

**OBSAH**

1. VŠEOBECNÁ ČASŤ	2
1.1 Úvod	2
1.2 Účel a ciele stavby	2
1.3 Poskytnuté podklady, požiadavky a cieľ prieskumu	3
1.4 Základné údaje o stavbe	3
1.5 Stručná charakteristika prírodných pomerov	4
1.6 Geologická preskúmanosť územia	6
1.7 Metodika riešenia úlohy a rozsah realizovaných prác	7
2. PODROBNÁ ČASŤ	8
2.1 Inžinierskogeologické a geotechnické pomery územia	8
2.1.1 Formácia kvartérnych pokryvných útvarov	9
2.1.2 Spodná terigénna formácia	13
2.1.3 Vápencovo - dolomitická formácia	14
2.2 Hydrogeologická a hydrogeochemická charakteristika	15
2.3 Popis trasy, podmienky zakladania objektov a rizikové faktory	22
3. ZÁVER	26
Zoznam použitej literatúry	27

**ZOZNAM PRÍLOH**

Príloha č.10.1	: Prehľadná situácia trasy cesty I/66 Banská Bystrica - Slovenská Ľupča (R1), rekonštrukcia mierka = 1:100 000
Príloha č.10.2.1	: Situácia prieskumných diel a vysvetlivky v trase preložky cesty I/66 mierka 1:5 000
Príloha č.10.2.2	: Situácia prieskumných diel a vysvetlivky v trase MK Slovenská Ľupča, mierka 1:5 000
Príloha č.10.3.1	: Pozdĺžny inžinierskogeologický profil v trase preložky cesty I/66, mierka 1:5000/200
Príloha č.10.3.2	: Pozdĺžny inžinierskogeologický profil v trase MK Slovenská Ľupča, západ, mierka 1:5000/200
Príloha č.10.4	: Vysvetlivky k inžinierskogeologickým profilom
Príloha č.10.5	: Geologická dokumentácia prieskumných diel
Príloha č.10.5.1	: Geologická dokumentácia a fotodokumentácia vrtov
Príloha č.10.5.2	: Archívna dokumentácia prieskumných diel
Príloha č.10.6	: Výsledky laboratórnych skúšok mechaniky zemín, hornín a skúšok PLT
Príloha č.10.6.1	: Laboratórne skúšky mechaniky zemín
Príloha č.10.6.2	: Skúšky pevnosti hornín pri bodovom zaťažení (PLT)
Príloha č.10.7	: Výsledné protokoly o skúške vôd
Príloha č.10.8	: Zoznam súradníc

## 1. VŠEOBECNÁ ČASŤ

### 1.1 Úvod

Predkladaná záverečná správa geologickej úlohy pre stavbu rýchlostnej cesty

#### **„I/66 Banská Bystrica - Slovenská Ľupča (R1), rekonštrukcia“**

je vypracovaná na základe Zmluvy o dielo č. 7352-01 uzavretej medzi spoločnosťami Dopravoprojekt, a.s. Bratislava, divízia Zvolen a GEOFOS s.r.o., Žilina. Úloha bola riešená v etape doplňujúceho orientačného inžinierskogeologického prieskumu, ako dielčej časti projektovej dokumentácie na stupni DSZ a DÚR.

Geologická úloha je u zhotoviteľa geologických prác, spoločnosti GEOFOS s.r.o., Žilina zaregistrovaná pod číslom 560-1/2010.

Na základe poskytnutých podkladov bol vypracovaný Projekt geologickej úlohy (PGÚ). Rozsah geologických prác v PGÚ bol spracovaný v zmysle požiadaviek HIP a súťažných podkladov obstarávateľa.

Termín vypracovania záverečnej správy bol odsúhlasený na 16.09.2010. V zmysle požiadaviek je záverečná správa vypracovaná v tlačenej forme v 23 exemplároch +2 na CD.

