4/GMY), lokálne ílu štrkovitého (F2/CGY). V podloží sute sa do hĺbky 0,3-0,4 m nachádzala vrstva betónu hrúbky do 0,1 m. V kopanej sonde SZS18-07 bol betón nahradený asfaltom hrúbky 5 cm. Pod betónom bola do hĺbky cca 0,6-1,0 m zistená nepravidelne mocná ale súvislá vrstva štrkodrvy charakteru štrku zle zrneného (G2/GPY) a štrku s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-FY), tvorená ostrohrannými úlomkami veľkosti 3-8 cm. Lokálne sa medzi štrkodrvou, resp. na jej báze nachádzal íl štrkovitý a štrk ílovitý (F2/CGY, G5/GCY).

Materiál rovnakého charakteru bol zistený aj sondami dynamickej penetrácie. Podľa výsledkov dynamických penetračných skúšok sú konštrukčné a podkladové vrstvy koľajového

zvršku budované štrkom zle zrneným až štrkom ílovitým (G2/GPY, G5/GCY). Štrky sú stredne uľahnuté až veľmi uľahnuté ( $I_D = 0,53 - 1,00$ ) s odvodeným modulom pretvárnosti  $E_{DPS} = 53,7 - 157,8$  MPa s odporúčanou hodnotou  **$E_{DPS} = 65$  MPa**.

V podkladovej vrstve koľajového zvršku neboli statické zaťažovacie skúšky realizované.

### **2.1.1.2 Fluviálne sedimenty**

Fluviálne riečne sedimenty Hornádu majú v území dominantné postavenie a tvoria podložie električkových tratí aj na úseku UČS 18 v mieste obrátiska Važecká (Príloha 2, 3.1, 3.2).

Fluviálne sedimenty sú na povrchu tvorené náplavovými holocénnymi ílmi a siltami, ktoré prekrývajú piesky a štrky korytovej fácie Hornádu. Overené boli jadrovými vrtmi UČS18-01 až UČS18-03 do hĺbky 6 m (Príloha 4.1), sondami dynamickej penetrácie DPS18-01 až DPS18-08 do hĺbky 6,0-6,3 m (Príloha 6.1) a kopanými sondami SZS18-01 až SZS18-07 v hĺbke 0,9-1,15 m (Príloha 6.2).

**Fluviálne íly** tvoria povrchovú vrstvu fluviálnych sedimentov hrúbky 0,4-0,9 m až 1,3-1,55 m, max. 1,9 m (UČS18-03, DPS18-05, DPS18-07, DPS18-08). Piesčité íly lokálne prechádzajú do pieskov a tvoria tenkú, nesúvislú povrchovú vrstvu štrkov, resp. šošovky a preplástky v štrkových náplavoch toku. Holocénne ílovité zeminy vyplňajú dielčie depresie a môžu obsahovať organickú prímes.

Podľa geologickej dokumentácie vrtov, kopaných sond (Príloha 4.1) a výsledkov laboratórnych skúšok mechaniky zemín (Príloha 5.1) majú jemnozrnné zeminy charakter ílu so strednou, vysokou až veľmi vysokou plasticitou, siltu s vysokou plasticitou (F6/CI, F8/CH, CV, F7/MH), ílu a siltu piesčitého (F4/CS, F3/MS), lokálne ílu štrkovitého (F2/CG), sú prevažne pevnej, ojedinele tuhej konzistencie ( $I_c = 0,79 - 1,27$ ). Ojedinele bola v íloch makroskopicky zaznamenaná prítomnosť organických látok (UČS18-01, SZS18-03, SZS18-06).

Podľa vyhodnotenia skúšok dynamickej penetrácie (Príloha 6.1) sú fluviálne íly so strednou až s vysokou plasticitou (F6/CI, F8/CH) prevažne pevnej konzistencie ( $I_c = 1,06 - 1,27$ ) s odvodeným modulom pretvárnosti  $E_{DPS} = 7,9 - 12,6$  MPa s odporúčanou hodnotou  **$E_{DPS} = 11$  MPa**.

