



CAD-ECO a.s., Svätoplukova 28, 821 08 Bratislava
projekčná činnosť | inžinierska činnosť | stavebný dozor | životné prostredie
inžinierska geológia | hydrogeológia | geotechnika | geofyzika | ložisková geológia

Geologické oprávnenie na vykonávanie geologických prác
vydané MŽP SR pod poradovým číslom 2069, dňa 07. 09. 2015,
číslo spisu: 6321/2015-7.3

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

Názov geologickej úlohy:	ŽSR Nižná Myšľa – Ruskov, komplexná rekonštrukcia koľaje č.2
Číslo geologickej úlohy:	333/2020/ZA
Reg. číslo Geofondu:	641/2020
Etapa prieskumu:	podrobný inžinierskogeologický prieskum orientačný geologický prieskum životného prostredia (ekologické hodnotenie koľajového kameniva)
Okres:	Košice (806)
Objednávateľ:	SUDOP Košice a.s. Žriedlová 1 040 01 Košice
Zhotoviteľ:	CAD-ECO a.s. Svätoplukova 28 821 08 Bratislava
Zodpovedný riešiteľ:	RNDr. Marian Kuvik, PhD.
Spoluriešitelia:	
- inžinierska geológia	RNDr. Emília Žabková, RNDr. Štefan Holeša, Mgr. Martin Borovský
- geotechnika	Ing. Martin Sinak, Ing. Štefan Bondra Ing. Jozef Sňahničan, GEOSOUL s.r.o., Bratislava
- hydrogeológia	RNDr. Branislav Prelovský, GEOSOUL s.r.o., Bratislava
- terénne skúšky	Mgr. Marián Coplák, Mgr. Tomáš Cedzo Martin Šimek, Štefan Konkolovský
Dátum vyhotovenia:	15.11.2020
Exemplár číslo:	0
Za objednávateľa schválil:	

Ing. Rozália Gergelyová
predseda predstavenstva

Obsah

1	Všeobecná časť.....	1
1.1	Hospodársko – administratívne údaje	1
1.2	Identifikačné údaje.....	1
1.3	Stručná charakteristika prírodných pomerov.....	2
1.3.1	Geomorfologické pomery.....	2
1.3.2	Klimatické pomery	3
1.3.3	Geologická stavba.....	4
1.3.4	Inžinierskogeologické pomery.....	5
1.3.5	Geodynamické javy	6
1.3.6	Hydrogeologické a hydrologické pomery	7
1.4	Seizmicita územia.....	9
1.5	Legislatívna ochrana územia.....	10
1.6	Ložiská nerastných surovín.....	10
1.6	Znečistenie horninového prostredia.....	10
1.7	Žiarenie z prírodných zdrojov a radónové riziko.....	11
1.8	Doterajšia preskúmanosť územia	12
1.9	Rozsah a metodika prieskumných prác.....	13
1.9.1	Jadrové vrty a kopané sondy	14
1.9.2	Statická a rázová zaťažovacia skúška doskou.....	14
1.9.3	Sondy dynamickej penetrácie.....	15
1.9.4	Sondy statickej penetrácie	16
1.9.5	Laboratórne práce mechaniky zemín, chémie vôd a zemín	17
1.9.6	Ekologické hodnotenie koľajového kameniva	18
1.9.7	Meračské práce	18
1.9.8	Práce geologickej služby	18
2	Podrobná časť	20
2.1	Inžinierskogeologické a geotechnické hodnotenie zemín.....	20
2.1.1	Kvartér.....	20
2.1.2	Neogén.....	26
2.2	Inžinierskogeologické a geotechnické zhodnotenie trasy 2. koľaje	27
2.2.1	Zárezy a odrezy.....	27
2.2.2	Násypy a prísypy	27
2.2.3	Železničný zvršok a podkladné vrstvy.....	28
2.2.4	Podložie zemného telesa železničnej trate	30
2.3	Hydrogeologické pomery	30
2.3.1	Hydrogeologické pomery územia.....	30
2.3.2	Hydrochemické vlastnosti podzemných vôd	32
2.3.3	Vodný režim	32
2.4	Návrhy a odporúčania	33
2.5	Ekologické hodnotenie materiálu podvalového podložia	36
2.5.1	Granulometrické zloženie materiálu podvalového podložia a zjednodušený petrografický rozbor kameniva	36
2.5.2	Ekologická kvalita materiálu podvalového podložia	37
2.6	Kategorizácia zemín a hornín.....	39
2.7	Geodetické zameranie prieskumných diel a charakteristických bodov	39

3	Záver	41
	Zoznam použitej literatúry	42

Zoznam príloh**Príloha 1 Prehľadná situácia územia M 1: 100 000****Príloha 2 Situácia prieskumných diel M 1: 2000****Príloha 3 Schematické pozdĺžne inžinierskogeologické a geotechnické profily**

Príloha 3.1 Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 77,400 – 78,500

Príloha 3.2 Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 78,500 – 79,600

Príloha 3.3 Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 79,600 – 80,700

Príloha 3.4 Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 80,700 – 81,800

Príloha 3.5 Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 81,800 – 82,900

Príloha 3.6 Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 82,900 – 84,000

Príloha 3.7 Priechne inžinierskogeologické rezy

Príloha 4 Geologická dokumentácia

Príloha 4.1 Geologická dokumentácia a fotodokumentácia vrtov

Príloha 4.2 Dokumentácia archívnych diel

Príloha 4.3 Dokumentácia kopaných sond

Príloha 5 Terénne skúšky

Príloha 5.1 Sondy dynamickej penetrácie

Príloha 5.2 Statické zaťažovacie skúšky

Príloha 5.3 Rázové zaťažovacie skúšky

Príloha 5.4 Statické penetračné skúšky

Príloha 6 Výsledky laboratórnych analýz

Príloha 6.1 Laboratórne skúšky mechaniky zemín

Príloha 6.2 Hodnotenie ekologickej kvality materiálu podvalového podložia

Príloha 6.2.1 Protokoly o odbere a príprave vzoriek

Príloha 6.2.2 Laboratórne skúšky z mechaniky zemín kameniva a petrografický rozbor kameniva

Príloha 6.2.3 Laboratórne rozborové chemie zemín - kameniva, protokoly o skúške

Príloha 7 Meračská správa

Zoznam obrázkov

Obrázok 1	Výrez z geologickej mapy 1 : 50 000 (zdroj: www.geology.sk).....	5
Obrázok 2	Výrez z mapy svahových deformácií (zdroj: www.geology.sk).....	7
Obrázok 3	Mapa ložísk nerastných surovín a mapa registrovaných skládok (Zdroj: www.geology.sk) ..	11
Obrázok 4	Pohľad na do kopanej sondy pre SZS-30 s charakteristickým zložením konštrukčných vrstiev, kde sa pod vrstvou koľajového kameniva nachádza vrstva škváry.	21
Obrázok 5	Pohľad na do kopanej sondy pre statickú zaťažovaciu skúšku SZS-05 s charakteristickým zložením konštrukčných vrstiev, kde sa pod vrstvou koľajového kameniva nachádza vrstva ílu strednej plasticity.....	22
Obrázok 6	Zaílované terasové štrky zachytené počas prieskumných prác vo vrte V-2.....	25
Obrázok 7	Pohľad na naklonené trakčné stožiare v úseku železničnej trate v žkm 83,200 – 83,400...28	
Obrázok 8	Pohľad na zárezový úsek železničnej trate v žkmcca78,600 – 78,900.Pozdĺžne odvodňovacie priekopy sú zarastené, nevyčistené.....	29
Obrázok 9	Pohľad na zatopenú kopanú sondu pre statickú zaťažovaciu skúšku ZS-2/11. Voda priteká na rozhraní koľajového kameniva a podložných nepriepustných vrstiev zemnej pláne.....	33

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1	Geomorfologické členenie	2
Tabuľka 2	Základné klimatické charakteristiky klimatických oblastí.....	3
Tabuľka 3	Priemerné mesačné úhrny zrážok a priemerné teploty vzduchu za obdobie 1961 až 1990 na meteorologickej stanici Košice – letisko (230 m n. m.) Zdroj SHMÚ	4
Tabuľka 4	Zoznam najbližších vodomerných staníc v okolí oblasti prieskumu	9
Tabuľka 5	Priemerné mesačné a extrémne prietoky ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) na sledovaných vodných tokoch	9
Tabuľka 6	Ložiská nevyhradeného nerastu	10
Tabuľka 7	Výhradné ložiská s dobývacím priestorom	10
Tabuľka 8	Základné identifikačné údaje registrovanej environmentálnej záťaže	11
Tabuľka 9	Radónové riziko z geologického podložia	12
Tabuľka 10	Prehľad realizovaných statických zaťažovacích skúšok a skúšok LDD.....	15
Tabuľka 11	Prehľad realizovaných sond dynamickej penetrácie.....	16
Tabuľka 12	Prehľad realizovaných statických penetračných sond pre mosty a múry.....	17
Tabuľka 13	Prehľad odberov vzoriek.....	17
Tabuľka 14	Prehľad realizovaných skúšok mechaniky zemín.....	17
Tabuľka 15	Prehľad bobtnavostiresp. presadavostipolygenetických ílov	26
Tabuľka 16	Prehľad archívnych údajov o hladine podzemnej vody v hodnotenom území	31
Tabuľka 17	Prehľad petrografického zloženia kameniva železničného zvršku výhybiek.....	37
Tabuľka 18	Hmotnosť priemernej vzorky, frakcií 0-8 mm, 16-32 mm a 32-63 mm a ich percentuálny podiel k celku	37
Tabuľka 19	Výsledné hodnotenie ekologickej kvality materiálu podvalového podložia medzistaničnej koľaje.....	38
Tabuľka 20	Namfzavosť zeminy podľa zrnitosti pomocou upraveného Scheibleho kritéria a vhodnosť do násypov a podložia vozovky v zmysle STN 73 6133	39
Tabuľka 21	Zoznam súradníc realizovaných prieskumných diel	40

1 VŠEOBECNÁ ČASŤ

1.1 Hospodársko – administratívne údaje

Predkladaná záverečná správa geologickej úlohy

ŽSR Nižná Myšľa – Ruskov, komplexná rekonštrukcia koľaje č.2

je vypracovaná na základe objednávky č. 95/1917/2020/Ob, objednávateľa spoločnosti SUDOP Košice a.s. zo dňa 11.08.2020. Geologická úloha bola u zhotoviteľa prác, spoločnosti CAD-ECO a. s. Bratislava, zaregistrovaná pod číslom **333/2020/ZA**. V zmysle §13 Geologického zákona bola úloha zaregistrovaná na Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra pod číslom **641/2020**. Na základe objednávky bol spracovaný a schválený Projekt geologickej úlohy (potvrdené emailom dňa 21.8.2020).

Podrobný inžinierskogeologický prieskum bol realizovaný v zmysle zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov, vyhlášky č. 51/2008 Z.z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov a podľa platných technických noriem a smerníc. Hodnotenie koľajového kameniva bolo vykonané v zmysle MP 18/1999 MDPT SR, geotechnický prieskum podvalového podložia vychádzal z požiadaviek predpisu TS-4 ŽSR a jednotlivé charakteristiky boli spracované podľa TNŽ 73 6312.

Úloha je riešená v etape podrobného inžinierskogeologického prieskumu (geotechnický prieskum podvalového podložia) pre komplexnú rekonštrukciu 2. traťovej koľaje medzi železničnými stanicami Ruskov a Nižná Myšľa. Charakter a rozsah geologických prác je spracovaný na základe požiadaviek objednávateľa a podrobne je spracovaný v kapitole 1.9 (Rozsah a metodika prieskumných prác). Súčasťou prieskumných prác je i orientačný geologický prieskum životného prostredia (ekologické hodnotenie koľajového kameniva).

Podľa zákona č.569/2007 Z. z. §19 odst.1 a vykonávacej Vyhlášky MŽP SR č.51/2008 zabezpečí objednávateľ odovzdanie jedného exempláru záverečnej správy Odboru informatiky Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1,817 04 Bratislava 11, ktorý je poverený trvalo uchovávať geologickú dokumentáciu pre ďalšie využitie.

1.2 Identifikačné údaje

Stavba

Názov stavby:	ŽSR Nižná Myšľa – Ruskov, komplex. rekonštrukcia koľaje č.2
Kraj:	Košický
Okres a kód okresu:	Košice - okolie (806)
Katastrálne územie:	Ruskov, Nižná Myšľa, Vyšná Myšľa, Bohdanovce a Blažice
Druh stavby:	Rekonštrukcia
Investor - stavebník:	Železnice Slovenskej Republiky

Objednávateľ

Názov:	SUDOP Košice a.s.
Adresa:	Žriedlová 1, 040 01 Košice
IČO:	31 664288
IČ DPH:	SK2020485115

Bankové spojenie: VÚB, a. s., Košice mesto
 IBAN: SK080200 0000 000061206512

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

Záujmová oblasť prieskumu sa nachádza v Košickom samosprávnom kraji, v okrese Košice - okolie (806), v katastrálnom území obcí Ruskov (IČZÚJ521957, IČÚTJ853691), Nižná Myšľa (IČZÚJ 521736, IČÚTJ 840840), Vyšná Myšľa (IČZÚJ 522198, IČÚTJ 871231), Bohdanovce (IČZÚJ 521205, IČÚTJ 803413) a Blažice (IČZÚJ 521191, IČÚTJ 803111).

Oblasť prieskumu sa nachádza na železničnej trati č.190 Košice – Čierna nad Tisou v žkm77,400 – 84,000. Železničná trať vedie ľavobrežnými svahmi údolia rieky Olšava resp. jej aluviálnou nivou.

1.3.1 Geomorfologické pomery

Podľa regionálneho geomorfologického členenia Západných Karpát (Mazúr, E., Lukniš, M., in Atlas krajiny SR, 2002) je dotknuté územie zaradené do Alpsko – himalájskej sústavy. Hodnotenú územie patrí do podsústavy Karpaty, provincie Západné Karpaty, subprovincie Vnútorne Západné Karpaty. Podrobnejšie členenie je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Geomorfologické členenie

	1.	2.
Sústava	Alpsko–himalájska	
Podsústava	Karpaty	
Provincia	Západné Karpaty	
Subprovincia	Vnútorne Západné Karpaty	
Oblasť	Lučenecko-košická zníženia	Matransko-slanská oblasť
Celok	Juhoslovenská kotlina	Slanské vrchy
Podcelok	Košická kotlina	Milič
Časť	Toryská pahorkatina	-

Lokalita leží na západnom úpätí Slanských vrchov v ich južnej časti v nadmorskej výške cca 190 – 280 m n.m. Oblasť Toryskej pahorkatiny predstavuje reliéf nížinných pahorkatín, naopak Slanské vrchy reliéf vrchovinový. Slanské vrchy sú oproti Toryskej pahorkatine ohraničené morfológicky výraznými svahmi, ktorých vznik bol podmienený tektonickým a geologickým vývojom územia, najmä treťohorným vulkanizmom a následnou eróznou činnosťou. Najvýraznejšími vrcholmi v okolí sú Krádová (728 m n.m.), Bradlo (840 m n.m.) a Dobrák (820 m n.m.), ktoré sú súčasťou vulkánu Miliča.

Hlavným činiteľom, ktorý ovplyvňoval vývoj územia v nedávnej geologickej minulosti, bola najmä erózna činnosť rieky Olšava v súčinnosti s tektonickými procesmi - poklesávaním

výplne kotliny. Smer toku Olšavy je významne ovplyvnený nadregionálnym tektonickým porušením smeru S – J a geologickou stavbou okolitých horstiev, kde rieka sledovala najoslabenejšie časti masívu a postupne sa zarezala cez vulkanické horniny až do neogénnych sedimentárnych komplexov.

1.3.2 Klimatické pomery

Skúmané územie je v zmysle staršej klasifikácie (Quitt, 1971) zaradené do klimatickej oblasti T3 a T1, pričom priľahlé svahy Slanských vrchov prechádzajú postupne do oblasti MT8 až MT1.

Oblasť T1 charakterizuje dlhé leto, teplé a suché, prechodné obdobie je krátke, teplé, s mierne teplou jarou a teplou až mierne teplou jeseňou, zima je krátka, mierna až mierne chladná, suchá až veľmi suchá, s krátkym trvaním snehovej pokrývky.

Oblasť T3 možno charakterizovať veľmi dlhým, veľmi teplým a suchým letom, prechodné obdobie je krátke s teplou jarou a jeseňou, zima je krátka, mierna, suchá až veľmi suchá, s krátkym trvaním snehovej pokrývky.

Oblasť MT8 charakterizuje dlhé, teplé, mierne vlhké leto, prechodné obdobie je normálne dlhé s miernou jarou a mierne teplou jeseňou, zima je normálne dlhá, mierna až mierne chladná, suchá s krátkym trvaním snehovej pokrývky.

Oblasť MT1 má krátke leto, mierne chladné a vlhké, prechodné obdobie je veľmi dlhé s mierne chladnou jarou a miernou jeseňou, zima je normálne dlhá, chladná, suchá až mierne suchá s dlhým trvaním snehovej pokrývky.

Detailné údaje charakteristické pre jednotlivé klimatické oblasti sú uvedené v nasledujúcej tabuľke 2.

Tabuľka 2 Základné klimatické charakteristiky klimatických oblastí

	MT1	MT8	T1	T3
Počet letných dní ($T_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	20 – 30	40 – 50	50 – 60	60 – 70
Počet dní s priemernou teplotou 10°C a viac	120 – 140	140 – 160	160 – 170	170 – 180
Počet mrazových dní ($T_{\max} \leq 0,1^{\circ}\text{C}$)	160 – 180	130 – 140	120 – 130	110 – 120
Počet ľadových dní ($T_{\min} \leq 0,1^{\circ}\text{C}$)	40 – 50	40 – 50	30 – 40	30 – 40
Priemerná teplota v januári [$^{\circ}\text{C}$]	-5 – -6	-4 – -5	-3 – -5	-3 – -4
Priemerná teplota v júli [$^{\circ}\text{C}$]	15 – 16	17 – 18	17 – 19	19 – 20
Priemerná teplota v apríli [$^{\circ}\text{C}$]	5 – 6	7 – 8	7 – 8	8 – 10
Priemerná teplota v októbri [$^{\circ}\text{C}$]	6 – 7	7 – 8	7 – 9	8 – 9
Priemerný počet dní so zrážkami $\geq 1\text{mm}$	120 – 130	100 – 120	90 – 100	90 – 100
Zrážkový úhrn vo vegetačnom období	500 – 600	400 – 450	350 – 400	350 – 400
Zrážkový úhrn v zimnom období [mm]	300 – 350	250 – 300	200 – 300	200 – 300
Počet dní so snehovou pokrývkou	100 – 120	60 – 80	50 – 80	50 – 60
Počet zamračených dní	120 – 150	120 – 150	120 – 140	110 – 120
Počet jasných dní	40 – 50	40 – 50	40 – 50	50 – 60

Podľa novších teplotných a vlhkosťných kritérií v zmysle Končekovho členenia (Atlas SSR, 1980) možno územie zaradiť na rozhranie oblastí s prevahou horskej a nížinnej klímy. Z toho vyplýva i príslušnosť do dvoch rozličných oblastí – teplej a mierne teplej. Teplá oblasť je definovaná okrskom teplým a mierne vlhkým s chladnou zimou. Mierne teplá oblasť je charakterizovaná okrskom je mierne teplý a mierne vlhkým, vrchovinovým. Územie prechádza z teplého do mierne teplého okrsku v smere západ – východ. V tabuľke 3 je uvedený prehľad

priemerných mesačných zrážkových úhrnov a priemerných mesačných teplôt na pozorovacej stanici Košice - letisko.