Terénne, geologické práce boli realizované v období 06/2010 v zmysle odsúhlaseného PGÚ a v koordinácii so zástupcami objednávateľa.

V zmysle zákona č. 569/2007 Z.z. o geologických prácach (geologický zákon) a vyhlášky MŽP SR č.51/2008 Z.z, ktorou sa vykonáva geologický zákon, zabezpečí zhotoviteľ odovzdanie jedného exempláru záverečnej správy do archívu ŠGÚDŠ – GEOFOND. V zmysle vyjadrenia objednávateľa budú vyšpecifikované podmienky podkladov záverečnej správy.

### 1.2 Účel a ciele stavby

Cieľom stavby je prestavba cesty I/66, ktorá má zabezpečiť prepojenie odklonenej tranzitnej dopravy z cesty I/59 (cez Donovaly) na projektovanú rýchlostnú cestu R1 Slovenská Ľupča - Korytnica. Prestavba cesty bola riešená variantným spôsobom, v etape doplňujúceho orientačného prieskumu je riešená preložka cesty I/66, zelená alternatíva a MK Slovenská Ľupča.

#### **IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE**

##### **Stavba:**

Názov :	Preložka cesty I/66, MK Slovenská Ľupča
Kraj :	Banskobystrický
Okres a kód okresu	Banská Bystrica (601)
Katastrálne územie	
IČZÚJ	IČÚTJ
508438 Banská Bystrica	801402 Šalková
509001 Slovenská Ľupča	856525 Slovenská Ľupča

**Užívateľ**

Názov : Slovenská správa ciest  
Miletičová 19  
826 19 Bratislava

**Objednávateľ**

Názov : Dopravoprojekt a.s. Bratislava, divízia Zvolen  
M.R. Štefánika 4724  
960 01 Zvolen

**URČENIE DOKUMENTÁCIE****Predmet**

Druh komunikácie : rýchlostná cesta R1  
Navrhovaná kategória : R22,5/80

**1.3 Poskytnuté podklady, požiadavky a cieľ prieskumu**

K vypracovaniu projektu a záverečnej správy nám objednávateľ poskytol nasledujúce podklady:

- topografický podklad záujmového územia v mierke 1:10 000 v \*PDF formáte
- trasu variantného riešenia (zelená a modra) v digitálnej forme
- ZS I/66 Banská Bystrica - Brezno, úsek Banská Bystrica - Slovenská Ľupča; podrobný igp, Envigeo 2009
- ZS I/66 Banská Bystrica - Brezno, úsek Banská Bystrica - Slovenská Ľupča - doplnok, Envigeo 2009

Cieľom prieskumných prác je vykonanie inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu na úrovni orientačného prieskumu pre posúdenie inžinierskogeologických, hydrogeologických, geotechnických pomerov v trase a podloží mostných objektov preložky cesty I/66 zelenej alternatívy a MK Slovenská Ľupča. Rozsah prieskumných prác a situovanie prieskumných diel bolo odsúhlasené HIP, Ing. I. Gábryšom a Ing. Kapsiarovou.

**1.4 Základné údaje o stavbe**

Trasa je situovaná do údolnej nivy a terasových stupňov Hrona medzi Šáľkovou a Slovenskou Ľupčou, v území vymedzenom železničnou traťou a korytom Hrona, ktoré niekoľko krát križuje.

Predmetná stavba je líniovou stavbou vedenou extravilánmi dotknutých obcí, s prevažne poľnohospodársky využívaným územím.