V úrovni plánovanej zemnej pláne boli statickými zaťažovacími skúškami testované íly a sily s vysokou plasticitou (F8/CH, F7/MH), menej íly štrkovité (F2/CG) a íly piesčité (F4/CS), pevnej konzistencie. Statickými zaťažovacími skúškami boli po zohľadnení konzistencie testovanej zeminy zistené redukované moduly pretvárnosti  $E_{Or} = 11,1 - 44,72$  MPa, s odporúčanou hodnotou  **$E_{Or} = 25$  MPa**. Pre vysokoplastické íly ide o vysokú hodnotu (cca dvojnásobnú), ktorú je možné vysvetliť tým, že pri výstavbe obrátiska bola použitá stabilizácia, ktorá však nebola makroskopicky rozoznateľná.

Na vzorke č. 1083, granulometricky zatriedená ako íl so strednou plasticitou (F6/CI), bola stanovená neodvodnená šmyková pevnosť triaxiálnou skúškou, ktorou sa stanovili totálne šmykové parametre  $\varphi_u = 4,9^\circ$  a  $c_u = 54$  kPa.

Na vzorkách č. 1086 a 1089, granulometricky zatriedené ako íl piesčitý a íl s vysokou plasticitou (F4/CS, F8/CH), boli stanovené efektívne šmykové parametre  $\varphi_{ef} = 21,8 - 24,6^\circ$  a  $c_{ef} = 8 - 9$  kPa.

Oedometrický modul na vzorke č. 1090 pre obor zaťaženia 0,107 – 0,597 MPa bol stanovený v rozmedzí  $E_{oed} = 3,81 - 7,95$  MPa.

Laboratórne zistený pomer únosnosti CBR na vzorkách číslo 1094 a 1097 (F7/MH, F8/CH) predstavuje hodnotu 15,0-17,0,0 % pri  $w_{opt} = 16,5-16,8$  % a max. objemovej hmotnosti  $\sigma_{max} = 1,64-1,66 \text{ g.cm}^{-3}$ .

V zmysle STN 72 1001 môžeme fluviálne zeminy 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:

	<b>Rozsah</b>	<b>Odporúčaná hodnota</b>
- prirodzená objemová hmotnosť:	$\rho_n = 1,84 - 2,00 \text{ g.cm}^{-3}$	$\rho_n = 1,93 \text{ g.cm}^{-3}$
- parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{ef} = 20,0 - 24,6^\circ$ $c_{ef} = 8 - 32 \text{ kPa}$	$22^\circ$ $12 \text{ kPa}$
- parametre totálnej. šmyk. pevnosti:	$\varphi_u = 4,9^\circ$ $c_u = 54 \text{ kPa}$	- -
- modul pretvárnosti z DPS :	$E_{DPS} = 7,9 - 12,6 \text{ MPa}$	$11 \text{ MPa}$
- redukovaný modul pretvárnosti z SZS:	$E_{OR} = 11,1 - 44,72 \text{ MPa}$	$25 \text{ MPa}$

Koeficient filtrácie fluviálnych ílov vypočítaný z kriviek zrnitosti dosahuje hodnoty  $k_f = 1,68 \cdot 10^{-9} - 4,84 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ , v priemere  $k_f = 5,02 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ , čo charakterizuje súdržné zeminy triedou priepustnosti **VI** v zmysle klasifikácie priepustnosti podľa Jetela (1982), t.j. ako horninové prostredie **slabo priepustné**.