Tabuľka 3 Priemerné mesačné úhrny zrážok a priemerné teploty vzduchu za obdobie 1961 až 1990 na meteorologickej stanici Košice – letisko (230 m n. m.) Zdroj SHMÚ

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Zrážky (mm)	28	27	32	42	72	84	84	74	53	43	48	35	622
Teplota (°C)	-3,6	-1,7	3,3	8,8	14,3	17,2	19,1	18,2	14,2	8,7	3,4	-0,9	8,4

Hĺbka premŕzania stanovená podľa ON 73 6196 „Ochrana cestných komunikácií pred účinkami premŕzania podložia“ je pre klimatické oblasti T1 a T3 stanovená nasledovne:

$$T1 (T_m = 160 - 180) \quad h_{pr} = \sqrt{2 \cdot \alpha_0 \cdot T_m} = 129 - 137 \text{ cm}$$

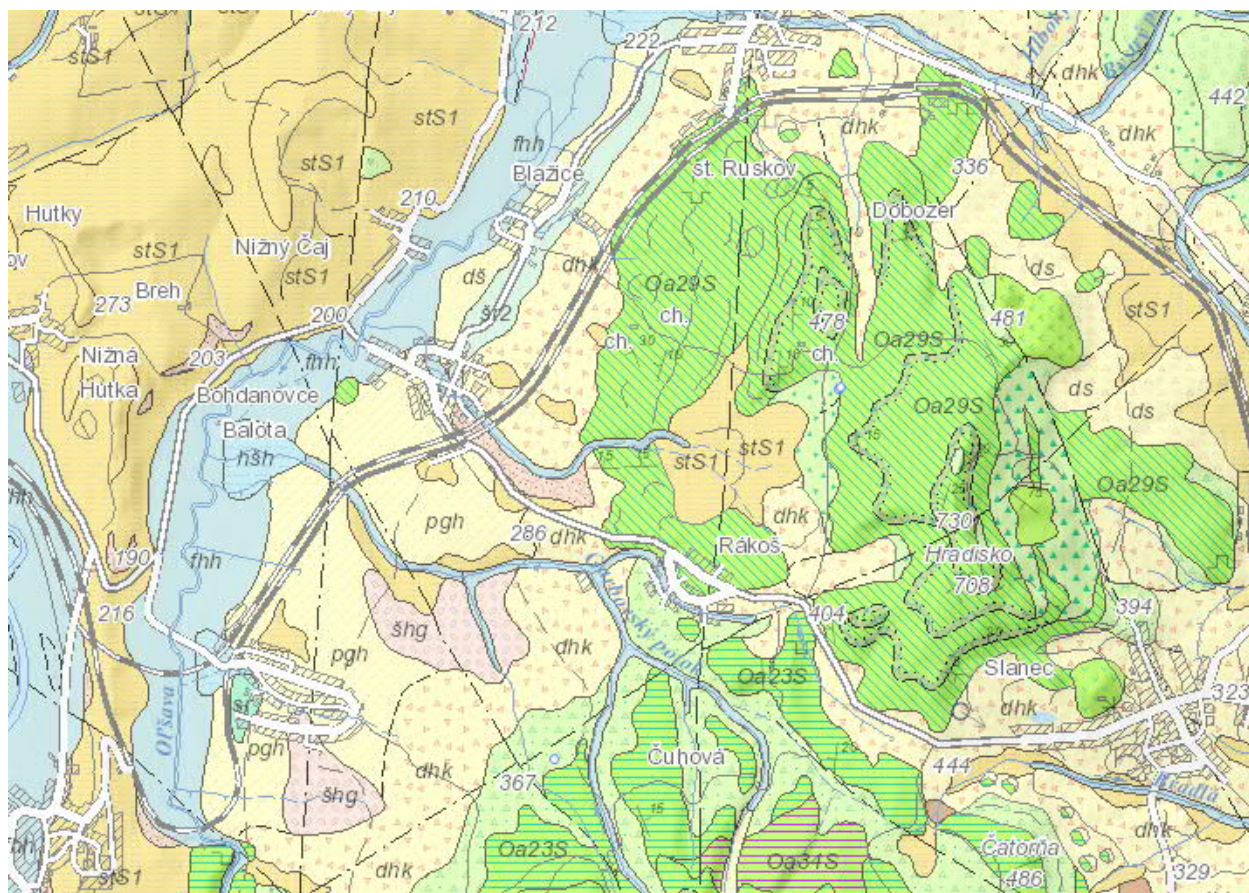
$$T3 (T_m = 110 - 120) \quad h_{pr} = \sqrt{2 \cdot \alpha_0 \cdot T_m} = 107 - 112 \text{ cm}$$

Klimatické pomery a hĺbka premŕzania v zmysle normy TNŽ 73 63 12 je vypočítaná na základe vzťahu $h_{pr} = 0,045 \sqrt{I_{mn}}$, pričom I_{mn} pre danú oblasť je 450°C.deň. Výsledná hĺbka premŕzania je $h_{pr} = 0,95 \text{ m} = 95 \text{ cm}$.

1.3.3 Geologická stavba

V zmysle regionálneho geologického členenia (Mahel' et al., 1967) je širšie územie v okolí železničnej trate budované horninami geotektonickej jednotky Vnútorne Západné Karpaty a geotektonickej jednotky Panónska panva (Košická kotlina). Oba celky sú budované horninami a zeminami neogénu a kvartéru. Podľa novšieho geologického členenia (Hók et al., 2016) patria neogénne horniny do neovulkanitov Slanských vrchov a neogénna kvartérna výplň do prešovskej resp. moldavskej kotliny.

Z hľadiska geologickej stavby Slanské vrchy sú v tejto lokalite budované horninami neogénnych vulkanitov, najmä hypersténicko-augitickými andezitmi a ich vulkanoklastikami, prípadne hlbinnými ekvivalentami (dacitmi). Nadložie vulkanických hornín tvoria neogénne zeminy stretavského súvrstvia, zastúpené hlavne pieskami, ílmi, bentonitovými ílmi, uhoľnými ílmi, lignitmi, tufitickými ílmi a tufmi, ktoré tiež predstavujú výplň panónskej panvy v danej lokalite. Územie je na povrchu pokryté kvartérnymi komplexami fluvialneho, proluviálneho, deluviálneho, eolického, polygenetického a antropogénneho pôvodu. Kvartérne sedimenty sú reprezentované predovšetkým ílmi a hlinami, v oblasti terénnych depresíí (údolia vodných tokov) aj štrkami a pieskami. V širšom okolí sa zachovali aj štrkové terasové sedimenty, reprezentované prevažne hlinitými štrkami s polygenetickým pokryvom. Svahy pod skalnými stenami sú pokryté deluviálnymi suťami rozličného obsahu. Výrez zo základnej geologickej mapy je na obrázku 1. Z hľadiska neotektonického vývoja sú dôležité najmä nadregionálne zlomy S – J smeru, ktoré zásadne ovplyvnili vznik reťaze vulkánov (pásma Slanských vrchov) ako aj orientáciu site hlavných vodných tokov (Olšava, Torysa, Topľa, Ondava, Hornád). Pričné zlomy majú prevažne orientáciu Z – V a rozčleňujú horninové komplexy na jednotlivé bloky, oddelené dnes údoliami vedľajších vodných tokov, ktoré tvoria prítoky vyššie spomenutej hlavnej siete vodných tokov.



Obrázok 1 Výrez z geologickej mapy 1 : 50 000 (zdroj: www.geology.sk)

Vysvetlivky: **Oa29S** – lávové prúdy hypersténicko-augitického andezitu; **stS1** – stretavské súvrstvie: íly, piesky, tuфы; **f3r7S1** – redeponované tuфы a epiklastické vulkanické pieskovce ryolitov; **šhg** – fluvialne sedimenty: štrky a reziduálne štrky nerozlišených akumulácií 3. a 2. vysokej terasy s pokryvom spraší a deluviálnych splachov; **pgh** – deluviálno-polygenetické sedimenty: hlinito-ílovité a piesčité svahové hliny; **hšh** – proluvialne sedimenty: prevažne hliny a piesčité hliny s úlomkami hornín a zahlienenými štrkami v nívnych náplavových kuželloch; **šr2** – fluvialne sedimenty: piesčité štrky a štrky nižších stredných terás; **dš** – deluviálne sedimenty: gravitačne resedimentované piesčité a piesčito-hlinité štrky svahovín; **dhk** – deluviálne sedimenty: prevažne hlinito-kamenité (podradne piesčito-kamenité) svahoviny a sutiny; **fhh** – fluvialne sedimenty: nečlenené nívne hliny, alebo piesčité až štrkovité hliny dolinných nív a nív horských potokov

1.3.4 Inžinierskogeologické pomery

V zmysle regionálnej inžinierskogeologickej klasifikácie hornín Slovenska (Matula a Pašek, 1986) je územie zatriedené do inžinierskogeologického regiónu Neogénnych vulkanitov, oblasť vulkanických hornatín: 46 – Milič, a tiež do regiónu neogénnych tektonických vkleslín, oblasti vnútrokarpatských nížin: 75 – Východoslovenská nížina. V zmysle regionálnej inžinierskogeologickej klasifikácie hornín Slovenska (Matula - Pašek, 1986) sa vyčleňuje v záujmovom území nasledovné litologické formácie:

- molasová formácia;
- formácia neovulkanitov;
- formácia kvartérnych pokryvných útvarov.

V mieste prieskumných prác a blízkom okolí sa vyskytujú nasledujúce inžiniersko-

geologické rajóny:

- **Rajón efuzívnych hornín (VI)** – litologicky je tvorený andezitmi, dacitmi a ich variantami, ktoré budujú stratovulkán Milič;
- **Rajón pyroklastických hornín (Vp)** – litologicky je tvorený konglomerátmi, tufmi, brekciami a redeponovanými pyroklastikami andezitového a ryolitového vulkanizmu. Horniny sú citlivé na zmeny vlhkosti, podliehajú rozpadu a zvetrávacím či eróznym procesom;
- **Rajón jemnozrnných sedimentov (Ni)** – litologicky je tvorený najmä ílmi, uhoľnými ílmi, lignitmi, bentonitovými ílmi, menej pieskmi. Íly sú všeobecne citlivé na zvetrávanie, či erózne procesy;
- **Rajón deluviálnych sedimentov na riečnych terasách (DT) a deluviálnych sedimentov (D)** – ide o pokryv územia na svahoch s miernym sklonom. Prevažne ide o ílovité sute a malým obsahom štrkových valúnov resp. úlomkov;
- **Rajón polygenetických zemín (Pg)** – zmiešané eolicko-deluviálne sedimenty pokrývajú terasových stupňov, tvorený prevažne jemnozrnnými zeminami so strednou a vysokou plasticitou;
- **Rajón fluviálnych sedimentov (F)** – ide o výplň údolí miestnych vodných tokov. Sedimenty sú prevažne hlinítopiesčitého charakteru s prímiesou štrkov, s možnými polohami bahnitých a/alebo balvanitých štrkov;
- **Antropogénne sedimenty (An)** – predstavujú v danej oblasti prevažne komplex stavebných navážok (násypy ciest, železníc a podobne).

1.3.5 Geodynamické javy

Medzi najvýznamnejšie geodynamické javy, ktoré sa vyskytujú v širšom okolí železničnej trate v hodnotenom úseku medzi Ruskovom a Nižnou Myšľou, patria najmä:

Zvetrávanie plošné a hĺbkové. Plošnému zvetrávaniu je vystavené celé územie, jeho dosah je obmedzený na kvartérny pokryv, ktorý chráni hlbšie uložené podložné horninové komplexy. Hĺbkové zvetrávanie je viazané na oblasti s výraznejšou cirkuláciou podzemnej vody, hlavne na porušené predkvartérne horniny. V skúmanom území ide najmä o neogénne vulkanické a vulkanoklastické horniny a neogénne sedimentárne horniny výplne Košickej kotliny.

Akumulácia sedimentov je viazaná v skúmanom území najmä na dná miestnych údolí do ktorých je pri dažďoch splachovaný jemnozrnný materiál z priľahlých svahov. Taktiež je prítomná pod skalnými východzmi vulkanických hornín v podobe tvorenia ospyvých kužeľov a deluviálnychsutí;

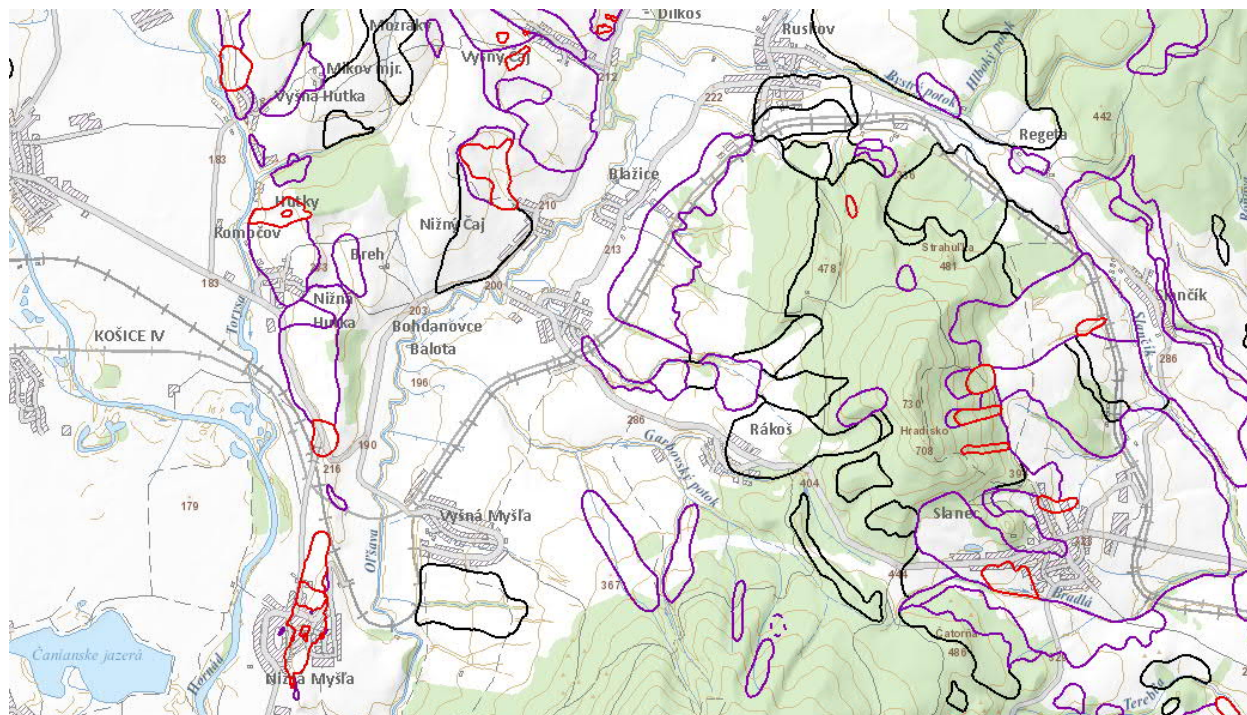
Erózia sa uplatňuje vo forme plošnej výmoľovej erózie na svahoch a bočnej, hĺbkovej erózie povrchových tokov a vo forme veternej erózie. Výsledkom sú erózne ryhy, výmole a podmyté brehy tokov a odvíjanie pôdneho pokryvu. Bočná a hĺbková erózia vodných tokov je eliminovaná regulačnými úpravami brehov a dna vodných tokov (najmä v zastavanom území);

Objemové zmeny zemín sa prejavujú najmä pri zmenách obsahu vody v zemine, resp. pri zamrzaní. Na objemové zmeny sú najviac náchylné íly, ílovité zeminy prípadne podložné neogénne ílovce, tufity a íly;

Výskyt málo únosného podložia je fenomén viazaný na jemnozrnné zeminy v komplexe fluviálnych náplavov prípadne preplavených sprašoidných zemín. Ide prevažne o nasýtené piesčité, resp. ílovité sedimenty, často s vysokým podielom organických prímiesí, ktoré

predstavujú výplň terénnych depresí (úvalín a dolín). Predstavujú problém pre stabilitu násypových telies a zakladanie stavieb.

Zamokrenie územia sa vyskytuje v údolných nivách tokov a v terénnych depresiách s nepriepustným podložím (ílovité fluviálne sedimenty prípadne polygenetické zeminy), prípadne na úpätí svahov násypov. V skúmanom území možno za sezónne zamokrené územia považovať miesta výverov podzemnej vody z komplexu terasových štrkov alebo svahových sutína svahoch terasových stupňov a miesta neudržiavaných pozdĺžnych odvodňovacích priekop.



Obrázok 2 Výrez z mapy svahových deformácií (zdroj: www.geology.sk)

Vysvetlivky: ■ – svahové deformácie stabilizované; ■ – svahové deformácie potenciálne; ■ – svahové deformácie aktívne

Svahové pohyby sú v širšom okolí hodnoteného územia široko rozvinuté. Známe sú najmä zosuvy v Nižnej Myšli. Vzhľadom na vysoké zastúpenie jemnozrnných sedimentov v hodnotenom území však vznikajú podmienky pre vznik lokálnych plošných a prúdových zosuvov najmä pri nevhodných technických zásahoch do svahov alebo pri nevhodnom využívaní krajiny (odlesňovanie, nevhodný spôsob poľnohospodárskej činnosti). Takéto potenciálne zosuvné svahy sú identifikované v úseku od Ruskova po Bohdanovce (viď obrázok 2). Ďalej sa v okolí vyskytujú svahové pohyby vo forme soliflukčných procesov (zliezanie sutí), ktoré sú viazané na klimatické cykly prípadne v kombinácii so zásahom do pôdneho pokryvu.

Podľa **Atlasu máp stability svahov SR** (Martinčeková - Šimeková, 2006) ide o územie prevažne nestabilné, stabilné len v oblasti údolnej nivy. Oblasti svahov predstavujú územie s vysokým až stredným stupňom náchylnosti ku vzniku svahových deformácií.

1.3.6 Hydrogeologické a hydrologické pomery

Z hľadiska **regionálneho hydrogeologického členenia** hodnotené územie zasahuje do hydrogeologického rajónu VM 111 – Neogén Slanských vrchov

Podzemné vody hodnoteného územia patria v zmysle Nariadenia vlády SR č.269/2010 Z.z., prílohy č. 2 k útvaru Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Slanských vrchov oblasti povodia Bodrog (kód útvaru SK 200550FP) a k útvaru Puklinové a medzizrnové podzemné vody neovulkanitov Slanských vrchov oblasti povodia Hornád (kód útvaru SK 200540FP).

Podzemné vody neovulkanitov sa formujú v dvoch odlišných horninových prostrediach. Horninové prostredie efúzičných kyslých vulkanitov tvoria andezity rôzneho petrografického zloženia. Ich priepustnosť je puklinová. Zvodnenie andezitových hornín závisí od ich stupňa rozpukania a tektonického porušenia.

Vulkanoklastické horniny sú tvorené rôznorodým pyroklastickým materiálom, najmä tufmi, brekciami a redeponiami andezitového vulkanizmu. Vyznačujú sa variabilnou, zväčša však nízkou medzizrnovo-puklinovou priepustnosťou. Nízka priepustnosť je dôsledkom zmenšenia medzizrnových priestorov a pórov v procese diagenézy a sekundárnej premeny, ako aj upchávaniu pórov a medzizrnových priestorov prachovitou a ílovitou výplňou. V horninovom prostredí sa tak vytvárajú len menšie zvodnenice.

Podzemné vody sú prevažne $\text{Ca}(\text{Mg})\text{HCO}_3$ chemického typu. Ich kvalita je všeobecne dobrá, v podzemnej vode sa však môže vyskytovať zvýšený obsah železa a mangánu. Zvýšený obsah síranov v podzemnej vode má agresívne účinky na oceľ a betón uložený pod hladinou podzemnej vody.

Sedimentárny neogén v hodnotenom území je zastúpený ílmi, uhoľnými ílmi, lignitmi, bentonitovými ílmi, menej pieskami. Horninové prostredie ako celok je prakticky nepriepustné, z hydrogeologického hľadiska je považované za izolátor, prostredie tvorí oblasti s takmer žiadnymi množstvami podzemnej vody. Hladina podzemnej vody je napätá.

Podzemné vody kvartérnych komplexov - kolektorom podzemných vôd sú fluviálne sedimenty menších povrchových tokov. Ide prevažne o štrky hlinité a štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy. Tie sú však len málo vyvinuté, ich hrúbka (cca 1 – 3 m) neumožňuje významné akumulácie podzemných vôd.

Údolia menších povrchových tokov v horskej oblasti sú zväčša vyvinuté po zlomových líniiach, kde okrem infiltrovaných zrážkových vôd môžu byť fluviálne sedimenty dotované skrytými prítokmi podzemných vôd hlbšieho obehu podložínych neovulkanických hornín. Hladina podzemnej vody je v prevahe voľná.

Z hľadiska **hydrografie a hydrológie** celá skúmaná oblasť patrí do povodia rieky Hornád (číslo hydrologického poradia 4 - 32) a úmoriu Čierneho mora. Najvýznamnejším vodným tokom v skúmanej oblasti je Olšava, tvoriaca ľavostranný prítok Hornádu. Pramení v Slanských vrchoch na západnom svahu Chabzdovej (861,6 m n.m.) v nadmorskej výške približne 675 m n. m. V priestore medzi obcami Nižná Myšľa a Ždaňa ústi v nadmorskej výške 173,9 m n. m. do Hornádu. Jej celková dĺžka je 49,9 km a plocha povodia je 340 km². V skúmanom úseku do Olšavy pritekajú ľavostranné prítoky, križujúce trasu železničnej trate: Garbovský potok, Bohdanovský Potok a niekoľko menších bezmenných tokov. No vodnom toku Olšava je v riečnom kilometri cca 7,2 situovaný profil plánovanej vodnej nádrže Vyšná Myšľa ako evidované vodné dielo bez bližšieho určenia doby realizácie (kategória E).

Najbližšia vodomerná stanica je na rieke Olšava pri Bohdanovciach (č.8920) a na rieke Hornád v Ždani (č. 8930 - viď tabuľka 4). Pre ilustráciu, priemerné mesačné prietoky na vodných tokoch v rokoch 2008 až 2010 na hlavných vodomerných staniciach v skúmanom území sú spracované v tabuľke 5.

Tabuľka 4 Zoznam najbližších vodomerných staníc v okolí oblasti prieskumu

Tok	Stanica	Hydrol. číslo	Riečny km	Plocha povodia (km ²)	Nadm. výška* (m n.m.)
Olšava	Bohdanovce	1-4-32-05-030-01	10,40	306,10	194,36
Hornád	Ždaňa	1-4-32-05-033-01	17,20	4232,20	169,41

Zdroj: SHMÚ, * - nadmorská výška nuly vodočtu

Tvar a rozsah siete vodných tokov je výsledkom erózo-denudačných procesov v priebehu neogénu a kvartéru, pričom podmieňujúcim faktorom boli najmä litologická charakteristika hornín (rozdielna odolnosť voči erózii) a ich tektonické porušenie (predispozícia rozvoja erózie). V zásade možno povedať, že riečna sieť (tok Olšavy, Torysy a Hornádu) korešponduje s hlavnými nadregionálnymi zlomovými systémami smeru S - J, sieť bočných prítokov má prevažne orientáciu kolmú na hlavné vodné toky (orientácia Z- V v smere doplnkových regionálnych resp. lokálnych zlomov a iných geologických rozhraní).