**Hlavný stavebný objekt - cesta R1**

Kategória cesty RC R1  
Dĺžka úpravy cesty 7,30404

**Mosty**

Názov  
200-00 Most na R1 v km 0,236 R1 cez jarok  
201-00 Most na R1 v km 0,767 nad preložkou ci/66

202-00 Most na R1 v km 0,843 nad železničnou vlečkou  
 203-00 Most na R1 v km 1,005 nad potokom Škradno  
 204-00 Most na R1 v km 1,294 nad bezmenným potokom  
 205-00 Most na R1 v km 2,317 nad traťou ŽSR  
 206-00 Most na R1 v km 3,147 nad potokom Dúbrava  
 207-00 Most na R1 v km 4,349 nad potokom Istebník  
 208-00 Most na R1 v km 6,191 nad potokom Ľupčica  
 209-00 Most na R1 v km 6,702 nad Zámockým potokom  
 210-00 Lávka pre peších v km 6,725 nad R1 traťou ŽSR  
 211-00 Most na prístupovej ceste na RSO v km 0,176 nad železničnou vlečkou  
 212-00 Most na preložke c I/66 v km 1,169 nad traťou ŽSR  
 213-00 Most nad potokom Škradno v km 1,248  
 214-00 Most cez Hron v km 0,162 cIII/06635  
 215-00 Most na preložke c I/66 v km 2,414 nad ramenom Hrona  
 216-00 Most na preložke c I/66 v km 2,603 nad R1 a traťou ŽSR  
 217-00 Most na vetve C, D MÚK Šalková nad traťou ŽSR  
 218-00 Most na MK Sl. Ľupča, západ v km 0,332 nad vlečkou a traťou ŽSR a R1  
 219-00 Most na MK Sl. Ľupča, západ v km 0,600 v inundácii rieky Hron  
 220-00 Most na MK Sl. Ľupča, západ v km 0,755 nad riekou Hron  
 221-00 Most na poľnej ceste v km 1,346 nad potokom Ľupčica

## 1.5 Stručná charakteristika prírodných pomerov

Územie trasy rýchlostnej cesty Banská Bystrica - Slovenská Ľupča (príloha č.10.1) je v zmysle regionálneho **geomorfologického členenia** Slovenska (E. Mazúr, M. Lukniš, 1980) súčasťou vnútorných Západných Karpát, Fatransko-tatranskej oblasti. Úseku je súčasťou celku Slovenské stredohorie, podcelku Zvolenská kotlina, podcelku Bystrické podolie.

Územie je reprezentované prevažne rovinným územím aluviálnej nivy Hrona, členeným terasami Hrona, prolúviálnymi náplavovými kužeľmi prítokov a plochými výbežkami svahov Starohorských vrchov.

### Klimatické pomery

Podľa Atlasu krajiny Slovenskej republiky (2002) patrí záujmové územie do oblasti teplej (50dní a viac teplých dní v roku s max. teplotou 25° a viac) do okrsku teplého T7, mierne vlhkého s chladnou zimou (teplota v januári -3°C až -5°C). Podľa klimatografických typov do typu kotlinovej klímy s veľkou inverziou teplôt, mierne suchej až vlhkej, subtýpu mierne chladnej kotlinovej klímy (teplota v januári -3,5 °C až -6 °C, teplota v júli 16-17 °C, ročné zrážky 700-850mm).

Prehľad základných klimatických charakteristík v trase cesty uvádzame v nasledovnej tabuľke.

Tabuľka č.1

Klimatický parameter	T7
priemerná teplota v januári [°]	-3 až -4
priemerná teplota v júli [°]	18 až 19
priemerné úhrny zrážok v januári [mm]	40 až 50
priemerné úhrny zrážok v júli [mm]	60-80
priemerné ročné úhrny zrážok [mm]	700 až 850

počet dní so snehovou pokrývkou	60až 80
priemerný počet mrazových dní	127
priemerný počet letných dní	58