**Fluviálne štrky** sú podľa geologickej dokumentácie vrto, kopaných sond (Príloha 4.1) a výsledkov laboratórnych skúšok mechaniky zemín (Príloha 5.1) zastúpené štrkom s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-F), štrkom dobre zrneným (G1/GW), lokálne štrkom ílovitým siltovitým (G4/GM). Valúny sú zdravé, pevné, dokonale zaoblené, pestrej petrografickej skladby, obsahu v rozmedzí 50-80 %. Výplň je siltovito-piesčitá, jemnozrnná až hrubozrnná, na báze viac ílovitá. Na povrchu štrkov sa nachádzajú piesky ílovité (S5/SC), ktoré v štrkových náplavoch tvoria preplástky a šošovky charakteru až piesku s prímiesou jemnozrnnej zeminy (S3/S-F).

Podľa výsledkov dynamických penetračných skúšok (Príloha 6.1) majú fluviálne štrky charakter štrku s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-F), sú prevažne stredne uľahnuté ( $I_D = 0,37-0,92$ ) s odvodeným modulom pretvárnosti  $E_{DPS} = 58,4-195,4 \text{ MPa}$  s odporúčanou hodnotou  **$E_{DPS} = 95 \text{ MPa}$** .

Piesky s prímiesou jemnozrnnej zeminy (S3/S-F) až piesky ílovité lokálne s prechodmi do ílu piesčitého (S5/SC, F4/CS) sú stredne uľahnuté ( $I_D = 0,44-0,81$ ) s odvodeným modulom pretvárnosti  $E_{DPS} = 6,6-27,7 \text{ MPa}$  s odporúčanou hodnotou  **$E_{DPS} = 15 \text{ MPa}$** .

V zmysle STN 72 1001 môžeme fluviálne piesky charakterizovať ako stredne uľahnutý piesok s prímiesou jemnozrnnej 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:

	<b>Rozsah</b>	<b>Odporúčaná hodnota</b>
- 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:	$\varphi_{ef} = 27 - 34^\circ$ $c_{ef} = 0 - 7 \text{ kPa}$	$29^\circ$ $0 \text{ kPa}$
- modul pretvárnosti z DPS :	$E_{DPS} = 6,6 - 27,7 \text{ MPa}$	$15 \text{ MPa}$

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:

	<b>Rozsah</b>	<b>Odporúčaná hodnota</b>
- 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:	$\varphi_{ef} = 30 - 36^\circ$	$33^\circ$
	$c_{ef} = 0 - 4 \text{ kPa}$	$0 \text{ kPa}$
- modul pretvárnosti z DPS :	$E_{DPS} = 58,4 - 195,4 \text{ MPa}$	$95 \text{ MPa}$

Z hydrogeologického hľadiska majú význam trvalo zvodnené fluviálne štrkové náplavy s voľnou hladinou podzemnej vody v hĺbke 4,3 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  $k_f = 6,14 \cdot 10^{-5} - 1,67 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$ , v priemere  $k_f = 9,26 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$ , čo charakterizuje súdržné zeminy triedou priepustnosti III v zmysle klasifikácie priepustnosti podľa Jetela (1982), t.j. ako horninové prostredie **dost' silno priepustné**.

Prehľad vhodnosti zemín fluviálnych sedimentov do násypov a podložia násypov, ako aj namrzavosť v zmysle STN 73 6133: Stavba ciest, teleso pozemných komunikácií je uvedený v tabuľke 9.

## 2.2 Hydrogeochemické zhodnotenie

Cieľom inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu na území obrátiska Važecká električkovej trate v Košiciach bolo zhodnotiť chemické vlastnosti podzemných vôd a zemín a 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 a laboratórne práce chémie vôd a chémie zemín v nasledovnom rozsahu:

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

Prehľad všetkých analyzovaných vzoriek podzemných vôd a výluhov zemín je uvedený v nasledujúcej tabuľke 6.