Vodné toky v hodnotenej oblasti sú na základe základných hydrologických charakteristík zaradené do vrchovinnno-nížinnej oblasti, pre ktoré je typický typ režimu odtoku dažďovo-snehový, akumulácia vôd prebieha v mesiacoch december až január, vysoká vodnosť je v mesiacoch február až apríl, najvyššie prietoky dosahuje v marci a najnižšie prietoky sa vyskytujú v novembri. Podružné zvýšenie vodnosti koncom jesene je charakteristické pre Hornád (mierne výrazné v období november až február) a Torysu (veľmi výrazné v mesiacoch december až február).

 Tabuľka 5 Priemerné mesačné a extrémne prietoky (m³.s⁻¹) na sledovaných vodných tokoch

Tok: Olšava Stanica: Bohdanovce riečny kilometer 10,40													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Qm 2008	1,746	2,404	2,651	2,397	0,557	0,372	3,257	0,590	0,196	0,475	0,341	1,668	1,388
Qm 2009	2,473	3,562	5,727	1,402	0,295	0,410	0,200	0,077	0,184	0,618	3,226	3,578	1,804
Qm 2010	2,485	3,344	3,798	4,457	13,78	8,241	3,184	1,423	1,903	0,760	3,167	7,699	4,531
	2008	2009	2010										
Qmax	43,11	40,25	96,33										
Qmin	0,084	0,033	0,284										
Qmax 1966 - 2009 78,56					Qmin 1966-2009 0,007								
Tok: Hornád Stanica: Ždaňa riečny kilometer 17,20													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	rok
Qm 2008	18,80	23,60	32,68	46,99	25,32	15,82	76,07	39,48	17,83	24,41	15,92	43,92	31,86
Qm 2009	32,25	43,80	53,91	44,07	17,59	23,18	19,53	13,75	15,95	19,07	49,50	38,44	30,79
Qm 2010	52,90	39,17	49,23	71,78	136,4	202,3	60,39	58,87	66,78	29,81	42,35	75,48	73,83
	2008	2009	2010										
Qmax	485,0	182,0	936,5										
Qmin	10,43	9,60	15,78										
Qmax 1958 -2008715,00					Qmin 1971-20083,940								

Zdroj: SHMÚ

1.4 Seizmicita územia

Zájumové územie v zmysle staršej (už neplatnej) normy STN 73 0036 sa nachádza v zdrojovej oblasti seizmického rizika č.2, ktorej sa priraduje základné seizmické zrýchlenie $a_r = 1,0 \text{ m.s}^{-2}$. Geologické podložie budované formáciou neogénnych jemnozrnných sedimentov (ílov, lignitov, pieskov) sa zaraďuje v zmysle STN 73 0036 (09.97) ako geologické podložie do kategórie C.

Podľa STN EN 1998-1 je hodnota referenčného špičkového seizmického zrýchlenia v danej oblasti $a_{gR} = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$ (lokalita Trebišov). Podložie zaradujeme do kategórie C.

1.5 Legislatívna ochrana územia

V širšom okolí navrhovanej činnosti (rekonštrukcie trate) sa nachádza územie európskeho významu ÚEV Strahuľka (SKUEV0326) a ÚEV Milič (SKUEV0327), ktoré sú súčasťou systému chránených území NATURA 2000.

Železničná trať čiastočne prechádza chráneným vtáčím územím Košická kotlina (SKCHVU009) a v dotyku s chráneným vtáčím územím Slanské vrchy (SKCHVU025).

1.6 Ložiská nerastných surovín

Priamo v záujmovom území sa nevyskytujú ložiská vyhradených a nevyhradených nerastov. V širšom okolí sa nachádzajú ložiská nevýhradných nerastov, uvedené v nasledovnej tabuľke 6a výhradné ložiská s dobývacím priestorom sú uvedené v tabuľke 7.

Tabuľka 6 Ložiská nevyhradeného nerastu

Ident. číslo	názov ložiska	organizácia	surovina	kataster	kraj	poznámka
4351	Rákoš - Dobrák	ŠGÚDŠ Bratislava	stavebný kameň	Rákoš	Košický	zastavená ťažba

Tabuľka 7 Výhradné ložiská s dobývacím priestorom

Ident. číslo	názov ložiska	organizácia	surovina	kataster	kraj	poznámka
528	Ruskov - Strahuľka	PK Metrostav, a.s.	stavebný kameň andezit	Ruskov	Košický	Ložiská s rozvinutou ťažbou
527	Ruskov	PK Metrostava.s.	stavebný kameň andezit	Ruskov	Košický	Ložiská s rozvinutou ťažbou
530	Slanec	VSK MINERAL s.r.o.	stavebný kameň andezit	Slanec	Košický	Ložiská s rozvinutou ťažbou
640	Geča	CRH a.s.	štrkopiesky	Čaňa	Košický	Ložiská s rozvinutou ťažbou

Prehľadná mapa registrovaných skládok odpadov a ložiskových území je spracovaná na obrázku 3, pričom v nasledujúcej tabuľke 8 je uvedená aj charakteristika registrovanej environmentálnej záťaže.

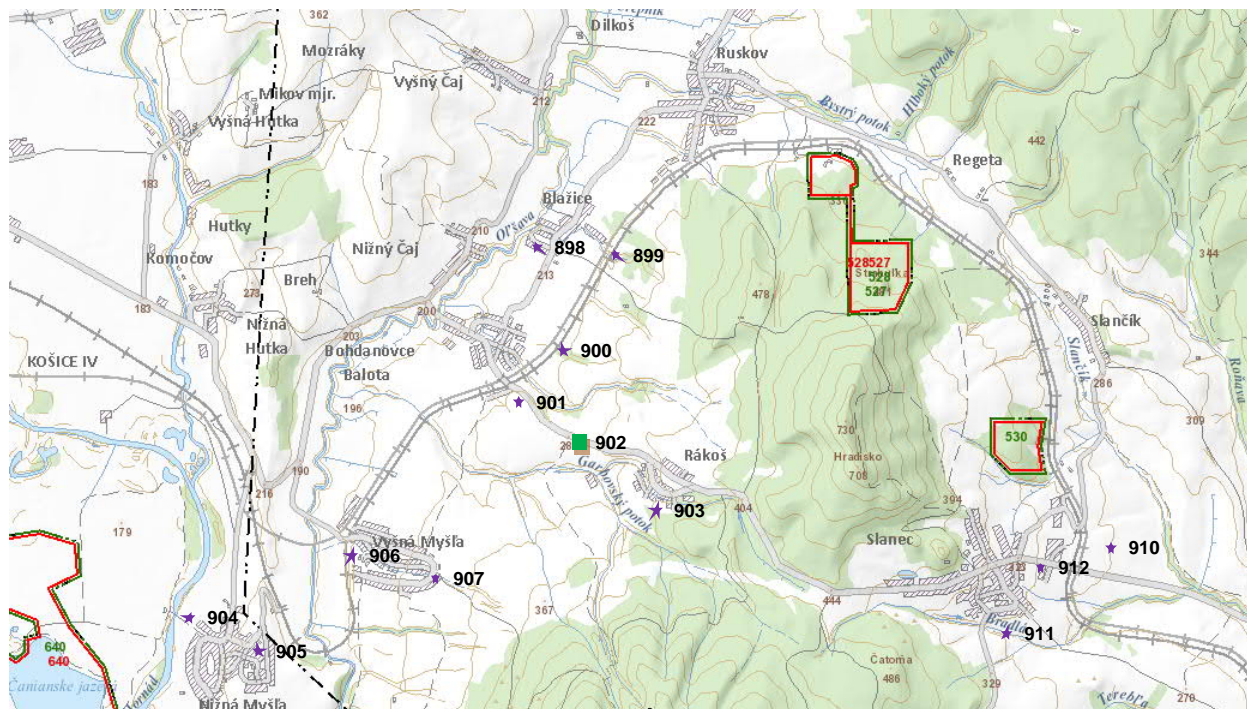
1.6 Znečistenie horninového prostredia

Hodnotené územie je súčasťou železničnej infraštruktúry s vplyvom okolitých priemyselných a poľnohospodárskych prevádzok. Rozhodujúci vplyv na znečistenie horninového prostredia má najmä jestvujúca železničná trať. Znečistenie horninového prostredia antropogénnymi zásahmi možno rozdeliť nasledovne:

- znečistenie ropnými látkami – ide najmä o znečistenie štrkového lôžka a železničného spodku resp. okrajov ciest;
- fekálne znečistenie – znečistenie železničného zvršku, znečistenie zemín v miestach porušenej kanalizácie, v miestach trativodov a netesných žump, v miestach netesných poľných hnojísk a podobne;

- chemické znečistenie – prevažne v miestach jestvujúcich alebo uzatvorených priemyselných prevádzok, v oblastiach s nadmerným používaním poľnohospodárskych hnojív, kovové odery v okolí používanej železničnej trate a podobne.

Podľa mapového registra www.geology.sk sa v širšom okolí nachádzajú registrované environmentálne záťaž. Záťaž sú podrobne charakterizované v nasledujúcej tabuľke 8.



Obrázok 3 Mapa ložísk nerastných surovín a mapa registrovaných skládok (Zdroj: www.geology.sk)

Legenda : ● - odvezená skládka, ★ - opustená skládka bez prekrytia, ▲ - prevádzkovaná skládka, * - skládka s ukončenou prevádzkou, ◆ - skládka uzatvorená a rekultivovaná podľa projektovej dokumentácie, ■ - upravená skládka

Tabuľka 8 Základné identifikačné údaje registrovanej environmentálnej záťaže

Registračné číslo	902
Názov	KS (001) / Bohdanovce - skládka TKO
Identifikátor	SK/EZ/KS/342
Registre	register A
Miestny názov	Bohdanovce III.
Stav	upravená (prekrytie, terénne úpravy a pod.)
Rok vytvorenia	1985
Rok ukončenia skládkovania	1997
Plocha [m ²]	10000
Objem [m ³]	40000
Maximálna hrúbka [m]	12
Pozícia materiálu voči okoliu	podúrovňová

1.7 Žiarenie z prírodných zdrojov a radónové riziko

Podľa Mapy prírodnej rádioaktivity (zdroj: geo.enviroportal.sk/atlasssr) patrí územie

železničnej trate do oblasti so stredným a nízkym radónovým rizikom. V tabuľke 9 sú uvedené stupne radónového rizika a rozsahy hodnôt objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu .

Tabuľka 9 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	vysoká
nízke	< 30	< 20	< 10
stredné	30 -100	20 -70	10 - 30
vysoké	> 100	> 70	> 30

1.8 Doterajšia preskúmanosť územia

Územie v okolí riešenej trasy železničnej trate je z geologického hľadiska pomerne málo preskúmané. Z regionálneho hľadiska bolo územie skúmané v rámci zostavovania základnej geologickej mapy 1 : 200 000, list Košice (Mahel' et al., 1964). V rámci výstavby širokorozchodnej trate bol realizovaný prieskum:

- Barvínek, R. - Nešvara, J. - Ostrolucký, P. - Rentka, R.: Širokorozchodná trať Maťovce - Haniska, 4. stavba, inžinierskogeologický prieskum. Geologický prieskum n.p., Žilina, 1964. GEOFOND 14053;
- Zakovič, M. et al.: Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR 1:200 000, GÚDŠ Bratislava 1990;
- Švasta, M. a kol.: ČSD – Čierna nad Tisou – Žilina – km 70,6 – 71,5, zosuv svahu zárezu v úseku Slanec – Ruskov, jednoetapový prieskum, IGHP, n.p. Žilina, 1970. Geofond: 23575
- Nešvara, J. a kol.: Širokorozchodná trať Maťovce – Haniska, 5. stavba. Geologický prieskum, n.p. Žilina, 1964 Geofond: 14054;
- Pilný a kol.: Košice – Čierna nad Tisou – autoblok Nižná Myšľa, geologický prieskum, SUDOP Pardubice, 1973. Geofond: 30425;
- Pilný a kol.: Košice – Čierna nad Tisou – autoblok Ruskov, geologický prieskum, SUDOP Pardubice, 1973. Geofond: 30426;
- Timko.: Ruskov – meniaren, budova pre menič 75 Hz, geologický prieskum, JRD Družstevná pri Hornáde, 1980. Geofond: 46243;
- Fedor, I.: Hydrogeologická prieskumová správa o možnosti získania vody pre JRD Bohdanovce, KPPÚ Košice, odb. Prešov, 1980. Geofond: 9122;
- Nemček, A.: Vyšná Myšľa – geologický posudok priehradného profilu (spresnenie ŠVP), VRIS Bratislava, 1955. Geofond: 3148;
- Huska: JRD Bohdanovce – záverečný stavebno-geologický posudok pod kravín T-171/b – DRAP, KŠPÚ Košice, 1959. Geofond: 6805;
- Durbák, E.: Bohdanovce – správa o výsledkoch stavebno-geologického prieskumu – kravín pre 200 ks, Agrostav – Krajské združenie Prešov, 1984. Geofond: 56836;
- Bašary, E.: Mechanizovaný senník, hospodársky dvor Bohdanovce, inžinierskogeologický prieskum, Agrostav – Krajské združenie Prešov, 1985. Geofond: 60797;
- Hudáček, Š.: Hospodársky dvor JRD Vyšná Myšľa, hydrogeologický prieskum pre zabezpečenie vodného zdroja pre účely hospodárskeho dvora JRD, PPÚ Košice, 1971. Geofond: 42503;
- Varga, Š.: SVŽ VP, UAB Ruskov (RZZ), podrobný inžinierskogeologický prieskum, JRD Družstevná pri Hornáde, prieskumná skupina, 1985. Geofond: 60705.

Dokumentácia vyššie uvedených a prevzatých archívnych prieskumných diel je spracovaná v samostatnej prílohe 3.2.

1.9 Rozsah a metodika prieskumných prác

Rozsah a metodika geologických prác vyplynuli z požiadaviek objednávateľa spoločnosti SUDOP Košice a.s. na geotechnický prieskum podvalového podložia, inžinierskogeologický prieskum a ekologické hodnotenie koľajového kameniva skúmaného úseku železničnej trate.

Navrhovanú metodiku prieskumných prác možno stručne zosumarizovať nasledovne:

- realizácia statických zaťaž. skúšok v kopaných sondách 34 ks
- realizácia dynamických zaťaž. skúšok v kopaných sondách 34 ks
- realizácia dynamických penetračných skúšok 44 ks (220 m)
- realizácia statických penetračných skúšok 5 ks (40 m)
- realizácia vrtných prác 3 ks (24 m)
- odber vzoriek pre mechaniku zemín a ekologické hodnotenie;
- laboratórne práce mechaniky zemín;
- geologické práce.

Navrhovaný rozsah prác v zmysle schváleného projektu geologickej úlohy bol nasledovný:

Technické prieskumné práce:

- inžinierskogeologické vrty 24 m (3 ks)
- dynamická penetračná sonda 220 m (44 ks)
- rázová zaťažovacia skúška 34 ks
- statická zaťažovacia skúška 34 ks
- kopané sondy ZS 34 ks
- kopané sondy na odber vzoriek materiálu podvalového podložia 35 ks

Vzorkovacie práce:

- odber porušených 20 ks
- odber neporušených 25 ks
- odber ekologickej vzorky 35 ks

Laboratórne práce mechaniky zemín:

- neporušená vzorka zeminy 25 ks
- porušená vzorka zeminy 20 ks
- bobtnavosť, presadavosť 4 ks
- triaxiálna šmyková skúška 2 ks
- reziduálna krabicová šmyková skúška 2 ks
- obsah organických látok 5 ks
- obsah uhličitánov 5 ks
- spracovanie vzorky, správa a protokol 45 ks

Laboratórne práce chémie vôd a zemín:

- Granulometria jednoduchej vzorky + petrografia 35 ks
- Spracovanie jednoduchej vzorky – váženie a homogenizácia 35 ks
- Ekologické hodnotenie kameniva MP18/1999 – šíra trať 7 ks

Geodetické práce:

- Vytýčenie a výškové a polohopisné zameranie prieskumného diela 52 ks

1.9.1 Jadrové vrty a kopané sondy

Vrtné práce v rámci podrobného prieskumu mali za cieľ spresniť informácie o celkovej geologickej stavbe územia a hlavne slúžia ako kalibračné prieskumné diela pre vyhodnocovanie ostatných geotechnických skúšok, napríklad sond dynamickej a statickej penetrácie a statických zaťažovacích skúšok.

Vrtné práce boli realizované pomocou súpravy UGB 50 M na podvozku Praga V3S pod vedením vrtmajstra p. Takáča dňa 29.9.2020. Počas prác boli vrty priebežne geologicky dokumentované, bola realizovaná fotodokumentácia, odbery vzoriek zemín. Zároveň bola vysledovaná narazená a ustálená hladina podzemnej vody. Vrty boli zlikvidované spätným zásypom a okolie vrtov bolo upravené do pôvodného stavu.

Spolu boli odvrtné 3 ks vrtov v sumárnej dĺžke 24 m, čo je v súlade s Projektom geologickej úlohy. Geologická dokumentácia a fotodokumentácia vrtov je spracovaná v samostatnej prílohe 4.1.

Kopané sondy pre ekologické hodnotenie koľajového kameniva boli realizované v zmysle Metodického pokynu MDPT 18/1999. Sondy v koľajisku pre odber vzoriek koľajového kameniva boli kopané ručne do hĺbky 0,5 m pod spodnú hranu podvalu, po odobratí vzorky boli spätne zasypané. Navrhnutých aj realizovaných bolo spolu 35 ks kopaných sond.

Kopané sondy pre statické zaťažovacie skúšky boli realizované počas geotechnického prieskumu podvalového podlažia na vybraných miestach železničnej trate, pričom vzhľadom na použitú koľajovú techniku (SVP-74) boli práce realizované počas napäťovej aj koľajovej výluky železničnej trate. Sondy boli využité pre odber vzoriek pre laboratórne práce mechaniky zemín, pre zistenie konštrukčných vrstiev železničného zvršku a pre realizáciu statických zaťažovacích skúšok kruhovou doskou, resp. pre skúšku dynamickou doskou LDD. Po odbere vzoriek, realizácii skúšok a geologickej dokumentácii boli sondy zahrabané a podvaly spätne ručne podbité. Navrhnutých aj realizovaných bolo spolu 34 ks kopaných sond. Zjednodušená geologická dokumentácia kopaných sond je spracovaná v prílohe 4.3. Dokumentácia archívnych prieskumných diel je spracovaná v prílohe 4.2.

1.9.2 Statická a rázová zaťažovacia skúška doskou

Statické a rázové zaťažovacie skúšky pre overenie deformačnej odolnosti zemnej pláne resp. pláne železničného spodku boli realizované v predpripravených kopaných sondách v zmysle predpisu S-4 ŽSR, TNŽ 73 6312 a podľa STN 72 1006, a to približne v úrovni predpokladanej zemnej pláne, resp. pláne železničného spodku. Navrhovaných bolo realizovať 34 ks statických zaťažovacích skúšok kruhovou doskou 300 mm (tzv. železničná doska). Okrem toho na rovnakom mieste boli po ukončení statickej zaťažovacej skúšky realizované aj doplnkové merania ľahkou dynamickou doskou priemeru 300 mm (LDD – rázová zaťažovacia skúška). Výsledky statických a rázových zaťažovacích skúšok sú spracované v samostatných prílohách 5.2 a 5.3. Prehľad výsledkov realizovaných skúšok je spracovaný v nasledovnej tabuľke 10.