V súlade s ON 73 6196 „Ochrana cestných komunikácií pred účinkami premrzania podložia“ je možné z týchto klimatických parametrov približne stanoviť **hĺbku premrzania** podkladu pomocou vzťahu:  $h_{pr} = \sqrt{2 \cdot \alpha_0 \cdot T_m}$ , kde priemerný počet mrazových dní v roku  $T_m = 127$  a mrazový súčiniteľ  $\alpha_0 = 57$ . Z uvedeného je hĺbka premrzania podkladu pri  $T_m = 127$  a  $\alpha_0 = 57$ :

$$h_{pr} = \sqrt{2 \cdot \alpha_0 \cdot T_m} = 120 \text{ cm}$$

Pre porovnanie uvádzame výpočet hĺbky premrzania vozovky a podložia pomocou TS 0502 „Navrhovanie netuhých a polotuhých vozoviek“ zo vzťahu:  $h_{pr} = 0,05 \cdot \sqrt{I_{m,n}}$ , kde  $I_{m,n}$  je návrhová hodnota indexu mrazu. Na základe STN 73 6114 „Vozovky pozemných komunikácií“ je podľa mapy návrhových hodnôt indexu mrazu pre periodicitu  $n=0,1$ , triedu dopravného zaťaženia I.,II., hodnota indexu mrazu s ohľadom na miestne klimatické podmienky  $I_m=500^\circ\text{C,deň}$ . Vypočítaná hĺbka premrzania je:

$$h_{pr} = 0,05 \cdot \sqrt{I_{m,n}} = 112 \text{ cm}$$

**Z hydrologického hľadiska** patrí územie do povodia rieky Hron. Typ režimu odtoku Hrona je snehovo – dážďový s maximálnymi prietokmi marec až apríl, s minimálnymi prietokmi v september. Priemerný ročný prietok Hrona v stanici Banská Bystrica je  $24,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

**Z hľadiska seizmicity** hodnotíme záujmové územie v zmysle STN 73 0036 ako zdrojovú oblasť seizmického rizika 3 s hodnotou seizmického zrýchlenia  **$0,6 \text{ m.s}^{-2}$** .

Predkvartérne podložie reprezentované neogénnymi sedimentami v oblastiach kotlín a paleogénnymi, mezozoickými horninami a horninami kryštalinika, radíme v zmysle uvedenej normy do kategórie **A**.

V celej oblasti Zvolenskej kotliny aj v jej severovýchodnom výbežku je podľa prílohy A.2 (STN 73 0036) – Seizmotektonickej mapy Slovenska, vyčlenený rajón s predpokladanou zvýšenou seizmickou intenzitou  $7^\circ \text{ MSK-64}$ . Podľa uvedenej prílohy najbližšie osamelé pozorovania seizmických otrasov o intenzite  $8^\circ \text{ MSK-64}$  boli zaznamenané východne od Slovenskej Ľupče. V oblasti Banskej Bystrice – Slovenská Ľupča boli po roku 1870 registrované epicentrá zemetrasení do  $M : 4,0-4,5$  (príloha A.1 STN 73 0036).

Na **geologickej stavbe** územia sa podieľajú najmä horninové komplexy tektonickej jednotky hronika, reprezentované triasovými karbonátickými horninami, reiflinskými, gutensteinskými vápencami, ramsauskými dolomitmi a v severozápadnej periférii údolia Hrona aj pestrými červenými bridlicami a pieskovecami permu s polohami paleobazaltov malušinskej spodnotriasovej sekvencie.

Z kvartérnych sedimentov tu majú zastúpenie najmä sedimenty fluvialneho komplexu, reprezentované štrkovými náplavmi údolnej nivy a terasových stupňov, s pokryvom jemnozrnných súdržných zemín. V údolnej nive je možný výskyt náplavov fácie mŕtvych ramien s humóznymi zeminami. Pri vyústení prítokov do hlavného údolia sedimenty proluviálneho komplexu zastúpene štrkovitými a jemnozrnnými zeminami.

Okrajovo môžu byť vyvinuté aj sedimenty deluviálneho komplexu, reprezentované sutinovitými zeminami.