Tabuľka 6 Prehľad analyzovaných vzoriek podzemných vôd a výluhov zemín

Geologické dielo (druh vzorky, hĺbka)	Číslo protokolu	Dátum odberu
UČS18-02 (podzemná voda – 4,3 m)	4733/2021	17.4.2021
UČS18-02 (zemina na výluh 4,2 m)	4736/2021	17.4.2021



## Metodika hydrogeochemických prác

Vzorka podzemnej vody bola odobratá podľa normy STN ISO 5567-11 Kvalita vody, odber vzoriek, časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd. Terénne merania boli vykonané prenosným multiparametrovým prístrojom Hach Lange HQ40. Pred odberom vzorky vody boli zisťované základné parametre vody:

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

Odobratá vzorka podzemnej vody bola v prenosnom boxe s ochladením transportovaná do akreditovaného laboratória INGEO-ENVILAB, s. r. o, Divízie chémie a mikrobiológie v Žiline. Odobraté vzorky podzemnej vody a zeminy boli analyzované v rozsahu základného fyzikálno-chemického rozboru, rozšíreného o stanovenia agresívnych vlastností vôd na ich styku so základovými betónmi a železnými materiálmi. Špeciálne ekologické vzorky (voda + pôda) boli analyzované podľa smernice na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia č. 1/2015 – 7 (platnej od 20. 2. 2015). Výsledné laboratórne stanovenia sú uvedené v protokoloch o skúške vôd a protokoloch o skúške vodných výluhov zemín (Príloha 5.2).

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  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
- reakcie vody pH;
- obsahu agresívneho  $\text{CO}_2$  na vápno výpočtom podľa Tillmansa alebo Heyerovou skúškou;
- obsahu iónov  $\text{NH}_4^+$ ;
- obsahu iónov  $\text{Mg}^{2+}$ .

Chemická charakteristika hodnotenej vzorky zeminy pre posúdenie jej agresívnych chemických vlastností na betón je hodnotená podľa limitných hodnôt normy:

- obsahu iónov  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
- 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 neliéniových 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  $\text{Cl}^-$  a  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
- obsah agresívneho  $\text{CO}_2$  na železo.

Chemická charakteristika hodnotenej vzorky zeminy 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, preto boli analyzované podzemné vody zastúpené od základných výrazných až po zmiešané chemické typy.

Podľa chemickej klasifikácie (Gazda, 1971) patrí podzemná voda k chemickému typu:

- zmiešaná prevažujúca natrium kalcium – chloridovobikarbonátová

Podľa reakcie vody pH sú podzemné vody:

- neutrálne: UČS18-02

Laboratórne stanovené obsahy hodnotiacich ukazovateľov koróznej agresivity na ocel' porovnané s medznými hodnotami normy sú spracované v tabuľke 7.

Tabuľka 7 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: 2013+A1: 2017

Vrt	merná elektrická vodivosť	pH	Mg	NH <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> +Cl <sup>-</sup>	agresivný CO <sub>2</sub> na železo / Hayer	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 <sup>-1</sup>		mg.l <sup>-1</sup>			mg.dm <sup>-3</sup> / mg.l <sup>-1</sup>				
UČS18-02	1670	7,30	50,1	0,04	93,7	394,7	0,00 / 0,00	veľmi vysoká IV. stupeň	veľmi vysoká IV. stupeň	bez chemického pôsobenia

## Agresívne vlastností podzemných vôd

Analýzovaná vzorka podzemnej vody z vrtu **UČS18-02** odobratá z hĺbky 4,3 m p. t. tvorí podľa svojho chemického zloženia kvapalné **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 ocel' 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 ocel' 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 ocel' so stupňom koróznej agresivity III a IV použiť zosilnenú izoláciu**.

## Zhodnotenie agresívnych vlastností zemín

Z výsledkov stanovení hodnotiacich ukazovateľov agresívnych vlastností prostredia na betón – obsahu síranov SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> a kyslosti vo vzorke zeminy z vrtu **UČS18-02** z hĺbky 4,2 m vyplýva, že fluvialny štrk 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 **UČS18-02** z hĺbky 4,2 m vyplýva, že fluvialny štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-F) **tvorí prostredie so strednou chemickou agresivitou na ocel' so stupňom koróznej agresivity II**.