Tabuľka 10 Prehľad realizovaných statických zaťažovacích skúšok a skúšok LDD

Skúška	Dátum realizácie	žkm	Hĺbka * (m)	Trieda zeminy STN 72 1001	Modul E_0 (MPa)	Opravný súčiniteľ z	Poisson. číslo	Modul E_{or} (MPa)	Dynam. modul M_{vd} (MPa)
SZS-2/1	1.10.2020	77,505	0,53	G4/GMY	24,73	0,90	0,30	22,26	20,83
SZS-2/2	1.10.2020	77,700	0,61	G4/GMY	16,25	0,90	0,30	14,63	21,17
SZS-2/3	1.10.2020	77,905	0,63	G4/GMY	29,03	0,90	0,30	26,13	25,84
SZS-2/4	30.9.2020	78,100	0,60	F2/CGY	19,15	0,70	0,35	13,41	19,18
SZS-2/5	30.9.2020	78,300	0,47	F6/CIY	16,07	0,60	0,40	9,64	24,64
SZS-2/6	30.9.2020	78,500	0,67	G4/GMY	24,73	0,90	0,30	22,26	17,78
SZS-2/7	30.9.2020	78,700	0,62	F8/CHY	13,24	0,50	0,42	6,62	19,46
SZS-2/8	30.9.2020	78,900	0,65	S4/SMY	17,65	0,90	0,30	15,89	12,67
SZS-2/9	30.9.2020	79,100	0,60	G3/G-FY	31,25	0,95	0,25	29,69	35,75
SZS-2/10	30.9.2020	79,300	0,52	G1/GWY	30,82	1,00	0,20	30,82	39,53
SZS-2/11	29.9.2020	79,500	0,66	F6/CLY	15,15	0,60	0,40	9,09	14,98
SZS-2/12	29.9.2020	79,680	0,59	G3/G-FY	38,79	0,95	0,25	36,85	43,87
SZS-2/13	29.9.2020	79,900	0,53	G3/G-FY	32,14	0,95	0,25	30,53	40,24
SZS-2/14	29.9.2020	80,100	0,65	G3/G-FY	67,16	0,95	0,25	63,80	77,52
SZS-2/15	29.9.2020	80,300	0,58	G2/GPY	31,92	1,00	0,20	31,92	41,16
SZS-2/16	29.9.2020	80,455	0,64	G3/G-FY	53,57	0,95	0,25	50,89	62,53
SZS-2/17	29.9.2020	80,600	0,54	G3/G-FY	45,45	0,95	0,25	43,18	50,79
SZS-2/18	28.9.2020	80,800	0,60	G4/GMY	31,91	0,90	0,30	28,72	27,16
SZS-2/19	28.9.2020	81,000	0,58	G4/GMY	19,40	0,90	0,30	17,46	17,10
SZS-2/20	28.9.2020	81,200	0,46	F6/CIY	26,01	0,60	0,40	15,61	50,20
SZS-2/21	28.9.2020	81,400	0,55	F3/MSY	18,22	0,80	0,35	14,58	10,98
SZS-2/22	28.9.2020	81,595	0,50	G4/GMY	21,84	0,90	0,30	19,66	19,72
SZS-2/23	28.9.2020	81,780	0,46	G4/GMY	37,82	0,90	0,30	34,04	36,21
SZS-2/24	28.9.2020	82,030	0,47	G3/G-FY	40,91	0,95	0,25	38,86	66,95
SZS-2/25	25.9.2020	82,200	0,49	G3/G-FY	30,82	0,95	0,25	29,28	36,70
SZS-2/26	25.9.2020	82,400	0,54	G1/GWY	56,96	1,00	0,20	56,96	50,13
SZS-2/27	25.9.2020	82,590	0,68	G1/GWY	54,88	1,00	0,20	54,88	61,20
SZS-2/28	25.9.2020	82,800	0,61	G3/G-FY	22,61	0,95	0,25	21,48	18,04
SZS-2/29	24.9.2020	83,035	0,41	S3/S-FY	10,47	0,95	0,25	9,95	15,04
SZS-2/30	23.9.2020	83,250	0,47	G3/G-FY	20,64	0,95	0,25	19,61	14,56
SZS-2/31	23.9.2020	83,470	0,62	G3/G-FY	56,96	0,95	0,25	54,11	39,81
SZS-2/32	23.9.2020	83,635	0,66	S3/S-FY	22,96	0,95	0,25	21,81	19,56
SZS-2/33	23.9.2020	83,900	0,63	G4/GMY	17,24	0,90	0,30	15,52	12,95
SZS-2/34	23.9.2020	84,000	0,37	G4/GMY	13,72	0,90	0,30	12,35	16,73

* pod spodnou hranou podvalu

1.9.3 Sondy dynamickej penetrácie

Sondy dynamickej penetrácie boli realizované v osi koľaje jednak na staničeniach totožných s miestami statických zaťažovacích skúšok, ale taktiež vo vybraných staničeniach v blízkosti mostných objektov. Hĺbka sond bola zvolená počas skúšania podľa miestnych pomerov od 3 do 10 m tak, aby výsledky vhodne dopĺňali ostatné geotechnické skúšky. Celkovo bolo navrhnutých realizovať 34 ks sond dynamickej penetrácie v miestach statických zaťažovacích skúšok (SZS) a 10 ks sond mimo miest SZS v sumárnej dĺžke 220 m. V skutočnosti bolo realizovaných 44 ks sond o celkovej dĺžke 227,7 m. Realizácia a vyhodnotenie skúšok dynamickej penetrácie bolo v zmysle STN EN ISO 22476-2. Detailné vyhodnotenie priebehov dynamických penetračných skúšok je spracované v samostatnej prílohe 5.1. Prehľad vykonaných sond a hodnoty odvodeného deformačného modulu E_{DPS}

z úrovne 0,9 – 1,9 m pod spodnou hranou podvalov je v nasledujúcej tabuľke 11.

Tabuľka 11 Prehľad realizovaných sond dynamickej penetrácie

označenie sondy	dátum realizácie	staničenie (žkm)	hĺbka (m)	odvođený modul pretvárnosti E_{DPS} (MPa) *	priemerná trieda zeminy *	poznámka
DPS-01	30.9.2020	77,427	5,00	7,71	F1/MGY	
DPS-02	30.9.2020	77,628	7,00	10,41	F1/MGY F6/CIY	
DPS-03	30.9.2020	78,170	6,00	5,29	F6/CIY	+ škvára
DPS-04	29.9.2020	78,577	4,00	3,31	F6/CIY	
DPS-05	29.9.2020	78,822	4,00	7,28	F6/CIY	+ škvára (v prevahe)
DPS-06	29.9.2020	79,237	8,00	19,03	F3/MSY	
DPS-07	28.9.2020	80,498	10,00	18,26	F1/MGY	
DPS-08	24.9.2020	82,074	5,60	31,74	G5/GCY F2/CGY	
DPS-09	24.9.2020	82,500	4,00	6,07	F3/MSY	+ škvára
DPS-10	23.9.2020	83,400	8,00	7,60	F6/CIY	+ škvára
DPS-2-1	30.9.2020	77,505	5,00	4,83	F6/CIY	+ škvára
DPS-2-2	30.9.2020	77,700	5,00	4,75	F6/CIY	
DPS-2-3	30.9.2020	77,900	5,00	10,91	F6/CIY	
DPS-2-4	30.9.2020	78,100	5,50	3,91	F6/CIY	
DPS-2-5	29.9.2020	78,300	3,00	7,20	F6/CI	
DPS-2-6	29.9.2020	78,500	4,00	11,73	F6/CIY	
DPS-2-7	29.9.2020	78,700	4,00	8,84	F8/CHY	
DPS-2-8	29.9.2020	78,900	6,00	6,81	F6/CI	
DPS-2-9	29.9.2020	79,100	5,00	5,26	F3/MSY	+ škvára
DPS-2-10	29.9.2020	79,300	6,00	18,24	F2/CGY	
DPS-2-11	28.9.2020	79,500	4,00	7,91	F6/CLY	
DPS-2-12	28.9.2020	79,700	5,00	28,19	G5/GCY F2/CGY	
DPS-2-13	28.9.2020	79,900	4,00	5,31	F6/CIY	
DPS-2-14	28.9.2020	80,100	4,00	61,97	G5/GCY F6/CI	
DPS-2-15	28.9.2020	80,300	5,00	30,05	G2/GPY	
DPS-2-16	28.9.2020	80,445	11,00	74,23	G4/GMY	
DPS-2-17	25.9.2020	80,600	4,00	14,80	F1/MGY F6/CI	
DPS-2-18	25.9.2020	80,800	4,00	9,77	F6/CI	+ škvára
DPS-2-19	25.9.2020	81,000	4,00	15,06	F6/CIY	+ škvára
DPS-2-20	25.9.2020	81,200	4,00	14,77	F6/CIY	
DPS-2-21	25.9.2020	81,400	6,00	7,10	F3/MSY F6/CIY	
DPS-2-22	24.9.2020	81,604	5,00	13,42	F3/MSY	+ škvára
DPS-2-23	24.9.2020	81,800	4,00	8,60	F3/MSY	+ škvára
DPS-2-24	24.9.2020	81,983	9,00	15,32	F2/CGY	+ škvára
DPS-2-25	24.9.2020	82,200	4,00	21,94	F1/MGY	
DPS-2-26	24.9.2020	82,400	4,00	11,32	F6/CIY	+ škvára
DPS-2-27	24.9.2020	82,600	5,00	10,32	F6/CIY	+ škvára
DPS-2-28	24.9.2020	82,800	5,00	9,92	F6/CI	+ škvára
DPS-2-29	23.9.2020	83,029	2,50	16,26	F3/MS	
DPS-2-30	23.9.2020	83,247	4,00	9,77	F2/CG	
DPS-2-31	23.9.2020	83,458	8,00	8,27	F3/MSY	+ škvára
DPS-2-32	23.9.2020	83,663	4,00	7,48	F8/CHY	+ škvára
DPS-2-33	23.9.2020	83,830	4,00	9,76	F3/MSY	+ škvára
DPS-2-34	23.9.2020	84,000	4,00	10,02	F8/CHY	+ škvára
	spolu (m)		227,7			
	spolu (ks)		44			

* z hĺbky 0,9 – 1,9 m pod spodnou hranou podvalu

1.9.4 Sondy statickej penetrácie

Sondy statickej penetrácie boli realizované mimo koľaje v miestach zárezov, kde predpokladáme vysoký podiel jemnozrnných zemín a potenciálne riziko svahových deformácií. Navrhovaná hĺbka sond bola cca 8 m, pričom v zmysle schváleného Projektu geologickej úlohy

sa predpokladala realizácia 5 ks sond v celkovej metrácii 40 m. Skúšky vhodne dopĺňajú realizované prieskumné vrty a zároveň poskytnú údaje o geotechnických parametroch súdržných zemín in-situ.

Statické penetračné sondy boli realizované v dňoch 5. a 6.10.2020 penetračnou súpravou PAGANI TG 63-150 s použitím piezoelektrického hrotu (skúška CPTu). V skutočnosti boli realizované len štyri sondy, z bezpečnostných dôvodov nebola realizovaná plánovaná sonda CPT-03 (nebezpečne veľký previs posilovacieho trakčného vedenia). Celková metráž skúšok dosiahla 41,67 m. Realizácia a vyhodnotenie skúšok statickej penetrácie boli vykonané v zmysle STN EN ISO 22476-1. Všetky skúšky boli realizované s piezometrickým hrotom s meraním pórových tlakov.

Vyhodnotenie skúšok statickej penetrácie je obsahom prílohy 5.4. Podrobný prehľad realizovaných sond statickej penetrácie pre mostné objekty a múry je uvedený v tabuľke 12.

Tabuľka 12 Prehľad realizovaných statických penetračných sond pre mosty a múry

Názov skúšky	hĺbka (m)		Dátum realizácie	Typ hrotu	Poznámka
	plánovaná	dosiahnutá			
CPT-01	8	10,80	5.10.2020	Piezocone	CPTu
CPT-02	8	10,81	5.10.2020	Piezocone	CPTu
CPT-03	8	-	-	Piezocone	nerealizovaná
CPT-04	8	10,00	6.10.2020	Piezocone	CPTu
CPT-02	8	10,06	5.10.2020	Piezocone	CPTu
spolu (m)	40	41,67			
spolu (ks)	5	4			

1.9.5 Laboratórne práce mechaniky zemín, chémie vôd a zemín

Z prieskumných vrtov aj kopaných sond boli odoberané charakteristické vzorky zemín pre realizáciu laboratórnych rozborov. Odoberané vzorky zemín boli dopravené a spracované v akreditovanom laboratóriu mechaniky zemín spoločnosti INGEO-ENVILAB s.r.o. Prehľad počtu plánovaných a skutočne odoberaných vzoriek je spracovaný v tabuľke 13.

Tabuľka 13 Prehľad odberov vzoriek

Typ vzorky	Počet vzoriek		Poznámka
	Plánovaný	Skutočný	
Porušená	20	34	
Neporušená	25	11	
Jednoduchá ekologická vzorka	35	35	

Na odoberaných vzorkách zemín boli v akreditovanom laboratóriu mechaniky zemín realizované geotechnické skúšky podľa tabuľky 14. Výsledky laboratórnych prác mechaniky zemín a protokoly jednotlivých geotechnických skúšok sú spracované v samostatnej prílohe 6.1.

Tabuľka 14 Prehľad realizovaných skúšok mechaniky zemín

Typ skúšky	Počet vzoriek		Poznámka
	Plánovaný	Skutočný	
porušená vzorka granulometria	20	34	
neporušená vzorka granulometria	25	11	
obsah organických látok	5	3	
obsah uhličitánov	5	7	
granulometria pre EKO	35	35	
petrografia EKO	35	35	

Typ skúšky	Počet vzoriek		Poznámka
	Plánovaný	Skutočný	
bobtnavosť / presadavosť	4	3	
krabicová šmyková skúška vrcholová	2	2	
triaxiálna šmyková skúška UU	2	2	

1.9.6 Ekologické hodnotenie koľajového kameniva

Z kopaných sond bolo odobratých 35 ks jednoduchých vzoriek materiálu podvalového podložia koľaje č.2, na stanovenie jeho znečistenia a posúdenie jeho využiteľnosti podľa **Metodického pokynu MDPT SR č. 18/99 zo dňa 20. 9. 1999 o ekologickom hodnotení vyzískaného materiálu z podvalového podložia železničných tratí**, Nariadenia č. 60/1999 generálneho riaditeľa ŽSR o ekologickom hodnotení získaného materiálu z podvalového podložia železničných tratí, zo dňa 20. 12. 1999 a Dodatku č. 1, ktorým sa dopĺňa Nariadenie generálneho riaditeľa ŽSR č. 60 / 1999 o ekologickom hodnotení získaného materiálu z podvalového podložia železničných tratí, zo dňa 16. 1. 2000. Odber vzoriek bol realizovaný v kopaných sondách do hĺbky 500 mm pod spodnú hranu podvalu.

Po zrnitostnej a petrografickej analýze bolo z 35 ks jednoduchých vzoriek vytvorených **7 ks zlúčených do priemerných vzoriek**, na ktorých boli vo frakcii 0 – 8 mm realizované chemické analýzy v zmysle vyššie uvedených predpisov. Podrobné výsledky ekologického hodnotenia materiálu podvalového podložia sú spracované v prílohe 6.2. Petrografické a granulometrické zloženie odobratého materiálu, zisťované v akreditovanom laboratóriu INGEO – ENVILAB, s. r. o., Žilina, divízia mechaniky zemín a hornín, je v prílohe 6.2.2. Chemické vlastnosti získaného materiálu boli analyzované v akreditovanom laboratóriu INGEO – ENVILAB, s. r. o., Žilina, divízia chémie a mikrobiológie. Výsledné stanovenia sú uvedené v prílohe 6.2.3.

1.9.7 Meračské práce

Prieskumné vrty, sondy dynamickej a statickej penetrácie i kopané sondy boli polohopisne (v systéme S-JTSK 03) i výškopisne (v systéme Bpv) zamerané. Meračské práce vykonali pracovníci spoločnosti SUDOP a.s. Košice. Zoznam zameraných prieskumných diel je spracovaný v kapitole 2.7. Meračská správa je spracovaná v prílohe 7.

1.9.8 Práce geologickej služby

Súčasťou geologických prác bolo vypracovanie Projektu geologickej úlohy, sled a riadenie terénnych technických prác, dokumentácia prieskumných diel, vyhodnotenie dynamických a statických penetračných skúšok, statických a dynamických zaťažovacích skúšok, vypracovanie geotechnického profilu železničnou traťou i schematických geologických rezov. Náplňou prác bolo ďalej zhodnotenie geotechnických a inžinierskogeologických pomerov v trase železnice, hydrogeologických pomerov a ekologické zhodnotenie koľajového kameniva.

Súčasťou geologických prác bolo zároveň vypracovanie záverečnej správy vrátane všetkých grafických a textových príloh v nasledovnom rozsahu:

Príloha 1 Prehľadná situácia územia M 1: 100 000

Príloha 2 Situácia prieskumných diel M 1: 2000

Príloha 3 Schematické pozdĺžne inžinierskogeologické a geotechnické profily

Príloha 3.1	Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 77,400 – 78,500
Príloha 3.2	Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 78,500 – 79,600
Príloha 3.3	Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 79,600 – 80,700
Príloha 3.4	Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 80,700 – 81,800
Príloha 3.5	Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 81,800 – 82,900
Príloha 3.6	Schematický geologicko-geotechnický rez v žkm 82,900 – 84,000
Príloha 3.7	Priečne inžinierskogeologické rezy

Príloha 4 Geologická dokumentácia

Príloha 4.1	Geologická dokumentácia a fotodokumentácia vrstev
Príloha 4.2	Dokumentácia archívnych diel
Príloha 4.3	Dokumentácia kopaných sond

Príloha 5 Terénne skúšky

Príloha 5.1	Sondy dynamickej penetrácie
Príloha 5.2	Statické zaťažovacie skúšky
Príloha 5.3	Rázové zaťažovacie skúšky
Príloha 5.4	Statické penetračné skúšky

Príloha 6 Výsledky laboratórnych analýz

Príloha 6.1	Laboratórne skúšky mechaniky zemín
Príloha 6.2	Hodnotenie ekologickej kvality materiálu podvalového podložia
Príloha 6.2.1	Protokoly o odbere a príprave vzoriek
Príloha 6.2.2	Laboratórne skúšky z mechaniky zemín kameniva a petrografický rozbor kameniva
Príloha 6.2.3	Laboratórne rozborové chemie zemín - kameniva, protokoly o skúške

Príloha 7 Meračská správa

2 PODROBNÁ ČASŤ

2.1 Inžinierskogeologické a geotechnické hodnotenie zemín

Skúmané záujmové územie, ktorým prechádza železničná trať v úseku Ruskov – Nižná Myšľa, je budované kvartérnymi zeminami a neogénnymi zeminami a horninami. Kvartérne zeminy sú zastúpené fluvialným, polygenetickým, prolúviálnym a antropogénnym komplexom.

2.1.1 Kvartér

Kvartérne zeminy sú v hodnotenom území zastúpené viacerými genetickými typmi pričom plošne najrozsiahlším je polygenetický komplex pokrývajúci terasových stupňov. Priamo v trase železničnej trate je dominantným antropogénnym komplex (násypy). Okrem týchto zemín sú zastúpené zeminy fluvialného komplexu (terasové štrky, štrky korytovej fácie a náplavové zeminy). Deluviálny komplex sa nachádza v blízkosti strmších svahov na skalnom podloží. V širšom okolí sa nachádzajú aj zosuvné delúviá. Proluviálny komplex sa lokálne vyskytuje v blízkosti miestnych vodných tokov.

2.1.1.1 Antropogénne sedimenty

Predstavujú bezprostredné podvalové podložie na celom skúmanom úseku železničnej trate. V prevažnej miere ide o koľajové kamenivo, podkladové vrstvy a redeponované lokálne zeminy polygenetického (eolicko-deluviálno-fluvialného) pôvodu z ktorých je budované teleso násypu. Tieto zeminy boli v prevažnej miere aj skúšané počas statických zaťažovacích skúšok a dynamických penetračných skúšok.

A) Koľajové kamenivo tvorí prevažne hrubá štrkodrava frakcie 32 – 128 mm, lokálne boli zistené až balvany veľkosti do 400 mm, pričom táto je viac či menej znečistená jemnozrnnými a piesčitými prímiesami, ale aj drobnejšou štrkovou frakciou. Kamenivo možno v zmysle klasifikačných noriem hodnotiť ako štrk zle zrnený (G2/GPY – prečisťované kamenivo do hĺbky cca 0,3 m pod spodnou hranou podvalov), prípadne ako štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy až štrk dobre zrnený (G3/G-FY, G5/GCY, G1/GWY – v úrovni pláne železničného spodku a hlbšie). Vrstva koľajového kameniva podľa geologickej dokumentácie kopaných sond a podľa vyhodnotenia sond dynamickej penetrácie má hrúbku 0,7 až 1,6 m, prevažne cca 0,9 m. Materiál je v prípade relatívne čistého kameniva pri povrchu (G2/GPY, G3/G-FY) v priemere stredne uľahnutý (rozsah $I_D = 0,35 - 0,97$, v priemere 0,47), hlbšie, viac znečistené vrstvy (G4/GMY, G5/GCY, G1/GWY) sú stredne uľahnuté až uľahnuté (rozsah $I_D = 0,16 - 0,96$, v priemere 0,63). Zo sond dynamickej penetrácie bol pre toto zeminové prostredie stanovený odvodený modul v rozmedzí $E_{DPS} = 34,43 - 262,38$ MPa v priemere **$E_{DPS} = 77$ MPa**.

Statické zaťažovacie skúšky (v oblasti pláne železničného spodku) otestovali toto prostredie na 11 miestach, pričom modul pretvárnosti bol v rozsahu $E_{def} = 30,82 - 67,16$ MPa, s odporúčanou hodnotou $E_{def} = 45$ MPa (medián 45,45 MPa, priemer 45,54 MPa). Po aplikácii opravného súčiniteľa v zmysle TNŽ 73 6312 v rozsahu $z = 0,95 - 1,00$ je redukovaný modul deformácie $E_{or} = 29,28 - 63,80$ MPa, v priemere $E_{or} = 43,91$ MPa (medián $E_{or} = 43,18$ MPa). Odporúčaná hodnota do výpočtov je **$E_{or} = 40$ MPa**.

Tepelnoizolačné vlastnosti koľajového kameniva možno charakterizovať súčiniteľom tepelnej vodivosti v rozsahu cca $\lambda = 2,00 - 2,30$ W.m⁻¹.K⁻¹ (podľa stupňa znečistenia).

B) Škvára - na cca polovici hodnoteného úseku trate sa pod vrstvou koľajového

kameniva nachádza nerovnomerne hrubá vrstva zhutnenej škváry s rozličným obsahom primiešaných úlomkov strusky aj kameniva (viď charakteristický obrázok4). Ide o úseky žkm cca 77,400 – 78,100, žkm cca 78,400 – 78,900, žkm cca 80,700 – 91,900 a žkm cca 82,800 – 84,000, pričom lokálne v týchto úsekoch vrstva škváry vykliňuje. Z hľadiska zrnitosti rozboru možno škváru charakterizovať ako štrk až piesok siltovitý (G4/GMY, S4/SMY) a štrk či piesok s prímiesou jemnozrnej zeminy (G3/G-FY, S3/S-FY), prípadne až silt piesčitý (F3/MSY). Zemina má extrémne nízku objemovú hmotnosť ($\rho = 750 - 900 \text{ kg.m}^{-3}$), vysokú pórovitosť a nízku pevnosť úlomkov. Na základe výsledkov 16 ks statických zaťažovacích skúšok má škvárana úrovni pláne železničného spodku hodnoty modulu deformácie v rozsahu $E_{\text{def}} = 10,47 - 37,82 \text{ MPa}$, s odporúčanou hodnotou $E_{\text{def}} = 21 \text{ MPa}$ (medián 21,24 MPa, priemer 21,83 MPa).



Obrázok 4 Pohľad na do kopanej sondy pre SZS-30 s charakteristickým zložením konštrukčných vrstiev, kde sa pod vrstvou koľajového kameniva nachádza vrstva škváry.

Vrstva škváry je na základe dokumentácie kopaných sond a vyhodnotenia sond dynamickej penetrácie hrubá od niekoľkých centimetrov (niekde úplne chýba) až po cca 0,90 cm, pričom materiál je podľa sond dynamickej penetrácie veľmi kyprý až lokálne uľahnutý ($I_D = 0,02 - 0,85$) prevažne však stredne uľahnutý. Zo sond dynamickej penetrácie bol pre toto zeminové prostredie stanovený aj odvodený modul deformácie v rozmedzí $E_{\text{DPS}} = 5,13 - 73,27 \text{ MPa}$ v priemere **$E_{\text{DPS}} = 23 \text{ MPa}$** . V zmysle TNŽ 73 6312 bol aplikovaný opravný súčiniteľ v rozsahu $z = 0,80 - 0,95$, na základe ktorého bol odvodený redukovaný modul deformácie v rozsahu $E_{\text{or}} = 9,95 - 34,04 \text{ MPa}$, v priemere $E_{\text{or}} = 19,77 \text{ MPa}$ (medián $E_{\text{or}} = 19,63 \text{ MPa}$). Odporúčaná hodnota do výpočtov je **$E_{\text{or}} = 19 \text{ MPa}$** .

Na druhej strane je potrebné brať do úvahy tiež výborné tepelnoizolačné vlastnosti škváry, ktoré možno charakterizovať súčiniteľom tepelnej vodivosti $\lambda = 0,27 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Lokálne na dvoch miestach (ZS-2/12 a ZS-2/15) bola namiesto škváry zistená vrstva čistého štrkopiesku charakteru G3/G-FY. Statická zaťažovacia skúška preukázala rozsah deformačných modulov v rozsahu $E_{\text{def}} = 31,92 - 38,79 \text{ MPa}$, v priemere $E_{\text{def}} = 35,36$ (odporúčaná hodnota $E_{\text{def}} = 35 \text{ MPa}$). Pri aplikácii opravného súčiniteľa $z = 0,95$ je redukovaný deformačný modul $E_{\text{or}} = 30,32 - 36,85 \text{ MPa}$, v priemere $E_{\text{or}} = 33,59 \text{ MPa}$, s odporúčanou hodnotou **$E_{\text{or}} = 33 \text{ MPa}$** .

C) Teleso násypu - pod vyššie uvedenými konštrukčnými vrstvami sa v celom hodnotenom úseku trate nachádza buď pôvodný rastlý terén (v úsekoch zárezov), alebo teleso násypu (prísypu), ktorý tvoria redeponované miestne zeminy pôvodne polygenetického pôvodu (viď obrázok5). Ide prevažne o jemnozrnné zeminy rozličného stupňa plasticity a obsahu piesčitej či štrkovitej prímiesi (F2/CGY, F6/CLY, F6/CIY, F8/CHY).Íly sú zvyčajne veľmi pevnej konzistencie, lokálne tuhej konzistencie ($I_c = 0,63 - 1,31$).Na piatich miestach bolo toto

prostredie overené aj statickou zaťažovacou skúškou, pričom deformačný modul bol zistený



Obrázok 5 Pohľad na do kopanej sondy pre statickú zaťažovaciu skúšku SZS-05 s charakteristickým zložením konštrukčných vrstiev, kde sa pod vrstvou koľajového kameniva nachádza vrstva ílu strednej plasticity

v rozsahu $E_{\text{def}} = 13,24 - 26,01$ MPa (medián 16,07 MPa, priemer 17,92 MPa). Odporúčaná hodnota je $E_{\text{def}} = 16$ MPa. V zmysle TNŽ 73 6312 bol aplikovaný opravný súčiniteľ v rozsahu $z = 0,50 - 0,7$, na základe ktorého bol odvodený redukovaný modul deformácie v rozsahu $E_{\text{or}} = 6,62 - 15,16$ MPa, v priemere $E_{\text{or}} = 10,87$ MPa (medián $E_{\text{or}} = 9,64$ MPa). Odporúčaná hodnota do výpočtov je **$E_{\text{or}} = 10$ MPa**.

Podobne bol pre prostredie násypov, tvorených zeminami tried F6/CLY, F6/CIY a F8/CHY stanovený odvodený modul pretvárnosti aj zo skúšok dynamickej penetrácie, a to v rozmedzí $E_{\text{DPS}} = 1,36 - 13,98$ MPa s odporúčanou hodnotou **$E_{\text{DPS}} = 5$ MPa**, pričom materiál má mäkkú až veľmi pevnú konzistenciu ($I_c = 0,32 - 1,31$) prevažne však tuhú konzistenciu.

Pre násypové telesá s vyšším podielom úlomkov či štrku charakteru ílov a siltov štrkovitých (F1/MGY, F2/CGY) až štrkov ílovitých a siltovitých (G5/GCY, G4/GMY) bol stanovený odvodený modul pretvárnosti zo skúšok dynamickej penetrácie v rozmedzí $E_{\text{DPS}} = 11,40 - 70,91$ MPa s odporúčanou hodnotou

$E_{\text{DPS}} = 25$ MPa, pričom materiál má tuhú až pevnú konzistenciu ($I_c = 0,56 - 1,25$) prevažne však pevnú konzistenciu.

2.1.1.2 Fluviálne sedimenty

Fluviálny komplex je v skúmanom území zastúpený komplexom terás a komplexom výplne údolných nív. Z hľadiska plošného zastúpenia dominujú sedimenty terás v pôvodnom i čiastočne preplavenom stave, ktoré pokrývajú svahy na ľavom okraji aluviálnej nivy. Menej sú zastúpené sedimenty výplne údolnej nivy, kam patria štrky korytovej fácie a náplavové sedimenty. Tieto sa vyskytujú len v údolí Olšavy resp. v obmedzenej miere ako výplň údolí jej väčších ľavostranných prítokov. Korytová fácia je tvorená prevažne štrkovitými zeminami, fáciu náplavových sedimentov pokrývajú nivy predstavujú najmä jemnozrnné a piesčité sedimenty. Petrografické zloženie valúnov je pestré, pričom dominantnou zložkou sú vulkanické horniny (andezity, bazalty). Náplavový komplex predstavujú íly a silty rozličného zloženia s rôznym obsahom organických prímiesí. Miestami sa v alúviu Olšavy vyskytujú aj sedimenty mŕtvych ramien, tj. rašeliný a organické bahná. Na okraji alúvia sú fluviálne náplavy často prekryté súvislou a významne hrubou vrstvou polygenetických sedimentov, pričom zeminy tvoria vzájomné prechody, sú od seba obtiažne odlišiteľné.

A) Štrky až piesky korytovej fácie tvoria výplň aluviálnej rieky Olšava. Zdroj valúnového materiálu je najmä v príhlom pohorí Slanské vrchy, z masívu vulkánu Milič (andezity, bazalty a ich vulkanoklastiká – zlepenice, pieskovce a brekie). Hrúbky štrkovej

akumulácie v strede aluviálnej nivy podľa výsledkov archívnych prieskumných prác (Nešvara et al., 1964) dosahuje cca 1 – 3 m, pričom smerom k okrajom nivy sa hrúbka štrkovej vrstvy znižuje až vyklíňuje. Najrozsiahlšie zastúpenie majú štrky s prímiesou jemnozrnnéj zeminy (G3/G-F) a štrky ílovité (G5/GC). Vzhľadom na fakt, že štrky korytovej fácie neboli priamo zachytené prieskumnými prácami, nebudeme sa nimi bližšie zaoberať.

V zmysle STN 72 1001 tieto zeminy môžeme charakterizovať prevažne triedou G5/GC až G3/G-F, s nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov (hodnoty uvedené v zátvorkách sú prevzaté z archívnej literatúry, hodnoty označené * sú odvodené zo sond dynamickej penetrácie, hodnoty označené ** sú odvodené zo statickej penetrácie):

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
- objemová tiaž:	$\gamma = (18,5 - 20,5 \text{ kN.m}^{-3})$	$(19,5 \text{ kN.m}^{-3})$
- parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{\text{ef}} = (28 - 31^\circ)$	(30°)
	$c_{\text{ef}} = (6 - 8 \text{ kPa})$	(7 kPa)
- modul pretvárnosti z LMZ :	$E_{\text{def}} = (37,50 - 40,00 \text{ MPa})$	(39 MPa)
- únosnosť ($d = 0,8-1,5 \text{ m}$; $b \leq 3 \text{ m}$):	$R_{\text{dt}} = (200 - 500) \text{ kPa}$	$(350) \text{ kPa}$

Podľa Scheibleho kritéria STN 73 6133 - Stavba ciest, teleso pozemných komunikácií uvedené nesúdržné zeminy sú **mierne namrzavé až nenamrzavé**. Podľa vhodnosti pre podložie komunikácií v zmysle uvedenej normy sú tieto zeminy **podmienečne vhodné až vhodné**. Pevnostné a deformačné charakteristiky sú závislé od granulometrického zloženia, pričom výsledky laboratórnych testov ich radia medzi materiálmi **vhodné do násypov**.

Koeficient filtrácie fluviálnych štrkov podľa archívnych správ sa v skúmanej oblasti pohybuje v rozsahu $k_f = 1,00 \cdot 10^{-4} - 1,40 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$, čo predstavuje zeminy s triedou priepustnosti **III** v zmysle klasifikácie priepustnosti podľa Jetela (1982), tj. horninové prostredie **dost' silno priepustné**.

B) Náplavové íly, silty a piesky predstavujú pokryv aluviálnej nivy rieky Olšava. Nie vždy bolo možné makroskopicky odlíšiť zeminu od polygenetického komplexu a to z dôvodu vzájomnej podobnosti. Náplavové zeminy predstavujú v danej oblasti najmä íly a silty so strednou až vysokou plasticitou (F6/CI, F8/CH) a silty a íly piesčité a štrkovité (F3/MS, F4/CS, F2/CG). Hrúbka náplavov dosahuje v skúmanom území 0,5 – 4,0 m, priemerne však 0,5 – 2,0 m. Na okrajoch alúvia je vrstva náplavových sedimentov často prekrytá polygenetickými sedimentami a to aj v niekoľkých generáciách (prevrstvovanie oboch komplexov počas geologickej histórie). Náplavové zeminy neboli počas prieskumných prác priamo testované. Zároveň tieto zeminy netvoria bezprostredné podvalové podložie, nebudeme sa nimi teda bližšie zaoberať.

V zmysle STN 72 1001 tieto zeminy môžeme charakterizovať prevažne triedou F4/CS, s nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov (hodnoty uvedené v zátvorkách sú prevzaté z archívnej literatúry, hodnoty označené * sú odvodené zo sond dynamickej penetrácie, hodnoty označené ** sú odvodené zo statickej penetrácie):

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
- objemová tiaž:	$\gamma = (18,5 - 20,5 \text{ kN.m}^{-3})$	$(19,5 \text{ kN.m}^{-3})$
- parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{\text{ef}} = (28 - 31^\circ)$	(30°)
	$c_{\text{ef}} = (6 - 8 \text{ kPa})$	(7 kPa)
- modul pretvárnosti z LMZ :	$E_{\text{def}} = (37,50 - 40,00 \text{ MPa})$	(39 MPa)
- únosnosť ($d = 0,8-1,5 \text{ m}$; $b \leq 3 \text{ m}$):	$R_{\text{dt}} = (150 - 250) \text{ kPa}$	$(200) \text{ kPa}$

Podľa Scheibleho kritéria STN 73 6133 - Stavba ciest, teleso pozemných komunikácií, uvedené jemnozrnné zeminy tried F3/MS a F4/CS, F6/CI, F6/CL patria medzi **nebezpečne namŕzavé**. V zmysle uvedenej normy STN 73 6133 tieto zeminy podľa vhodnosti do podložia vozovky sú **podmienečne vhodné až nevhodné** (podľa konkrétnej krivky zrnitosti), pre zabudovanie do násypu ich možno hodnotiť ako prevažne **nevhodné**. Miestami môže byť v náplavovom komplexe zistený zvýšený obsah organických látok, takéto zeminy potom nie je možné ako konštrukčné vrstvy používať vôbec a je potrebné ich odstrániť.

Koeficient filtrácie ílovito – siltovitého komplexu fluvialných náplavov vypočítaný z kriviek zrnitosti podľa archívnych výsledkov dosahuje hodnoty $k_f = 1,69 \cdot 10^{-8} - 2,50 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$, v priemere $k_f = 6,62 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$, čo charakterizuje súdržné zeminy triedou priepustnosti **VI – VII** v zmysle klasifikácie priepustnosti podľa Jetela (1982), tj. ako horninové prostredie **slabo priepustné až veľmi slabo priepustné**.

C) Terasové štrky predstavujú staršie sedimenty rieky Olšava, uložené na ľavobrežných poriečnych terasách. Zvyčajne ide o veľmi silno zvetrané valúny vulkanických hornín z príľahlého pohoriam Slanských vrchov – andezity a bazalty, prípadne ich sedimentárne variety (pieskovce). Predpokladáme, že časť materiálu terás bola sekundárne preplavovaná do nižších partií svahov. Čiastočným preplavením valúnov a následnou konsolidáciou nadobudol komplex terasových štrkov súčasný charakter, kde dominujú štrky ílovité a siltovité (G5/GC, G4/GM) až íly štrkovité a siltovité (F2/CG, F1/MG). Len ojedinele sa zachovali relatívne čistejšie štrky s prímiesou jemnozrnnnej zeminy (G3/G-F). Hrúbka komplexu terasových štrkov je veľmi premenlivá, a nebola prieskumnými prácami identifikovaná. Vrstvy terasových štrkov predstavujú akumulátory a privilegované cesty pre prúdenie podzemnej vody. Vďaka relatívne nepriepustnému podložiu i nadložiu terasového komplexu vznikajú prevažne napäté horizonty podzemnej vody.

Komplex terasových štrkov je tvorený prevažne súdržnými a nesúdržnými zeminami, ktorých výskyt je nepravidelný, premenlivej hrúbky, s prevahou jemnozrnnnej frakcie a variabilným obsahom znečisťujúcich prímiesí. Výplňový íl je prevažne piesčitý, strednej až vysokej plasticity ($w_L = 39 - 62 \%$, $I_p = 15 - 32 \%$), pričom zastúpenie ílovitej a prachovitej frakcie ($f = 17 - 40 \%$) vyjadruje premenlivý stupeň zahlinenia. Obsah piesčitej frakcie ($s = 11 - 22 \%$) a štrkovej frakcie ($g = 37 - 61 \%$) predstavuje skeletotvornú časť terasových sedimentov s lokálnym zastúpením kamenitej frakcie ($cb = 0 - 13\%$). Deformačné parametre komplexu terasových štrkov boli odvodené najmä z realizovaných dynamických penetračných skúšok a statických penetračných skúšok. Odvodený modul deformácie bol v rozsahu $E_{DPS} = 24,16 - 66,51 \text{ MPa}$ (priemer $44,23 \text{ MPa}$), s odporúčanou hodnotou **$E_{DPS} = 40 \text{ MPa}$** . Uľahnutosť komplexu je prevažne stredná ($I_D = 0,48 - 0,93$), konzistencia jemnozrnných zemín je pevná ($I_C = 1,25 - 1,28$).

V zmysle STN 72 1001 tieto zeminy môžeme charakterizovať prevažne triedou G5/GC, s nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov (hodnoty uvedené v zátvorkách sú prevzaté z archívnej literatúry, hodnoty označené * sú odvodené zo sond dynamickej penetrácie, hodnoty označené ** sú odvodené zo statickej penetrácie):

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
- objemová tiaž:	$\gamma = 19,0 - 20,7 \text{ kN.m}^{-3}$	$19,5 \text{ kN.m}^{-3}$
- parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{ef} = 27 - 32^\circ *$	30°
	$\varphi_{ef} = 29 - 37^\circ **$	$33^\circ **$
	$c_{ef} = 2 - 35 \text{ kPa} *$	$16 \text{ kPa} *$

- modul pretvárnosti z DPS : $E_{\text{def}} = 24,16 - 66,51 \text{ MPa}^* \quad 44 \text{ MPa}^*$
- modul pretvárnosti z SPS : $E_{\text{def}} = 16,60 - 56,86 \text{ MPa}^{**} \quad 30,00 \text{ MPa}^{**}$
- pevnosť v prostom tlaku z LMZ: $\sigma_c = (145 - 437) \text{ kPa} \quad (280) \text{ kPa}$
- únosnosť ($d = 0,8-1,5 \text{ m}$; $b \leq 3 \text{ m}$): $R_{\text{dt}} = (200 - 450) \text{ kPa} \quad (350) \text{ kPa}$

Koeficient filtrácie terasových štrkov vypočítaný z kriviek zrnitosti dosahuje hodnoty $k_f = 6,97 \cdot 10^{-7} - 7,86 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$, v priemere $k_f = 3,28 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$, čo charakterizuje súdržné zeminy triedou priepustnosti V – VI v zmysle klasifikácie priepustnosti podľa Jetela (1982), tj. ako zeminové prostredie dosť slabo priepustné až slabo priepustné.



Obrázok 6 *Zaílované terasové štrky zachytené počas prieskumných prác vo vrte V-2*

Podľa Scheibleho kritéria STN 73 6133 - Stavba ciest, teleso pozemných komunikácií, uvedené štrkovité zeminy tried G5/GC, G4/GM, G3/G-F patria medzi **mierne namrzavé až nenamrzavé**. V zmysle uvedenej normy STN 73 6133 tieto zeminy podľa vhodnosti do podložia vozovky sú **podmienečne vhodné až vhodné** (podľa konkrétnej krivky zrnitosti), pre zabudovanie do násypu ich možno hodnotiť ako prevažne **vhodné**.

2.1.1.3 Polygenetické sedimenty pokrývajú terasových stupňov

Polygenetický komplex je prechodným a zmiešaným typom zemín medzi eolickými (pôvodný sprašový pokryv terasových stupňov) a deluviálnymi resp. medzi deluviálnymi a fluviálnymi sedimentami. Ide o plošne najrozsiahlejší zeminový komplex, pokrývajúci temer celé hodnotené územie (okrem alúvia), tvorený prevažne jemnozrnnými zeminami zvyčajne vyššej plasticity, prevažne okrovohnedej až bordovohnedej farby.

A) Polygenetické íly a sily vysoko až strednoplastické sú zastúpené v zmysle STN 72 1001 ílom strednoplastickým (F6/CI) a ílom vysokej plasticity (F8/CH), menej siltom strednej plasticity (F5/MI) a ílom veľmi vysokej plasticity (F8/CV), pričom zeminy sú prevažne pevnej až veľmi pevnej konzistencie, ojedinele až tvrdej konzistencie ($I_c = 0,89 - 1,11$), so strednou až veľmi vysokou plasticitou ($w_L = 40 - 80 \%$). Podľa granulometrických rozborov je obsah ílovitej a siltovitej frakcie $f = 70 - 94 \%$, obsah piesčitej frakcie $s = 6 - 24 \%$ a obsah štrkovej frakcie $g = 0 - 12 \%$. Obsah uhličitánov v polygenetickom komplexe stredno až vysokoplastických ílov $jel_{ou} = 0,00 \%$. Obsah organických látok $I_{om} = 0,00 - 2,10 \%$. Zvyčajne tvoria nadložie terasových sedimentov v hrúbke od 1 do niekoľko metrov.

V zmysle STN 72 1001 tieto zeminy môžeme charakterizovať prevažne triedou F6/CI až F8/CH, s nasledovnými hodnotami základných geotechnických parametrov (hodnoty uvedené v zátvorkách sú odvodené z archívnej literatúry, hodnoty označené * sú odvodené zo sond dynamickej penetrácie, hodnoty označené ** sú odvodené zo statickej penetrácie):

	Rozsah	Odporúčaná hodnota
- objemová tiaž:	$\gamma = 19,0 - 20,7 \text{ kN.m}^{-3}$	$19,5 \text{ kN.m}^{-3}$
- parametre efekt. šmyk. pevnosti:	$\varphi_{\text{ef}} = 23 - 24^\circ$	23°

	$\varphi_{ef} = 15 - 29^\circ **$	$21^\circ **$
	$c_{ef} = 5 - 14 \text{ kPa}$	10 kPa
- reziduálne parametre šmyk. pevnosti:	$\varphi_r = (12 - 16^\circ)$	(15°)
	$c_r = (0 \text{ kPa})$	(0 kPa)
- parametre totálnej šmyk. pevnosti:	$\varphi_u = 4,8 - 7,1^\circ$	6°
	$c_u = 69 - 140 \text{ kPa}$	100 kPa
	$c_u = 30 - 167 \text{ kPa} **$	$70 \text{ kPa} **$
- modul pretvárnosti z DPS :	$E_{def} = 0,60 - 12,12 \text{ MPa} *$	$7,00 \text{ MPa} *$
- modul pretvárnosti z SPS :	$E_{def} = 2,97 - 17,57 \text{ MPa} **$	$6,00 \text{ MPa} **$
- pevnosť v prostom tlaku z LMZ:	$\sigma_c = (180 - 220) \text{ kPa}$	$(200) \text{ kPa}$
- únosnosť ($d = 0,8-1,5 \text{ m}$; $b \leq 3 \text{ m}$):	$R_{dt} = (100 - 160) \text{ kPa}$	$(130) \text{ kPa}$

Tabuľka 15 Prehľad bobtnavosti resp. presadavosti polygenetických ílov

Lab.číslo vzorky	Sonda	Hĺbka (m)		I_b (%)	I_{pr} (%)	Zat'azenie (MPa)	Trieda	Poznámka
		od	do					
1934	V-1	1,20	1,40	0,0600	-	0,200	F6/CI	
1939	V-2	3,30	3,50	-	0,0243	0,200	F8/CH	
1943	V-3	5,10	5,30	-	0,0395	0,200	F6/CI	

Pozn.: u všetkých vzoriek, kde bola navrhnutá skúška presadavosti, ale zemina sa správala ako bobtnavá, potom je v tabuľke uvedený vypočítaný súčiniteľ bobtnavosti.