Na ochranu ocele uloženej v pôde a vode sa odporúča podľa hodnotiacej normy STN 03 8372 v prostredí so strednou agresivitou na ocel so stupňom koróznej agresivity II. použiť normálnu izoláciu.

Tabuľka 8 Stupeň chemického pôsobenia zemín na betón a korózneho pôsobenia zemín na ocel

Geologické dielo (hĺbka odberu)	obsah Cl <sup>-</sup>	obsah celk. síry	obsah SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	kyslosť zemín	STN EN 206:2013 + A1:2017 (chemický účinok na betón)	STN 03 8372 (agresivita na kovové materiály)
	%		mg/kg suš	ml/kg		
UČS18-02 (4,2 m)	<0,01	0,11	377,0	9,8	slabo agresívne prostredie (XA1)	stredne vysoký II. stupeň

## 2.3 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery územia obratiska Važecká

Obratisko Važecká je tvorené nosným uzavretým okruhom s dvoma vnútornými polkruhmi a 4 výhybkami (Obrázok 3 a 4). Vybudované bolo v údolnej nive Hornádu, v úrovni okolitého terénu a je križované cestnou komunikáciou a chodníkom pre chodcov na ulici Važecká.

V rámci podrobného inžinierskogeologického prieskumu boli v záujmovom území realizované jadrové vrty UČS18-01 až UČS18-03, dynamické penetračné sondy DPS18-01 až DPS18-08 a statické zaťažovacie skúšky v kopaných sondách SZS18-01 až SZS18-07 (Príloha 2). Geologické diela boli situované na vonkajšom aj vnútornom okruhu koľají, prevažne z ich vonkajších strán. Konečné umiestnenie vrtov a sond zohľadňovalo existujúce podzemné inžinierske siete a trakčné vedenie. Kopanie sond v osi koľají bolo limitované železnými rozperami medzi koľajnicami vo vzdialenosti cca 2 m a asfaltobetónovým krytom, ktorý by výkopy značne poškodili.

Inžinierskogeologické a geotechnické pomery obratiska sú zobrazené v pozdĺžnych schematických inžinierskogeologických a geotechnických profiloch 18-1 (vonkajší okruh) a 18-2 (vnútorný polkruh) v mierke 1:500/100 (Príloha 3.1 a 3.2).



Obrázok 3 a 4 Porušený asfaltobetónový kryt v úsekoch výhybiek obratiska Važecká



### 2.3.1 Koľajový zvršok a podkladové vrstvy

Povrch koľajového zvršku je takmer na celom úseku UČS 18 obrátiska Važecká tvorený opotrebovaným a porušeným asfaltobetónovým krytom. V miestach výhybiek a v km 0,135-0,195 vnútorného polkruhu bol rozrušený asfaltobetón nahradený kamenivom (Obrázok 5). Pod asfaltobetónovým krytom bol v hĺbke do 0,2-0,3 m zistený veľmi uľahnutý štrk ílovitý, štrk siltovitý, lokálne íl štrkovitý pevnej konzistencie (G5/GCY, G4/GMY, F2/CGY). V podloží štrkov bola od hĺbky 0,2-0,3 m zachytená vrstva betónu hrúbky do 10 cm (Obrázok 6) a pod betónom do hĺbky 0,6-1,0 m poloha štrkodrvy charakteru štrku zle zrneného (G2/GPY), štrku s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-FY), na báze s ílom štrkovitým a štrkom ílovitým (F2/CGY, G5/GCY). Podľa výsledkov dynamických penetračných skúšok sú konštrukčné a podkladové vrstvy koľajového zvršku prevažne charakteru štrku zle zrneného až štrku ílovitého (G2/GPY, G5/GCY), stredne až veľmi uľahnutého ( $I_D = 0,53 - 1,00$ ) s odvodeným modulom pretvárnosti  $E_{DPS} = 53,7 - 157,8$  MPa a odporúčanou hodnotou  $E_{DPS} = 65$  MPa. Hrúbka konštrukčnej a podkladovej vrstvy koľajového zvršku obrátiska je v rozmedzí 0,6-0,8 m. V Štúdií pre zadanie projektovej dokumentácie k stavbe (A. Filipek, 2019) je navrhnutá demontáž koľajového zvršku a AB krytu.