Podľa Scheibleho kritéria STN 73 6133-Stavba ciest, teleso pozemných komunikácií, uvedené jemnozrné zeminy polygenetického komplexu tried F6/CI, F6/CL a F8/CH patria medzi **nebezpečne namrzavé až vysoko namrzavé** zeminy. V zmysle uvedenej normy tieto zeminy podľa vhodnosti do podložia sú **nevhodné až podmienenčne vhodné**, pre budovanie násypu ich možno hodnotiť ako **nevhodné**.

Koeficient filtrácie polygenetických stredno a vysokoplastických ílov a siltov, vypočítaný z kriviek zrnitosti dosiahol hodnoty v rozsahu $k_f = 5,49 \cdot 10^{-10} - 1,90 \cdot 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$, v priemere $k_f = 6,09 \cdot 10^{-9} \text{ m.s}^{-1}$, čo charakterizuje tieto jemnozrné zeminy triedou priepustnosti VIII v zmysle klasifikácie priepustnosti podľa Jetela (1982), tj. ako nepatrne priepustné.

2.1.2 Neogén

Podložie pod kvartérnymi zeminami je v hodnotenom území tvorené zeminami a horninami neogénu. Ide najmä o vulkanické horniny a vulkanoklastiká, prislúchajúce blízkeho vulkánu (medzi Ruskovom a Slancom), zastúpené bazaltami, andezitmi a vulkanickými brekciami až pieskovicami.

Predkvartérne podložie mimo vulkánu tvoria neogénne zeminy stretavského súvrstvia, zastúpené hlavne pieskami, ílmi, bentonitovými ílmi, uhoľnými ílmi, lignitmi, tufitickými ílmi a tufmi, ktoré tiež predstavujú výplň panónskej panvy v danej lokalite.

Zeminy ani horniny neogénneho komplexu neboli prieskumnými prácami spoľahlivo zachytené (priamymi prieskumnými dielami). Predpokladáme, že niektoré zo sond dynamickej a statickej penetrácie zachytili prostredie neogénu, ktoré má však z hľadiska geologického i geotechnického podobný charakter ako polygenetický nadložný komplex, nebudeme ho teda bližšie špecifikovať a odporúčame používať pre účely tohto prieskumu hodnoty geotechnických parametrov zemín polygenetického komplexu.

2.2 Inžinierskogeologické a geotechnické zhodnotenie trasy 2. koľaje

Železničná trať je vedená zväčša na násypoch výšky 1 až 15 m prípadne plytkými odrezmi a zárezmi ľavobrežnými svahmi aluviálnej nivy rieky Olšava, pričom v žkm cca 83,300 – 83,600 prekračuje nivu a tok Olšavy a prechádza na pravobrežné svahy nivy. V rámci podrobného inžinierskogeologického prieskumu boli v predmetnom úseku zrealizované 3 ks prieskumných vrtov V-1 až V-3 (Príloha 4.1) a 4 ks sond statickej penetrácie CPT-01 až CPT-05 (Príloha 5.4.) Priamo v osi koľaje č.2 boli realizované sondy dynamickej penetrácie v počte 44 ks (DPS-2/1 až DPS-2/34 a DPS-01 až DPS-10, viď Príloha 5.1). Pre overenie únosnosti pláne železničného spodku bolo realizovaných 34 ks statických zaťažovacích skúšok (Príloha 5.2). Okrem toho boli využité i archívne geologické diela, realizované v okolí v minulosti.

2.2.1 Zárezy a odrezy

Výraznejšie **zárezy a odrezy** na trati sú v žkm 78,800 – 79,000, žkm 79,400 – 79,600, žkm 80,600 – 80,970, žkm 82,640 – 83,290. V týchto miestach je trať zarezaná do pôvodného polygenetického pokryvu územia resp. až do neogénneho komplexu podobného charakteru.

Zeminy v úrovni teoretickej zemnej pláne (0,9 m pod spodnou hranou podvalu) v zárezoch a odrezoch boli otestované jednak statickými zaťažovacími skúškami, ale aj sondami dynamickej a statickej penetrácie, pričom ide dominantne o jemnozrnné zeminy charakteru ílov stredne až vysokej plasticity (F6/CI, F6/CL), miestami charakteru ílov a siltov piesčitých až štrkovitých (F3/MS, F4/CS, F2/CG, F1/MG). Deformačné parametre boli odvodené v požadovanej úrovni z výsledkov sond dynamickej penetrácie a to v rozsahu $E_{DPS} = 6,81 - 16,26$ MPa, v priemere $E_{DPS} = 9,95$ MPa. Za predpokladu akceptácie výsledného deformačného modulu z týchto skúšok ako modulu E_0 , pri aplikácii opravného súčiniteľa $z = 0,60 - 0,80$ (podľa konkrétnej zeminy) možno redukovaný deformačný modul stanoviť v rozsahu $E_{or\ DPS} = 4,09 - 11,38$ MPa, v priemere $E_{or\ DPS} = 6,45$ MPa. Odporúčame používať **výpočtovú hodnotu $E_{or\ DPS} = 5$ MPa**.

Na piatich miestach bolo toto prostredie overené aj statickou zaťažovacou skúškou (realizovanou síce nad úrovňou teoretickej zemnej pláne v oblasti pláne železničného spodku, ale s hodnotami aplikovateľnými aj pre nižšiu úroveň), pričom deformačný modul bol zistený v rozsahu $E_{def} = 13,24 - 26,01$ MPa (medián 16,07 MPa, priemer 17,92 MPa). Odporúčaná hodnota je $E_{def} = 16$ MPa. V zmysle TNŽ 73 6312 bol aplikovaný opravný súčiniteľ v rozsahu $z = 0,50 - 0,70$, na základe ktorého bol odvodený redukovaný modul deformácie v rozsahu $E_{or} = 6,62 - 15,16$ MPa, v priemere $E_{or} = 10,87$ MPa (medián $E_{or} = 9,64$ MPa). **Odporúčaná hodnota do výpočtov je $E_{or} = 10$ MPa**.

2.2.2 Násypy a prísypy

Navýraznejšie **násypové (prísypové) telesá** boli identifikované cca v žkm 77,400 – 77,800 (výška do cca 10 m), žkm 77,900 – 78,200 (výška do cca 5 m), žkm 78,550 – 78,600 (výška do 5 m), žkm 79,050 – 79,340 (mohutný násyp cca 10 – 12 m), žkm 79,650 – 79,740 (výška cca 6 m), žkm 80,300 – 80,520 (mohutný násyp cca 9 – 12 m), žkm 81,000 – 81,800 (prísyp do cca 2 – 3 m), žkm 81,800 – 82,500 (násyp výšky cca 6 – 8 m) a žkm 83,250 – 84,000 (násyp križujúci alúvium Olšavy, výška cca 2 – 6 m). Predpokladáme, že materiál na budovanie násypov pochádzal prevažne z lokálnych ťažobných jám a má charakter redeponovaných polygenetických zemín – ílov strednej až vysokej plasticity (F6/CIY, F6/CLY, F8/CHY), siltov

piesčitých (F3/MSY). Miestami je v úrovni teoretickej zemnej pláne (0,9 m pod spodnou hranou podvalov) zatlačené koľajové kamenivo a zeminy nadobúdajú charakter ílov a siltov štrkovitých (F1/MGY, F2/CGY) až štrkov siltovitých a ílovitých (G5/GCY, G4/GMY, G2/GPY).

Deformačné parametre pre prevládajúce jemnozrnné zeminy charakteru F6/CIY boli odvodené v požadovanej úrovni z výsledkov sond dynamickej penetrácie a to v rozsahu $E_{DPS} = 3,31 - 21,94$ MPa, v priemere $E_{DPS} = 10,17$ MPa, s konzistenciou prevažne pevnou ($I_c = 1,18 - 1,26$). Za predpokladu akceptácie výsledného deformačného modulu z týchto skúšok ako modulu E_0 , pri aplikácii opravného súčiniteľa $z = 0,50 - 0,80$ (podľa konkrétnej zeminy) možno redukovaný deformačný modul stanoviť v rozsahu $E_{0r DPS} = 1,99 - 17,55$ MPa, v priemere $E_{0r DPS} = 6,86$ MPa. Pre tieto zeminy násypov odporúčame používať **výpočtovú hodnotu $E_{0r DPS} = 5$ MPa**.



Obrázok 7 Pohľad na naklonené trakčné stožiare v úseku železničnej trate v žkm 83,200 – 83,400.

V miestach, kde zeminy v úrovni teoretickej zemnej pláne nadobúdajú charakter štrkovitých ílov a siltov (charakter F2/CGY až G5/GCY, resp. až G2/GPY), možno deformačné parametre zo sond dynamickej penetrácie stanoviť v rozsahu $E_{DPS} = 28,19 - 74,23$ MPa, v priemere $E_{DPS} = 45,24$ MPa. Za predpokladu akceptácie výsledného deformačného modulu z týchto skúšok ako modulu E_0 , pri aplikácii opravného súčiniteľa $z = 0,80 - 1,00$ (podľa konkrétnej zeminy) možno redukovaný deformačný modul stanoviť v rozsahu $E_{0r DPS} = 22,55 - 59,38$ MPa, v priemere $E_{0r DPS} = 37,39$ MPa. Pre tieto zeminy násypov odporúčame používať **výpočtovú hodnotu $E_{0r DPS} = 35$ MPa**.

Je potrebné povedať, že zjavné **stabilné problémy násypových telies neboli počas prieskumu identifikované**, detailné overenie pretvárania nebolo možné z dôvodu zarastenia svahov násypov náletovými drevinami. Predpokladáme však výskyt pomalých plazivých pohybov pretvárania telesa násypov z dôvodu prítomnosti jemnozrnných vysoko a strednoplastických zemín. Tomuto fenoménu možno pripísať i nestabilitu niektorých trakčných stožiarov (viď obrázok 7).

2.2.3 Železničný zvršok a podkladné vrstvy

Na celom hodnotenom úseku koľaje č.2 vo vrchnej časti tvoria násyp konštrukčné **vrstvy železničného zvršku a podkladné vrstvy**, prevažne štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy a štrky zle zrnené, menej štrky ílovité a siltovité (G3/G-FY, G2/GPY, G5/GCY, G4/GMY – koľajové kamenivo). Geotechnické parametre navážky boli overené statickými a dynamickými zaťažovacími skúškami (jedno skúšobné miesto pre obidve skúšky) a sondami dynamickej penetrácie. Výsledky boli verifikované laboratórnymi testami na odobratých vzorkách z miest

statických zaťažovacích skúšok.



Obrázok 8 Pohľad na zárezový úsek železničnej trate v žkmcca78,600 – 78,900. Pozdĺžne odvodňovacie priekopy sú zarastené, nevyčistené.

Na základe dokumentácie kopaných sond a vyhodnotenie sond dynamickej penetrácie možno povedať, že hrúbka vrstvy koľajového kameniva a podkladných vrstiev dosahuje 0,5 – 1,4 m. V dosahu chodu čističky koľajového kameniva (tj. do cca 0,3 až 0,4 m pod spodnou hranou podvalov) je koľajové kamenivo relatívne málo znečistené a má charakter štrku zle zrnitého (G2/GPY) až štrku s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-FY). Pod touto hĺbkou je koľajové kamenivo značne znečistené jemnozrnnou frakciou a nadobúda charakter štrkov ílovitých a siltovitých (G5/GCY, G4/GMY). Kamenivo je prevažne stredne uľahnuté, lokálne boli zistené i silno uľahnuté až zaklínené polohy koľajového kameniva.

Materiál je v prípade relatívne čistého kameniva pri povrchu (G2/GPY, G3/G-FY) v priemere stredne uľahnutý (rozsah $I_D = 0,35 - 0,97$, v priemere 0,47), hlbšie, viac znečistené vrstvy (G4/GMY, G5/GCY, G1/GWY) sú stredne uľahnuté až uľahnuté (rozsah $I_D = 0,16 - 0,96$, v priemere 0,63). Zo sond dynamickej penetrácie bol pre toto prostredie stanovený odvodený modul v rozmedzí $E_{DPS} = 34,43 - 262,38$ MPa v priemere **$E_{DPS} = 77$ MPa**. Statické zaťažovacie skúšky (realizované v oblasti pláne železničného spodku) otestovali toto prostredie na 11 miestach, pričom modul pretvárnosti bol v rozsahu $E_{def} = 30,82 - 67,16$ MPa, s odporúčanou hodnotou $E_{def} = 45$ MPa (medián 45,45 MPa, priemer 45,54 MPa). Po aplikácii opravného súčiniteľa v zmysle TNŽ 73 6312 v rozsahu $z = 0,95 - 1,00$ je redukovaný modul deformácie $E_{or} = 29,28 - 63,80$ MPa, v priemere $E_{or} = 43,91$ MPa (medián $E_{or} = 43,18$ MPa). Odporúčaná hodnota do výpočtov je **$E_{or} = 40$ MPa**.

Pod vrstvou kameniva sa v úsekoch koľaje č.2 cca žkm 77,400 – 79,200, žkm cca 80,700 – 82,000, žkm cca 82,300 – 84,000 nachádza nerovnomerne hrubá vrstva škváry s rozličným podielom úlomkov, pričom lokálne v týchto úsekoch vrstva škváry vyklíňuje. Z hľadiska zrnitosti možno škváru charakterizovať ako štrk až piesok siltovitý (G4/GMY, S4/SMY) a štrk či piesok s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3/G-FY, S3/S-FY), prípadne až silt piesčitý (F3/MSY). Na základe výsledkov 16 ks statických zaťažovacích skúšok má škvára na úrovni pláne železničného spodku hodnoty modulu deformácie v rozsahu $E_{or} = 10,47 - 37,82$ MPa, s odporúčanou hodnotou $E_{or} = 21$ MPa (medián 21,24 MPa, priemer 21,83 MPa). Vrstva škváry je na základe dokumentácie kopaných sond a vyhodnotenia sond dynamickej penetrácie hrubá od niekoľkých centimetrov (niekde úplne chýba) až po cca 0,90 cm, pričom materiál je podľa sond dynamickej penetrácie veľmi kyprý až lokálne uľahnutý ($I_D = 0,02 - 0,85$) prevažne však stredne uľahnutý. Zo sond dynamickej penetrácie bol pre toto zeminové prostredie stanovený aj odvodený modul deformácie v rozmedzí $E_{DPS} = 5,13 - 73,27$

MPa v priemere $E_{DPS} = 23 \text{ MPa}$. V zmysle TNŽ 73 6312 bol aplikovaný opravný súčiniteľ v rozsahu $z = 0,80 - 0,95$, na základe ktorého bol odvodený redukovaný modul deformácie v rozsahu $E_{Or DPS} = 9,95 - 34,04 \text{ MPa}$, v priemere $E_{Or DPS} = 19,77 \text{ MPa}$ (medián $E_{Or DPS} = 19,63 \text{ MPa}$). Odporúčaná hodnota do výpočtov je $E_{Or} = 19 \text{ MPa}$.

Úsek železničnej trate je podrobne geotechnicky charakterizovaný v pozdĺžnom geologicko-geotechnickom reze v prílohe 3.1 až 3.6.

2.2.4 Podložie zemného telesa železničnej trate

Podložie telesa násypu je tvorené prevažne polygenetickými (eolicko-deluviálnymi alebo eolicko-fluviálnymi) zeminami, len v oblasti prechodu nivy Olšavy ide o fluviálne náplavové sedimenty. Zeminy sú charakterizované v predchádzajúcich kapitolách.

2.3 Hydrogeologické pomery

2.3.1 Hydrogeologické pomery územia

V hodnotenom území sa vyskytujú antropogénne navážky, polygenetické sedimenty, fluviálne a deluviálne sedimenty a podložné horniny a zeminy neogénu (sedimentárne aj vulkanické).

Dominantnými **kvartérnymi** kolektormi podzemných vôd v území sú fluviálne štrky aluviálnej nivy rieky Olšava. V údolí od Nižnej Myšle až po Olšovany je vybudovaných niekoľko vodárenských vrtov, ktoré sú určené na odbery podzemných vôd pre vodárenské účely práve z prostredia fluviálnych náplavov (napr. vrt VM-1/71, vrt A-3, vrt A-1). Hladina podzemnej vody, viazaná na fluviálne štrky, je v hĺbke 2,9 – 3,5 m pod terénom. Hladina podzemnej vody je prevažne voľná spravidla je v hydraulikej spojitosti s povrchovým tokom. Aj napriek tomu, fluviálne štrky tvoria len menšie zvodnenie s obmedzenými množstvami podzemných vôd miestneho významu. Priepustnosť komplexu fluviálnych štrkov v hodnotenom území je medzizrnová. Podľa archívnych prieskumov (Hudáček, 1971) koeficient hydraulikej vodivosti (v praxi sa používa aj koeficient filtrácie) fluviálnych fluviálnych štrkov v oblasti Vyšnej Myšle overený hydrodynamickou skúškou vo vrte VM-1/71 bol stanovený v rozsahu $k = 1,0 \cdot 10^{-4}$ až $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$. Podľa hodnôt koeficientu hydraulikej vodivosti v zmysle klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel, 1982) tvoria fluviálne aluviálne štrky dosť silno priepustné prostredie s triedou priepustnosti III.

Hydrogeologicky menej významným je kolektor tvorený štrkovitými zeminami terasových stupňov. Vzhľadom na ich väčšiu zaílovanosť je priepustnosť terasových štrkov menšia a sú využívané len výnimočne malými lokálnymi vodnými zdrojmi. Hladina podzemnej vody sa nachádza v hĺbkach 5 – 12 m pod terénom (podľa miesta), pričom zvyčajne je napätá (nadložné nepriepustné polygenetické zeminy pokryvu terasových stupňov). Priepustnosť terasových štrkov prevažne ílovitých (GC/G5) až ílu, resp. siltu štrkovitého vyjadrená koeficientom hydraulikej vodivosti (koeficient filtrácie) sa pohybuje rádovo $k = n \cdot 10^{-6}$ až $n \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$ a nižšie. Podľa zrnitostnej analýzy (vzoriek č. 1935, 1936 a 1941, Príloha 6.1) bola vypočítaná hodnota koeficientu hydraulikej vodivosti štrku ílovitého (G5/GC) $k = 7,86 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$, ílu a siltu štrkovitého $k = 6,97 \cdot 10^{-7}$ až $1,27 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$. V zmysle klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel, J., 1982) podľa zistených hodnôt koeficienta hydraulikej vodivosti $k = 6,97 \cdot 10^{-7}$ až $7,86 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$ tvoria štrkovité zeminy terasových stupňov dosť slabo priepustné až slabo priepustné horninové prostredie s triedou priepustnosti V až VI.

Priepustnosť nadložných sedimentov zastúpených polygenetickým ílom so strednou plasticitou (F6/CI) až ílom s vysokou plasticitou (F8/CH) je veľmi nízka s koeficient hydraulkej vodivosti (koeficient filtrácie) vypočítaným z kriviek zrnitosti v rozsahu $k = 5,49 \cdot 10^{-10}$ až $1,90 \cdot 10^{-8}$ m.s⁻¹. Podľa klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel, J. 1982) ide o zeminy s triedou priepustnosti VII. až VIII., ktoré tvoria **veľmi slabo priepustné až nepatrne priepustné** horninové prostredie.

Podložné **neogénne zeminy a horniny** sú tvorené sedimentárnym neogénom (íly, piesky, tufy), alebo vulkanickými a vulkanoklastickými horninami (andezity, tufobrekcie, vulkanoklastické zlepence a pieskovce). V údolí Olšavy boli realizované niektoré prieskumné vrty pre overenie možnosti zásobovania pitnou vodou, získavanou z prostredia vulkaník a vulkanoklastík z väčších hĺbok pod sedimentárnym neogénom, napríklad vrty HŠ-19 a HŠ-20 (Haluška et al., 1981). Dovolené čerpané množstvá pre jednotlivé vrty sú v rozsahu 10 - 20 l.s⁻¹.

Hladina podzemnej vody v realizovaných vrtoch v čase prieskumu nebola narazená. Prehľad údajov o narazenej hladine podzemnej vody a jej piezometrickej výške v archívnych vrtoch sú uvedené v tabuľke 16.