Podľa skúseností z rekonštrukcie električkovej trate v Bratislave na Americkom námestí na stránke [www.imhd.sk](http://www.imhd.sk) predpokladáme, že konštrukcia koľajového zvršku je atypická, kde koľajnice boli osadené na otočených zabetónovaných koľajniciach. Na obrátisku Važecká bola overená betónová vrstva a otočené koľajnice neboli prieskumom overené. Podvaly neboli v konštrukcii koľajového zvršku zaznamenané ani v jednej z kopaných sond pre statické zaťažovacie skúšky.



Obrázok 5 Náhrada AB krytu kamenivom v mieste výhybky



Obrázok 6 Vrstva betónu zistená v kopaných sondách

### 2.3.2 Úroveň zemnej pláne

Obrátisko Važecká bolo vybudované na rovinatom teréne údolnej nivy Hornádu na povrchu s náplavovými ílmi a siltami. V úrovni plánovanej zemnej pláne boli v hĺbke 1,1 m pod TK zistené prevažne jemnozrnné zeminy fluvialnych náplavov Hornádu a lokálne štrkovité íly z bázy koľajového zvršku. Jemnozrnné náplavové íly a silty tu dosahujú hrúbku 1-2 m. Statickými zaťažovacími skúškami (Obrázok 7 a 8) boli v úrovni budúcej zemnej pláne testované íly a silty s vysokou plasticitou (F8/CH, F7/MH), menej íly štrkovité (F2/CG) a íly piesčité (F4/CS) pevnej konzistencie, ktoré sú v zmysle STN 6133 vysoko namŕzavé až nebezpečne namŕzavé.



Zistené redukované moduly pretvárnosti boli v rozsahu  $E_{0r}=11,1-44,72$  MPa s odporúčanou hodnotou  **$E_{0r} = 25$  MPa**, ktorá je pre vysokoplastické íly vysoká (cca dvojnásobná) a možno ju vysvetliť použitím stabilizácie v čase výstavby, ktorá však nebola makroskopicky rozoznateľná. Sondami dynamickej penetrácie bola v úrovni 1,0-1,6 m zistená vrstva pevných fluvialnych ílov s odvodeným modulom pretvárnosti  $E_{DPS} = 8,22 - 16,36$  MPa s odporúčanou hodnotou  **$E_{DPS} = 12$  MPa**.

Z výsledkov statických zaťažovacích skúšok vyplynulo, že únosnosť budúcej zemnej pláne obrátiska v zmysle TNŽ 73 6312 pre rýchlostné pásmo RP1 (rýchlosť  $\leq 60$  km/h) bude aj pod hranicou požadovaného limitu  $E_{0p} = 15$  MPa (požadovaný modul pretvárnosti  $E_{0p} \leq E_{0r}$ ).



Obrázok 7 Realizácia statickej zaťažovacej skúšky v úrovni budúcej zemnej pláne



Obrázok 7 Štrkodrva v kopanej sonde pod vrstvou betónu

### 2.3.3 Vodný režim

V zmysle TNŽ 73 6312 z hľadiska **vodného režimu** sú na lokalite obrátiska **priaznivé pomery**. Dovolená hrúbka premrznutia zemnej pláne pre rýchlostné pásmo RP1 a nebezpečne namrzavé zeminy dosahuje pri priaznivom vodnom režime hodnotu  **$h_{z,dov} = 0,50$  m**.

Hladina podzemnej vody zistená vrtmi v hĺbke 4,3 m p. t. sa nachádza hlbšie ako je dosah zóny premrzania pre danú klimatickú oblasť.

## 2.4 Kategorizácia zemín

Jednotlivé vyčlenené typy pokryvných kvartérnych zemín vyskytujúcich sa na úseku UČS 18 Obrátisko Važecká radíme podľa STN 73 3050 do nasledovných tried ťažiteľnosti:

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

Tabuľka 9 Namŕzavosť zeminy podľa zrnitosti pomocou upraveného Scheibleho kritéria a vhodnosť do násypu a podložia vozovky v zmysle STN 73 6133

Trieda a symbol zeminy	Namŕzavosť zeminy podľa zrnitosti pomocou upraveného Scheibleho kritéria	Vhodnosť pre podložie vozovky (aktívna zóna)	Vhodnosť do násypu
F1/MG, F2/CG	namŕzavé	podmienečne vhodné	podmienečne vhodné
F3/MS <sub>1</sub> , F4/CS <sub>1</sub>	nebezpečne namŕzavé	vhodné	vhodné
F3/MS <sub>2</sub> , F4/CS <sub>2</sub>	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 čiary zrnitosti pod 0,01 mm

### 3 ZÁVER

Cieľom geologickej úlohy „**KE, Modernizácia električkových tratí v meste Košice, 2. etapa, úsek UČS18 Obratisko Važecká**“ bol podrobný inžinierskogeologický prieskum územia obratiska za účelom modernizácie stavebného objektu. Vzhľadom na konštrukciu obratiska nebolo požadované a realizované ekologické hodnotenie koľajového kameniva. Inžinierskogeologickým prieskumom boli zistené nasledujúce skutočnosti.

Na území obratiska dominujú navážky električkovej trate tvorené koľajovým zvrškom s porušeným asfaltobetónovým krytom, v podloží ktorého sa do hĺbky 0,2-0,3 m vyskytuje štrk, a na báze štrku súvislá vrstva betónu hrúbky do 10 cm. V konštrukcii koľajového zvršku neboli zaznamenané podvaly. Koľajový zvršok do hĺbky cca 0,6-1,0 m tvorí štrkodrava a zahlinený štrk. V podloží koľajového zvršku a v úrovni plánovanej zemnej pláne sa nachádzajú fluvialne náplavové íly a silty Hornádu hrúbky 1-2 m a v ich podloží fluvialne štrky a piesky overené do hĺbky 6 m. Neogénne podložie fluvialnych štrkov nebolo zistené. Hladina podzemnej vody sa v čase prieskumu nachádzala v hĺbke 4,3 m p. t.

Budúcu zemnú pláň tvoria fluvialne náplavové íly a silty s redukovanými modulmi pretvárnosti v rozsahu  $E_{0r} = 11,1-44,72$  MPa, z čoho vyplýva, že únosnosť budúcej zemnej pláne obratiska v zmysle TNŽ 73 6312 pre rýchlostné pásmo RP1 (rýchlosť  $\leq 60$  km/h) bude aj pod hranicou požadovaného limitu  $E_{0p} = 15$  MPa.