Tabuľka 16 Prehľad archívnych údajov o hladine podzemnej vody v hodnotenom území

Vrt nadm. výška (m n.m.)	Hĺbka Vrtu	Dátum merania	Hladina podzemnej vody		Terénne merania podzemnej vody	Profil vrtu litologický komplex, horninový typ
	(m)		narazená m p.t. (m n.m.)	ustálená m p.t. (m n.m.)	konduktivita (mS/m) reakcia vody teplota vody (°C)	
Nešvara, J. a kol.: Širokorozchodná trať Maťovce – Haniska, 4. stavba. Geologický prieskum, n.p. Žilina, 1964 Geofond: 14053						
K-70-1 243,16	3,00	-	2,80 240,36	2,10 241,06	-	0,00 – 0,45 mHlina humusovitá, hnedá až tmavohnedá, s úlomkami hornín do 2 cm. 0,45 – 1,50 mHlina prachovitá s ílovitou prímесou, tmavohnedá až čierna, s úlomkami andezitov do 5 cm, pevná. 1,50 – 2,00 mHlina prachovitá, hrdzavohnedá s konkréciami mangánu veľkosti 0,2-0,5 cm, pevná. 2,00 – 3,00 mSilt ílovitý, mäkkoplastický, sivej farby.
Nešvara, J. a kol.: Širokorozchodná trať Maťovce – Haniska, 5. stavba. Geologický prieskum, n.p. Žilina, 1964 Geofond: 14054						
V-74-5 192,96	11,30	-	5,50 187,46	5,32 187,64	Ec = - pH = - T = -	0,00 – 0,80 mHlina ílovitá s tufitickou prímесou 0,80 – 1,50 mHlina piesčitá, premiešaná humusom, pevná, drobivá. 1,50 – 3,10 mHlina piesčitá, s obsahom úlomkov andezitu veľkosti max. 5-10 cm (cca 10 %). 3,10 – 3,80 mHlina ílovito-piesčitá, tmavohnedá, tuhoplastická, s obsahom úlomkov andezitu veľkosti 5-10 cm (cca 10-20 %). 3,80 – 5,50 mHlina ílovitá, hnedá, tuhá, s obsahom úlomkov andezitu veľkosti do 10 cm (cca 20 %). 5,50 – 7,40 mHlina ílovitá, mäkkoplastická, tmavosivá, s obsahom valúnov a balvanov andezitu veľkosti max. 25-30 cm 7,40 – 7,80 mPiesok jemnozrný, silne ílovitý, tmelený limonitovým tmelom, pevný. 7,80 – 11,30 mÍl prachovito-piesčitý, tufitický
V-74-6 193,88	10,0	-	6,20 187,68	5,90 187,98	Ec = - pH = - T = -	0,00 – 0,80 mHlina ílovitá s tufitickou prímесou. 0,80 – 1,20 mHlina piesčitá, humusovitá, 1,20 – 2,50 mDetto, bez humusu, s výskytom ojedinelých valúnkov veľkosti do 5 cm. 2,50 – 4,30 mHlina ílovitá, s úlomkami rozvetraného andezitu veľkosti 5-8 cm. 4,30 – 4,70 mHlina ílovito-piesčitás ojedinelými úlomkami andezitu veľkosti 1-2 cm. 4,70 – 5,40 mHlina ílovitá, mätko-tuhoplastická. 5,40 – 6,20 mHlina ílovito-piesčitá, mätko-tuhoplastická, s obsahom konkrécií CaCO ₃ veľkosti 1-20 cm. 6,20 – 6,50 mHlina piesčitá, piesok jemnozrný, silne zaílovaný, vlhký (mäkkoplastický). 6,50 – 7,20 mDetto, silne uľahlý (stmelený). 7,20 – 10,00 mÍl prachovito-piesčitý, bridličnatý, pevný.

Vrt nadm. výška (m n.m.)	Hĺbka Vrtu	Dátum merania	Hladina podzemnej vody		Terénne merania podzemnej vody	Profil vrtu litologický komplex, horninový typ
	(m)		narazená m p.t. (m n.m.)	ustálená m p.t. (m n.m.)	konduktivita (mS/m) reakcia vody teplota vody (°C)	
V-74-8 194,43	13,2	-	9,00 185,43	8,60 185,83	Ec = - pH = - T = -	0,00 – 0,30 mHlina ílovitá, s tufitickou prímiesou, pevná. 0,30 – 2,00 mÍl pevný, prehrietený s kúskami ílovca o veľkosti do 3 cm. 2,00 – 2,80 mÍl prachovito-piesčitý, pevný. 2,80 – 6,30 mSilt prachovito-piesčitý, pevný-tvrdý. 6,30 – 6,90 mDetto, vrstevnatý o mocnosti do 5 cm (siltovec). 6,90 – 7,50 mDetto, siltovec striedajúci sa s vrstevnatým, hojné povlaky kysličníkov Fe, pevný. 7,50 – 7,80 mÍl prachovito-piesčitý, tuhoplastický. 7,80 – 9,00 mDetto, pevný. 9,00 – 9,30 mPiesok jemnozrnný, pracovitý, s obsahom kúskov ílovca o veľkosti 3 cm, vlhký. 9,30 – 9,90 mÍl pevný, miestami s piesčitou prímiesou. 9,90 – 13,20 mÍl s piesčitou prímiesou.
Hudáček, Š.: Hospodársky dvor JRD Vyšná Myšľa, hydrogeologický prieskum pre zabezpečenie vodného zdroja pre účely hospodárskeho dvora JRD, PPÚ Košice, 1971 Geofond: 42503						
VM-1/71 187,50	19,5	25.10.1971	I. 2,90 184,60 II. 9,20 178,30	I. 2,60 184,90 II. 4,50 183,00	Ec = - pH = - T = -	0,00 – 0,80 m ílovitá hlina, vlhká, organického pôvodu. 0,80 – 1,80 m piesčitý íl, tuhej konzistencie, s ojedinelým výskytom organických zvyškov. 1,80 – 2,90 m hrubozrnný piesok hlinitý až ílovitý, premiešaný s vrstvami štrku veľkosti 10-15 cm, obsahu cca 30 %. 2,90 – 3,60 m hlinito-piesčitý až ílovito-piesčitý štrk veľkosti do 10 cm, ojedinele až 15-25 cm, obsahu cca 60-70 %. 3,60 – 4,50 m jemnopiesčitý íl, tuhej konzistencie, vlhký. 4,50 – 5,80 m íl bridličnatého charakteru, pevnej konzistencie 5,80 – 7,50 m bridličnatý íl s prechodom až do ílovitej bridlice. 7,50 – 9,20 m tufit s prechodom až na tufitický pieskovec. 9,20 – 10,80 m ryolitový tufit. 10,80 – 16,50 m tufit hrubo opracovaného charakteru. 16,50 – 19,50 m íl silne bridličnatý, tvrdý, s prechodom do ílovitej bridlice, resp. ílovca.
Varga, Š.: SVŽ VP, UAB Ruskov (RZZ), podrobný inžinierskogeol. prieskum, JRD Družstevná pri Hornáde, prieskumná skupina, 1985 Geofond: 60705						
HG-1 212,00	18,5	6.5.1983	8,00 204,00	4,00 208,00	Ec = - pH = - T = -	0,00 – 0,30 m hnedá povrchová hlinat 0,30 – 2,00 m ílovitá hlina, tuhá, vysokoplastická, navlhnutá 2,00 – 3,50 m íl so štrkom, vlhký až prevlhý, mazľavý, štrk drobný až stredný, 40% 3,50 – 18,50 m šedý íl, tuhý, vlhký, vysokoplastický

Vysvetlivky : mp.t. – metrov pod terénom, m n.m. – metrov nad morom (Balt po vyrovnaní)

2.3.2 Hydrochemické vlastnosti podzemných vôd

Podzemné vody neboli odoberané, pretože počas prieskumných vrtných prác nebola vo vrtoch zistená hladina podzemnej vody.

2.3.3 Vodný režim

V zmysle TNŽ 73 6312 z hľadiska **vodného režimu sú pomery na lokalite priaznivé pomery** – trvalá hladina podzemnej vody sa nachádza podstatne hlbšie ako dosah zóny premrzania pre túto klimatickú oblasť. Napriek tomu - vzhľadom na prevažujúci charakter zemín, nachádzajúcich sa v úrovni zemnej pláne - hodnotíme vodný režim ako **podmienečne priaznivý** (v geologicko-geotechnických rezoch v prílohe 3.1 až 3.6 je označený ako P*) alebo až ako **nepriaznivý** a to z nasledujúcich dôvodov:

- zemnú pláň tvoria prevažne jemnozrnné zeminy s nízkou priepustnosťou (prevažne F6/C1);
- koľajové kamenivo resp. podložná škvára predstavujú priepustné prostredie pre zrážkové vody, pričom po stranách koľajového zvršku je prostredie tvorené nepriepustnými zeminami. Koľajové kamenivo a škvára vytvárajú "vaňu", ktorá akumuluje zrážkové vody;

- najmä v úseku železničnej trate, kde dochádza k súbehu 2. traťovej koľaje s koľajou širokého rozchodu (ŠRT), je zamedzené prirodzenému odtoku zrážkových vôd z telesa násypu (prísypu) na vzdušnej strane;
- v niektorých kopaných sondách bol počas skúšok zistený prítok vody (ZS-2/2, ZS-2/3, ZS-2/7, ZS-2/8, ZS-2/11, ZS-2/13, ZS-2/17), vid' obrázok 9.
- drenážny systém (pokiaľ bol vybudovaný) je teda nefunkčný alebo len obmedzene fungujúci;
- obvodové priekopy sú zväčša zarastené, vid' obrázok 8;
- príľahlá akumulčná oblasť je rozsiahla a pri intenzívnych dažďoch je teleso železničnej trate atakované najmä povrchovými vodami, stekajúcimi po spádnici, pričom teleso trate pôsobí ako bariéra prirodzenému odvodňovaniu trate.



Obrázok 9 Pohľad na zatopenú kopanú sondu pre statickú zaťažovaciu skúšku ZS-2/11. Voda priteká na rozhraní koľajového kameniva a podložných nepriepustných vrstiev zemnej pláne.

Zároveň upozorňujeme, že na základe informácie od správcu trate zväčša práve v týchto úsekoch (súbeh ŠRT a trate normálneho rozchodu) dochádza k trvalým problémom s udržiavaním geometrickej polohy koľaje (GPK). Predpokladáme, že uvedené fenomény spolu súvisia.

2.4 Návrhy a odporúčania

Po ukončení prieskumných prác na hodnotenom úseku 2. koľaje železničnej trate medzi Ruskovom a Nižnou Myšľou možno skonštatovať nasledovné :

- trať normálneho rozchodu prechádza ľavobrežnými svahmi okrajovou časťou aluviálnej nivy rieky Olšava, pri konci hodnoteného úseku prechádza na pravobrežné svahy. Trať vedie prevažne na násypoch a prísypoch výšky prevažne 2 – 5, v miestach prechodú výraznejších údolí až na násypoch výšky 9 – 12 m. Na ostatných častiach trasa vedie v úrovni terénu alebo v miernych zárezoch (odrezoch). Územie nevykazuje zjavné

- známky celkovej nestability. Takisto násypové teleso nejaví známky zosúvania alebo nestability, len dlhodobých pomalých tvarových zmien, ktoré vyplývajú z reologických vlastností jemnozrnných zemín, z ktorých je teleso násypu vybudované;
- zistené boli lokálne stabilitné problémy trakčných podpíer;
 - v širšom okolí (v danej geológii) boli dokumentované stabilitné problémy – svahové pohyby charakteru plošného zosúvania (najmä rozsiahle zosuvy v Nižnej Myši), pričom atakovaná bola čiastočne širokorozchodná trať v blízkosti hodnoteného územia. Zvyčajne ide o človekom zavinený rozvoj svahových pohybov po nevhodnom technickom zásahu do terénu;
 - priebeh aktuálnej zemnej pláne (báza vrstvy koľajového kameniva resp. báza škvárovej vrstvy) bol indikovaný sondami dynamickej penetrácie alebo dokumentáciou kopaných sond a je znázornený v geologicko-geotechnických rezoch. Najmenšia hrúbka koľajového kameniva bola zistená v mieste sond DPS-01, DPS-02, DPS-2/5, DPS-2/23, DPS-2/29 a DPS-2/34. Najväčšia hrúbka koľajového kameniva bola identifikovaná v miestach sond DPS-04, DPS-06, DPS-08, DPS-2/14, DPS-2/16, DPS-2/17 a DPS-2/31. Vrstva škváry(G4/GMY) je najväčšia v mieste sond DPS-05, DPS-2/19 a DPS-2/34;
 - aktuálnu (deformovanú) zemnú pláň pod vrstvami kameniva a škváry tvoria prevažne jemnozrnné zeminy charakteru ílov a siltov strednoplastických, piesčitých a štrkovitých (F6/CIY, F8/CHY, F3/MSY, F1/MGY a F2/CGY), pričom ide prevažne o miestne redeponované zeminy alebo miestne zeminy s prímiesou kameniva;
 - v oblasti nivelety teoretickej zemnej pláne (0,9 m od spodnej hrany podvalu) sa na približne polovici dĺžky hodnotenej trasy nachádzajú vyššie uvedené jemnozrnné zeminy. V druhej polovici sumárnej dĺžky trate do tejto hĺbky siaha vrstva zatlačeného koľajového kameniva alebo vrstva škváry (DPS-2/1, DPS-2/3, DPS-03, DPS-2/6, DPS-05, DPS-2/9, DPS-06, DPS-2/14, DPS-2/16 až DPS-2/19, DPS-2/22, DPS-2/24, DPS-08, DPS-2/26, DPS-09, DPS-2/27, DPS-2/28, DPS-10 a DPS-2/31 až DPS-2/34 – viď pozdĺžne rezy). Vzhľadom na to, že pod vrstvou zatlačeného kameniva alebo škváry sa nachádzajú prevažne jemnozrnné stredno až vysokoplastické zeminy, deformačná odolnosť teoretickej zemnej pláne je nízka - $E_{or\ DPS} = 5\text{ MPa}$. Iba v miestach, kde majú zeminy v oblasti teoretickej zemnej pláne väčšiu prímiesu úlomkov, je deformačná odolnosť vyššia - $E_{or\ DPS} = 35\text{ MPa}$;
 - Z uvedeného vyplýva, že väčšine dĺžky hodnoteného úseku (cca na 5 km trate) nevyhovuje únosnosť zemnej pláne v zmysle TNŽ 73 6312 pre rýchlostné pásmo RP2 a rekonštrukciu trate, kde požadovaný modul pretvárnosti $E_{op} \leq E_{or}$. Ide o úseky cca ZÚ (žkm 77,400) – 79,200, žkm 79,350 – 79,650, žkm 79,900, žkm 80,600 – 81,900, žkm 82,300 – KÚ (žkm 84,000). Na ostatných úsekoch je v úrovni teoretickej zemnej pláne modul E_{or} viac ako 15 MPa, čo kritériu pre RP2 vyhovuje.
 - v úseku, 77,400 – 80,700 vedie železničná trať v súbehu so širokorozchodnou traťou (ŠRT). Teleso ŠRT bolo realizované formou prísypu k telesu jestvujúcej dvojkoľajnej trate Košice – Čierna and Tisou. Počas výstavby pravdepodobne nebola zohľadnená potreba trvalej a funkčnej drenáže pôvodnej železničnej trate a priesakové vody z vrstiev železničného zvršku a spodku nemôžu voľne odtekať mimo telesa násypov. V súčasnosti sa v tomto úseku (a nadväzujúcim až po cca žkm 81,200) prejavujú problémy s udrzaním GPK. Máme za to, že ide o kombináciu dvoch faktorov – trvalé sýtenie podložínych nepriepustných vrstiev, tvoriacich zemnú pláň s následným

zhoršovaním geotechnických vlastností jemnozrnných zemín (zmena konzistencie), a prítomnosť málo únosných vrstiev škváry, ktorá má jednak nízku deformačnú odolnosť, ale aj vysokú pórovitosť. Pri dynamickom účinku jazdy vlakov dochádza k trvalému dlhodobému zhutňovaniu a kolapsu škvárovej vrstvy, čo sa prejavuje na postupnej zmene nivelety koľaje (sadanie);

- v úsekoch, kde trasa vedie v odrezoch (zárezoch), je zanedbaná údržba odvodňovacích prvkov. Priekopy pozdĺž trate sú zväčša zarastené. Vzhľadom na veľkú príľahlú oblasť svahu, tj. veľkú akumuláciu počas zrážok, môže nefunkčné odvodnenie a s tým súvisiace sýtenie jemnozrnných zemín vodou predstavovať riziko pre zhoršovanie geotechnických parametrov zemín v podloží konštrukčných vrstiev železničného zvršku;
- z hľadiska **vodného režimu sú pomery na lokalite priaznivé**, pričom je potrebné upozorniť na podmienené priaznivý vodný režim v prípade úseku trate vedenom v odrezoch a zárezoch a v úsekoch v súbehu so ŠRT. V týchto miestach síce hladina podzemnej vody nie je v dosahu kapilárneho vztlákania, ale citlivé zeminy **môžu byť atakované povrchovou zrážkovou vodou** (v sumárnom geotechnickom profile v Prílohe 3.1 až 3.7 označené P*), presakujúcou cez koľajové kamenivo;

Na základe vyššie uvedeného pre rekonštrukciu koľaje č.2 v úseku Ruskov – Nižná Myšľa navrhujeme a odporúčame:

- v rámci rekonštrukcie bude potrebné po znesení železničného zvršku a znivelovaní zemnú pláň upraviť do strechovitého alebo jednostranného sklonu (smerom k rieke Olšava). V miestach, kde sa vyskytujú málo únosné zeminy, nespĺňajúce požiadavky TNŽ 73 6312 pre RP2, je potrebné zemnú pláň zlepšiť vhodnými metódami (vápenno cementová stabilizácia, primiešanie štrkovej frakcie alebo náhrada zemín) tak, aby výsledný modul deformácie bol viac ako 15 MPa;
- V úsekoch, ktoré sú v súbehu so širokorozchodnou traťou je potrebné vytvoriť pozdĺžny drén medzi 2. traťovou koľajou a ŠRT tak, aby dno drénu bolo hlbšie ako poloha jemnozrnných zemín. Drén bude vybavený perforovanou drenážnou rúrkou a revíznymi šachtami pre zabezpečenie trvalého dohľadu funkčnosti a možnosti čistenia drenážneho systému. Drenáž bude vyvedená na vhodných miestach z telesa násypu a zaústená do recipientu (napríklad v miestach priepustov). Podobne by mali byť riešené aj úseky trate, vedené v záreze;
- Na ostatných úsekoch bude drenáž zabezpečená vyvedením drenážnej vrstvy na svah násypu;
- Po úprave zemnej pláne je potrebné ju patričným spôsobom zhutniť;
- Vrstvy škváry navrhujeme úplne odstrániť – nevyhovujú z hľadiska únosnosti;
- Po úprave zemnej pláne do potrebného sklonu je potrebné ju patričným spôsobom zhutniť. Pre zlepšenie ochrany zemného telesa proti priesakovým vodám, je potrebné zvážiť použitie hydroizolačnej fólie s patričnými ochrannými vrstvami, prípadne v rámci separácie konštrukčných vrstiev železničného zvršku od podložných materiálov je možné uvažovať so separačnou geotextíliou;
- Podľa podkladov, poskytnutých projektantom počas riešenia úlohy (niveleta zemnej pláne 0,90 m pod spodnou hranou podvalu + 0,15 m hrúbka podvalu = 1,05 m), bude zemná pláň zasahovať cca 10 cm pod zónu premŕzania $h_{pr} = 0,95 \text{ m}$. Z toho dôvodu nie je potrebné realizovať (po úprave zemnej pláne podľa vyššie uvedených požiadaviek) špeciálne opatrenia na ochranu pred premŕzaním. Pri predpoklade použitia minimálne

vrstvy štrkopiesčitého materiálu ako podkladnej vrstvy ($h_{sp} = 0,50 \text{ m}$) pod vrstvou koľajového kameniva ($h_k = 0,40 \text{ m}$) bude zabezpečená dostatočná úplná protimrazová ochrana zemnej pláne v zmysle TNŽ 73 6312;

- zároveň odporúčame obnovu odvodňovacích priekop pozdĺž trate najmä v kritických úsekoch odrezov a zárezov. Zároveň upozorňujeme, že celý úsek železničnej trate by sa mal riešiť z hľadiska odvodnenia komplexne, tj. zabezpečiť rekonštrukciu drenážnych systémov pre celú dvojkoľajnú trať normálneho rozchodu aj príľahlú súbežnú širokorozchodnú trať;
- neodporúčame vsakovanie drenážnej vody do prostredia ale odvedenie do povrchového recipientu;
- nové nástupiská je možné **zakladat' plošne** na prehutnenej vrstve navážok. V prípade, že v základovej škáre budú zastihnuté jemnozrnné zeminy mäkkej konzistencie alebo zeminy s vyšším podielom organických látok, tieto treba nahradiť vhodným štrkopiesčitým materiálom a zhutniť. Je potrebné dbať na to, aby vytvorením štrkopieskového vankúša nevznikla bezodtoková depresia s rizikom kumulovania priesakových vôd;
- trakčné podpory je potrebné založiť pod hĺbkou premŕzania tak, aby sa v ich podzákladi nemohla akumulovať zrážková voda. Ideálny spôsob zakladania v danom prostredí jemnozrnných vysokoplastických zemín predstavujú baranené prefabrikované pilóty.