V rámci modernizácie obratiska Važecká je v Štúdii z r. 2019 navrhovaná demontáž koľajového zvršku s asfaltobetónovým krytom a jeho náhrada vhodnými konštrukčnými vrstvami koľajového zvršku a spodku, pričom budúca zemná pláň bude vyžadovať opatrenia na zabezpečenie požadovanej únosnosti zlepšením parametrov zemín cementáciou. Bude nutné použiť separačnú geotextíliu na zabránenie znečistenia štrkových konštrukčných vrstiev jemnozrnnými ílovitými časticami. Z telesa obratiska bude nevyhnutné zabezpečiť zachytávanie a odvádzanie zrážkových vôd a navrhnúť vhodné odvodnenie konštrukcie električkového spodku.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Quitt, E.: Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav Brno, 1971
- Kaličiak, M. a kol.: Geologická mapa Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť, mierka 1:50 000. GS SR Bratislava, 1996
- 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.: Atlas inžinierskogeologických máp SSR, 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
- 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).
- STN ISO 5667-1:2006 Kvalita vody, Odber vzoriek, Časť 1
- STN ISO 5567-11 Kvalita vody, odber vzoriek, časť 11: Pokyny na odber vzoriek podzemných vôd.
- STN EN 206-1: 2013+A1 :2017 : Betón, časť 1, Špecifikácia, vlastnosti, výroba, zhoda.
- STN 03 8372 Zásady ochrany proti korózii nelíniových zariadení uložených v zemi alebo vo vode zo dňa 2. 2. 1977
- Kol. autorov : Technické podmienky TP 13/2011. Príručka monitoringu vplyvu cestných komunikácií na životné prostredie, MDVRR SR, Sekcia cestnej dopravy, pozemných komunikácií a investičných projektov, 2011
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 282/2010 z 9. júna 2010, ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd
- Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 269/2010 z 25. mája 2010, ktorým sa ustanovujú požiadavky na dosiahnutie dobrého stavu vôd

## 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 .....	8
1.8 Prieskumné územia a ložiská nerastných surovín .....	9
1.9 Legislatívna ochrana územia .....	9
1.10 Znečistenie horninového prostredia .....	9
1.11 Žiarenie z prírodných zdrojov a radónové riziko .....	9
1.12 Rozsah a metodika realizovaných geologických prác .....	9
1.12.1 Jadrové vrty .....	10
1.12.2 Kopané sondy .....	10
1.12.3 Sondy dynamickej penetrácie .....	11
1.12.4 Statické zaťažovacie skúšky doskou .....	11
1.12.5 Vzorkovanie a laboratórne práce mechaniky zemín a chémie vôd .....	12
1.12.6 Meračské práce .....	12
1.12.7 Práce geologickej služby .....	12
2 PODROBNÁ ČASŤ .....	13
2.1 Inžinierskogeologické a geotechnické hodnotenie zemín .....	13
2.1.1 Kvartér .....	13
2.1.1.1 Antropogénne sedimenty .....	13
2.1.1.2 Fluviálne sedimenty .....	14
2.2 Hydrogeochemické zhodnotenie .....	16
2.3 Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery územia obrátiska Važecká .....	19
2.3.1 Kofajový zvršok a podkladové vrstvy .....	20
2.3.2 Úroveň zemnej pláne .....	20
2.3.3 Vodný režim .....	21
2.4 Kategorizácia zemín .....	21
3 ZÁVER .....	22
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....	23



**ZOZNAM PRÍLOH**

Príloha 1	Prehľadná situácia územia, mierka 1: 50 000
Príloha 2	Situácia realizovaných geologických diel, UČS 18, mierka 1: 500
Príloha 3.1	Pozdĺžny schematický inžinierskogeologický a geotechnický profil 18-1, km 0,000-0,34503, mierka 1: 500/100
Príloha 3.2	Pozdĺžny schematický inžinierskogeologický a geotechnický profil 18-2, Km 0,000-0,19527, mierka 1: 500/100
Príloha 4.1	Geologická dokumentácia vrtov, kopaných sond a fotodokumentácia
Príloha 4.2	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	adónové riziko z geologického podložia .....	9
Tabuľka 4	Realizovaný rozsah geologických prác.....	10
Tabuľka 5	Podrobný rozsah realizovaných geologických prác na UČS 18.....	11
Tabuľka 6	Prehľad analyzovaných vzoriek podzemných vôd a výluhov zemín.....	16
Tabuľka 7	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 .....	18
Tabuľka 8	Stupeň chemického pôsobenia zemín na betón a korózneho pôsobenia zemín na ocel' .....	19
Tabuľka 9	Namfzavosť zeminy podľa zrnitosti pomocou upraveného Scheibleho kritéria a vhodnosť do násypov .....	22