2.5 Ekologické hodnotenie materiálu podvalového podložia

2.5.1 Granulometrické zloženie materiálu podvalového podložia a zjednodušený petrografický rozbor kameniva

Petrografické zloženie hornín, z ktorých je zložené kamenivo železničného zvršku traťovej koľaje č. 2 v úseku Ruskov (mimo) – Nižná Myšľa (mimo) žkm 77,415 – 84,011, bolo skúmané na odobratých charakteristických vzorkách. Petrografický rozbor bol vykonaný na 35 ks vzoriek, ktoré v materiáli železničného zvršku obsahovalo koľajové kamenivo. Analyzované kamenivo obsahuje nasledujúce typy hornín :

- **Andezity** sú sivej farby, niektoré na povrchu čiastočne navetrané. Lomné plochy sú nerovné a drsné, lomné hrany poloostrohranné. Textúra je masívna, štruktúra porfyrická. Hlavnú zložku tvoria plagioklasy, amfiboly a pyroxény.
- **Granodiority** sú svetlosivej farby, strednozrnné. Lomné plochy sú prevažne nerovné a drsné, lomné hrany sú prevažne poloostrohranné, často môžu byť tiež ostrohranné, menej polozaoblené. Textúra je masívna, štruktúra je všesmerná alebo granitická. Hlavnú zložku tvorí kremeň, živce, muskovit a biotit.
- **Karbonáty** sú svetlosivej až sivej farby. Lomné plochy sú nerovné a drsné, lomné hrany prevažne polozaoblené. Textúra je vrstevnatá, štruktúra mikritová alebo sparitová. Prítomné sú tieto typy karbonátov: mikritový vápenec, sparitový vápenec a piesčitý vápenec. Hlavnú zložku tvorí kalcit, prítomný je aj dolomit.
- **Kremence** sú svetlosivej až bielosivej farby, strednozrnné. Lomné plochy sú prevažne rovné a drsné alebo nerovné a drsné. Textúra je vrstevnatá, štruktúra je psamitická. Hlavnú zložku tvorí kremeň

Podľa výsledkov petrografického zloženia hornín v materiáli koľajového lôžka resp. kamenive medzistaničnej koľaje č.2 v celom hodnotenom úseku sa najčastejšie vyskytujú

andezity, výrazne menej kremence, karbonáty a granodiority (tabuľka 17). Podiel andezitov v petrografickom zložení hodnotených úsekov trate sa v koľaji č. 2 pohybuje od 80,1 % do 97,7 %. Kremence v kamenive železničného zvršku medzistaničnej koľaje č.2 sa v celom hodnotenom úseku trate vyskytujú v podiele od 1,1 % do 14,9 %. Podiel karbonátov v koľaji č. 2 v úseku žkm 77,415 – 78,400 a žkm 81,400 – 84,011 sa pohybuje v rozsahu 1,2 % až 2,4 %, v ostatných hodnotených úseku sa vôbec nevyskytujú. Obsah granodioritov sa pohybuje od 0,6 do 9,4 % a vyskytujú sa len v úseku žkm 81,400 – 82,400 (tabuľka 17).

Tabuľka 17 Prehľad petrografického zloženia kameniva železničného zvršku výhybiek

Priemerná vzorka	Hornina (%)			
	Andezity	Granodiority	Karbonáty	Kremence
EP-2/01 (žkm 77,415 – 78,400)	97,7	0	1,2	1,1
EP-2/02 (žkm 78,400 – 79,400)	96,3	0	0	3,7
EP-2/03 (žkm 79,400 – 80,400)	88,1	0	0	11,9
EP-2/04 (žkm 80,400 – 81,400)	84,5	0,6	0	14,9
EP-2/05 (žkm 81,400 – 82,400)	80,1	9,4	2,4	8,0
EP-2/06 (žkm 82,400 – 83,400)	92,7	0	2,9	4,4
EP-2/07 (žkm 83,400 – 84,011)	95,9	0	1,9	2,3

Podľa zrnitostného zloženia materiál podvalového podložia medzistaničnej koľaje č. 2 tvorí podľa príslušnej klasifikácie zemín (STN 72 1001:2010-04) **štrk dobre zrnený triedy G1 symbol GWY** a menej je zastúpený **štrk zle zrnený triedy G2 symbol GPY**. V zmysle metodického pokynu MDPT č. 18/99 sa nevyžaduje analýza jemnozrnej frakcie s $d < 8$ mm. Zatriedenie zeminy preto nezodpovedá v plnom rozsahu klasifikácii zemín podľa STN 72 1001:2010-04. Upozorňujeme, že v granulometrickom zložení nie je zahrnutý materiál vrchnej časti železničného zvršku po úroveň podvalu.

Hmotnosť materiálu po zlúčení jednoduchých vzoriek do priemernej vzorky a ich percentuálny podiel k celku sú uvedené v tabuľke 18.

Tabuľka 18 Hmotnosť priemernej vzorky, frakcií 0-8 mm, 16-32 mm a 32-63 mm a ich percentuálny podiel k celku

Priemerná vzorka	Hmotnosť materiálu a percentuálny podiel k celku pre frakcie			
	priemernej vzorky [kg]	frakcie 0-8 mm [kg / (%)]	frakcie 16-32 mm [kg / (%)]	frakcie 32-63 mm [kg / (%)]
EP-2/01 (žkm 77,415 – 78,400)	60,556	4,212 / (6,96 %)	11,022 / (18,20 %)	35,243 / (58,20 %)
EP-2/02 (žkm 78,400 – 79,400)	45,984	7,297 / (15,87 %)	9,296 / (20,22 %)	23,127 / (50,29 %)
EP-2/03 (žkm 79,400 – 80,400)	52,754	6,672 / (12,65 %)	11,673 / (22,13 %)	29,643 / (56,19 %)
EP-2/04 (žkm 80,400 – 81,400)	50,232	6,537 / (13,01 %)	9,807 / (19,52 %)	29,013 / (57,76 %)
EP-2/05 (žkm 81,400 – 82,400)	56,616	12,210 / (21,57 %)	8,936 / (15,78 %)	28,844 / (50,95 %)
EP-2/06 (žkm 82,400 – 83,400)	43,343	5,777 / (13,33 %)	10,390 / (23,97 %)	22,369 / (51,61 %)
EP-2/07 (žkm 83,400 – 84,011)	40,329	7,513 / (18,63 %)	8,879 / (22,02 %)	18,920 / (46,91 %)

Prehľad výsledkov petrografického rozboru kameniva ako aj zrnitostné zloženie materiálu podvalového podložia je podrobné spracované v prílohe 6.2.

2.5.2 Ekologická kvalita materiálu podvalového podložia

Hodnotené vzorky ekologickej kvality materiálu podvalového podložia a ich chemické

analýzy po zlúčení do priemerných vzoriek reprezentujú hodnotené úseky medzistaničnej koľaje č. 2 nasledovne:

- priemerná vzorka **EP-2/01**, reprezentuje koľaj č. 2, žkm 77,415 – 78,400;
- priemerná vzorka **EP-2/02**, reprezentuje koľaj č. 2, žkm 78,400 – 79,400;
- priemerná vzorka **EP-2/03**, reprezentuje koľaj č. 2, žkm 79,400 – 80,400;
- priemerná vzorka **EP-2/04**, reprezentuje koľaj č. 2, žkm 80,400 – 81,400;
- priemerná vzorka **EP-2/05**, reprezentuje koľaj č. 2, žkm 81,400 – 82,400;
- priemerná vzorka **EP-2/06**, reprezentuje koľaj č. 2, žkm 82,400 – 83,400;
- priemerná vzorka **EP-2/07**, reprezentuje koľaj č. 2, žkm 83,400 – 84,011;

Chemické vlastnosti hodnoteného materiálu boli vzhľadom na charakter a históriu materiálu analyzované v priemernej vzorke pre frakciu 0 – 8 mm, ktorá je nositeľom najvyššej koncentrácie znečisťujúcich látok. Laboratórne stanovené koncentrácie hodnotiacich ukazovateľov materiálu podvalového podložia medzistaničnej koľaje č. 2 v priemerných vzorkách analyzované vo frakcii 0 – 8 mm v štandardnom modifikovanom výluhu a v pevnej hmote sú uvedené v prílohe 6.2.3.

Podľa laboratórnych výsledkov chemickej analýzy materiálu podvalového podložia medzistaničnej koľaje č. 2 frakcie 0 – 8 mm bola prekročená limitná koncentrácia NEL stanovených v štandardnom modifikovanom výluhu v úseku žkm 77,415 – 80,400 a žkm 82,400 až 84,011. Prekročená bola aj limitná koncentrácia v ukazovateli med' stanovenej v pevnej hmote v úseku žkm 77,415 – 79,400 a žkm 80,400 až 84,011.

Skutočné koncentrácie hodnotiacich ukazovateľov materiálu podvalového podložia medzistaničnej koľaje č. 2 sú vypočítané ako súčin laboratórne stanovených koncentrácií hodnotiacich ukazovateľov a prepočtového koeficientu k_f .

Skutočné koncentrácie ukazovateľov ekologickej kvality materiálu podvalového podložia vo všetkých priemerných vzorkách (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**) nevykazujú žiadne prekročenie hraničných koncentrácií hodnotiacich ukazovateľov, preto **materiál podvalového podložia medzi-staničnej koľaje č. 2 v celom hodnotenom úseku žkm 77,415 až žkm 84,011 má vyhovujúcu ekologickú kvalitu a nevyžaduje v zmysle metodického pokynu č. 18/99 MDPT SR žiadnu chemickú úpravu pre jeho ďalšie využitie.**

Výsledné hodnotenie ekologickej kvality materiálu podvalového podložia hodnotených úsekov medzistaničnej koľaje č. 2 je uvedené v tabuľke 19).

Tabuľka 19 Výsledné hodnotenie ekologickej kvality materiálu podvalového podložia medzistaničnej koľaje

Koľaj	Označenie vzorky	Výsledná ekologická kvalita materiálu PP (frakcie 0 - 63 mm)
Koľaj 2 žkm 77,415 – 78,400	Priemerná vzorka: EP-2/01 Jednoduché vzorky: E-2/01, E-2/02, E-2/03, E-2/04, E-2/05, E-2/35	VYHOVUJE-
Koľaj 2 žkm 78,400 – 79,400	Priemerná vzorka: EP-2/02 Jednoduché vzorky: E-2/06, E-2/07, E-2/08, E-2/09, E-2/10	VYHOVUJE
Koľaj 2 žkm 79,400 – 80,400	Priemerná vzorka: EP-2/03 Jednoduché vzorky: E-2/11, E-2/12, E-2/13, E-2/14, E-2/15	VYHOVUJE
Koľaj 2 žkm 80,400 – 81,400	Priemerná vzorka: EP-2/04 Jednoduché vzorky: E-2/16, E-2/17, E-2/18, E-2/19, E-2/20	VYHOVUJE
Koľaj 2 žkm 81,400 – 82,400	Priemerná vzorka: EP-2/05 Jednoduché vzorky: E-2/21, E-2/22, E-2/23, E-2/44, E-2/55	VYHOVUJE

Koľaj	Označenie vzorky	Výsledná ekologická kvalita materiálu PP (frakcie 0 - 63 mm)
Koľaj 2 Žkm 82,400 – 83,400	Priemerná vzorka: EP-2/06 Jednoduché vzorky: E-2/26, E-2/27, E-2/28, E-2/29, E-2/30	VYHOVUJE
Koľaj 2 Žkm 83,400 – 84,011	Priemerná vzorka: EP-2/07 Jednoduché vzorky: E-2/31, E-2/32, E-2/33, E-2/34	VYHOVUJE

2.6 Kategorizácia zemín a hornín

Jednotlivé vyčlenené typy pokryvných kvartérnych zemín a podložínych neogénnych zemín a hornín, ktoré sa vyskytujú v trase železničnej trate v úseku Nižná Myšľa - Ruskov radíme podľa STN 73 3050 do nasledovných tried ťažiteľnosti:

- antropogénne navážky (kamenivo, násypy hrádzí, železničnej trate a ciest) tr.2 – 4
- náplavové sily a íly piesčité tr.3 – 4
- náplavové íly, sily a piesky tr.2 – 3
- fluviálne štrky korytovej fácie tr.4 – 5
- polygenetické íly strednej až vysokej plasticity tr. 3 – 4
- terasové štrky tr.3 – 5
- neogénne íly strednoplatické a vysokoplatické tr.2 – 4
- neogénne piesky tr.2 – 3
- navetrané a zvetrané andezity tr.5 – 7

Vyhodnotenie rizika namŕzavosti podľa Scheibleho kritéria, zhodnotenie vhodnosti materiálov pre podložie vozoviek a budovanie násypov je spracované v nasledovnej tabuľke 20.

Tabuľka 20 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 podložie 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 čiary zrnitosti pod 0,01 mm

2.7 Geodetické zameranie prieskumných diel a charakteristických bodov

Po ukončení prieskumných prác boli diela výškopisne a polohopisne zamerané. V nasledujúcej tabuľke 21 je uvedený zoznam zameraných prieskumných diel.

Tabuľka 21 Zoznam súradníc realizovaných prieskumných diel

p.č.	Názov diela	X	Y	Z	Poznámka
1	V-1	-254121,01	-1250458,74	200,23	
2	V-2	-252977,42	-1247856,05	230,86	
3	V-3	-251842,24	-1247328,59	245,82	
4	CPT-01	-251285,29	-1246403,85	254,40	
5	CPT-02	-251656,27	-1247048,99	242,67	
6	CPT-03	-252465,15	-1247652,20	234,90	nerealizovaná
7	CPT-04	-254014,41	-1249189,39	212,79	
8	CPT-05	-254104,50	-1249756,02	207,20	
9	DPS-01	-251078,98	-1246071,14	258,58	
10	DPS-02	-251203,23	-1246228,57	256,09	
11	DPS-03	-251481,96	-1246693,25	248,49	
12	DPS-04	-251689,90	-1247042,20	243,36	
13	DPS-05	-251817,24	-1247246,83	240,38	
14	DPS-06	-252131,57	-1247522,77	235,65	
15	DPS-07	-253273,66	-1248027,48	226,64	
16	DPS-08	-254106,91	-1249359,76	209,70	
17	DPS-09	-254138,55	-1249787,20	205,10	
18	DPS-10	-254330,70	-1250562,39	193,95	
19	DPS-2/1	-251130,12	-1246128,79	257,60	
20	DPS-2/2	-251240,14	-1246289,10	254,97	
21	DPS-2/3	-251356,44	-1246484,36	251,90	
22	DPS-2/4	-251446,01	-1246633,86	249,36	
23	DPS-2/5	-251548,27	-1246805,22	246,74	
24	DPS-2/6	-251648,71	-1246973,28	244,38	
25	DPS-2/7	-251752,59	-1247147,45	241,79	
26	DPS-2/8	-251870,81	-1247312,47	239,43	
27	DPS-2/9	-252015,37	-1247448,29	237,29	
28	DPS-2/10	-252186,15	-1247552,41	235,32	
29	DPS-2/11	-252372,37	-1247624,62	234,95	
30	DPS-2/12	-252543,08	-1247682,93	235,10	
31	DPS-2/13	-252750,15	-1247753,82	233,94	
32	DPS-2/14	-252940,15	-1247818,94	231,80	
33	DPS-2/15	-253121,91	-1247904,32	228,99	
34	DPS-2/16	-253235,13	-1247990,73	227,22	
35	DPS-2/17	-253346,67	-1248116,17	225,26	
36	DPS-2/18	-253451,18	-1248274,60	222,73	
37	DPS-2/19	-253559,69	-1248442,72	220,29	
38	DPS-2/20	-253668,32	-1248611,20	218,07	
39	DPS-2/21	-253777,70	-1248780,81	216,04	
40	DPS-2/22	-253888,64	-1248951,97	214,08	
41	DPS-2/23	-253991,65	-1249111,04	212,30	
42	DPS-2/24	-254081,83	-1249276,46	210,71	
43	DPS-2/25	-254125,41	-1249492,50	208,12	
44	DPS-2/26	-254140,82	-1249687,97	206,01	
45	DPS-2/27	-254122,13	-1249879,23	203,71	
46	DPS-2/28	-254076,29	-1250084,30	201,41	

p.č.	Názov diela	X	Y	Z	Poznámka
47	DPS-2/29	-254083,27	-1250307,76	198,66	
48	DPS-2/30	-254187,11	-1250473,93	195,97	
49	DPS-2/31	-254393,00	-1250578,73	193,96	
50	DPS-2/32	-254562,02	-1250567,23	193,92	
51	DPS-2/33	-254714,74	-1250468,48	194,03	
52	DPS-2/34	-254801,20	-1250306,79	193,82	

3 ZÁVER

Cieľom predkladanej záverečnej správy bol podrobný inžinierskogeologický prieskum a geotechnický prieskum podvalového podložia pre plánovanú komplexnú rekonštrukciu koľaje č.2 na železničnej trati Košice – Čierna nad Tisou v úseku Nižná Myšľa - Ruskov. Zároveň bol cieľom prác aj orientačný geologický prieskum životného prostredia (ekologické hodnotenie koľajového kameniva) celého hodnoteného úseku trate.

Povrch územia tvoria antropogénne navážky železničného zvršku a navážky násypu železničnej trate. Navážku násypu železničnej trate tvoria prevažne jemnozrnné zeminy, ktoré sú temer na celom hodnotenom úseku trate prekryté pomerne hrubou vrstvou škváry. Na vrstve škváry sa nachádzajú vrstvy koľajového kameniva. Teleso násypu **nevykazuje makroskopickú nestabilitu**, len dlhodobé tvarové zmeny, vyplývajúce z reologických vlastností zemín, z ktorých je teleso násypu vytvorené. Prejavuje sa to pretváraním sklonu svahov a lokálne nakláňaním trakčných stožiarov. Pre zachovanie dlhodobej stability násypov je však potrebné obnoviť drenážny systém pozdĺž železničnej trate – najmä upravenie a obnovenie odvodňovacích priekop, prípadne doplnenie drenážnych rigolov najmä v úseku v súbehu so širokorozchodnou traťou.

Únosnosť zemnej pláne prevažne **nevyhovuje pre RP2** v zmysle TNŽ 73 6312 a rekonštruovanú trať. Je potrebné prijať opatrenia na zabezpečenie požadovanej únosnosti.

Výsledky hodnotenia ekologickej kvality materiálu podvalového podložia preukázali nasledovné:

Materiál podvalového podložia medzistaničnej koľaje č.2 železničnej trate Ruskov (mimo) – Nižná Myšľa (mimo) v úseku žkm 77,415 – 84,011 má vyhovujúcu ekologickú kvalitu a nevyžaduje v zmysle metodického pokynu č. 18/99 MDPT SR žiadnu chemickú úpravu pre jeho ďalšie využitie.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Zakovič, M. et al.: Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape ČSSR 1:200 000, GÚDŠ Bratislava 1990.
- Švasta, M. a kol.: ČSD – Čierna nad Tisou – Žilina – km 70,6 – 71,5, zosuv svahu zárezu v úseku Slanec – Ruskov, jednoetapový prieskum, IGHP, n.p. Žilina, 1970. Geofond: 23575
- Nešvara, J. a kol.: Širokorozchodná trať Maťovce – Haniska, 4. stavba. Geologický prieskum, n.p. Žilina, 1964. Geofond: 14053
- Nešvara, J. a kol.: Širokorozchodná trať Maťovce – Haniska, 5. stavba. Geologický prieskum, n.p. Žilina, 1964. Geofond: 14054
- Pilný a kol.: Košice – Čierna nad Tisou – autoblok Nižná Myšľa, geologický prieskum, SUDOP Pardubice, 1973. Geofond: 30425
- Pilný a kol.: Košice – Čierna nad Tisou – autoblok Ruskov, geologický prieskum, SUDOP Pardubice, 1973. Geofond: 30426
- Timko.: Ruskov – meniareň, budova pre menič 75 Hz, geologický prieskum, JRD Družstevná pri Hornáde, 1980. Geofond: 46243
- Fedor, I.: Hydrogeologická prieskumová správa o možnosti získania vody pre JRD Bohdanovce, KPPÚ Košice, odb. Prešov, 1980. Geofond: 9122
- Nemčok, A.: Vyšná Myšľa – geologický posudok priehradného profilu (spresnenie ŠVP), VRIS Bratislava, 1955. Geofond: 3148
- Huska: JRD Bohdanovce – záverečný stavebno-geologický posudok pod kravín T-171/b – DRAP, KŠPÚ Košice, 1959. Geofond: 6805
- Durbák, E.: Bohdanovce – správa o výsledkoch stavebno-geologického prieskumu – kravín pre 200 ks, Agrostav – Krajské združenie Prešov, 1984. Geofond: 56836
- Bašary, E.: Mechanizovaný senník, hospodársky dvor Bohdanovce, inžinierskogeologický prieskum, Agrostav – Krajské združenie Prešov, 1985. Geofond: 60797
- Hudáček, Š.: Hospodársky dvor JRD Vyšná Myšľa, hydrogeologický prieskum pre zabezpečenie vodného zdroja pre účely hospodárskeho dvora JRD, PPÚ Košice, 1971. Geofond: 42503
- Varga, Š.: SVŽ VP, UAB Ruskov (RZZ), podrobný inžinierskogeologický prieskum, JRD Družstevná pri Hornáde, prieskumná skupina, 1985. Geofond: 60705
- Varga, Š.: OVBD Košice, 6 bytových jednotiek, Ruskov, jednoetapový hydrogeologický prieskum, JRD Družstevná pri Hornáde, prieskumná skupina, 1983. Geofond: 55875
- Haluška, M.: Vyšná Myšľa – predbežný HG posudok. IGHP n.p., Košice, 1981. Geofond: 51218