Predmetné územie je súčasťou neotektonickej štruktúry Horehronskej prepadliny (Jaroš a kol. 1966), ohraničenej zo severu podkonickým zlomovým pásmom, na juhu hronským zlomom (v trase cesty I/ Banská bystrica - Brezno) a priečnymi zlomami, ktoré členia prepadlinu na súbor kryh. Z juhu je to mŕľčanský zlom, na severe zlomy potokov Ľupčica a Istebník.

V zmysle **inžinierskogeologickej rajonizácie** (Matula, 1977) Západných Karpát patrí územie trasy cesty do regiónu neogénnych tektonických vklesnín, oblasti vnútrokarpatských kotlín 66-Horehronské kotliny.

Vo vyčlenenej oblasti sa vyskytujú nasledovné inžinierskogeologické formácie

- spodná terigénna formácia (kremence, droby, pieskovce lúžňanského súvrstvia, pestré bridlice a pieskovce),
- vápencovo-dolomitická formácia (vápence, dolomitické vápence a dolomity stredného triasu),
- formácia kvartérnych sedimentov.

Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery územia vytvárajú podmienky pre rozvoj **geodynamických procesov a javov**. V území sa uplatňuje najmä erózia a zvetrávanie hornín.

**Hydrogeologické pomery** územia sú odrazom zložitej geologicko-tektonickej stavby. Územie sa nachádza v hydrogeologickom útvere SK20028FK-útvár puklinových a krasovo-puklinových podzemných vôd Nízkych Tatier a Slovenského Rudohoria oblasti povodí Hron (Kullman a kol., 2005).

Podľa hydrogeologickej rajonizácie (Šuba a kol., 1982) patrí územie do hydrogeologického rajónu MG 077(Mezozoikum a paleozoikum Starohorských vrchov a severnej časti Zvolenskej kotliny).

Najväčší hydrogeologický význam majú fluvialne sedimenty údolnej nivy Hrona. Obeh a režim podzemných vôd je priamo závislý na stave hladiny v povrchovom toku.

## 1.6 Geologická preskúmanosť územia

V predmetnom území cesty I/66 Banská Bystrica - Slovenská Ľupča boli v minulosti realizované geologické práce regionálneho charakteru, ktoré riešili geologickú stavbu územia, inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery. Realizované geologické práce sú súborne spracované v mapách :

Polák, M. (edit) 2003: Geologická mapa Starohorských vrchov, Čierťáže a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra – Bratislava.

Polák, M. (edit) 2003: Vysvetlivky ku geologickej mape Starohorských vrchov, Čierťáže a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, pp. 218.

Inžinierskogeologická preskúmanosť širšej oblasti bola najviac viazaná na oblasť Banskej Bystrice, resp. oblasť Zvolen – Banská Bystrica. Z regionálnejších prác sú to mapovacie práce za účelom komplexného hodnotenia inžinierskogeologických pomerov - inžinierskogeologické mapy v mierke 1:25 000 a 1: 200 000, mapy svahových porúch a súbory regionálnych map geologických faktorov životného prostredia :

Vojtaško, I., et.al.: Inžinierskogeologická mapa v M 1:25 000 Banská Bystrica – sever (v topopodklade 1:10 000), PF UK Bratislava, 1983

Matula, M., Ondrášik, R., et.al.: Inžinierskogeologická mapa, list Rimavská Sobota, mierka 1:200 000, GÚDŠ Bratislava – KIG PriFUK Bratislava, 1989

Ondrášik, M., et.al.: Inžinierskogeologické mapy M 1:50 000, v: Lobík, M et al.: Súbor regionálnych máp geofaktorov životného prostredia región Nízke Tatry. GÚDŠ Bratislava, 1993

Púchyová, A., Ilkanič, A.: Súbor regionálnych máp geologických faktorov životného prostredia regiónu Banská Bystrica – Zvolen, Envigeo Banská Bystrica, 2000

Hydrogeologické pomery sú v širšom okolí záujmového územia zhodnotené v  
E. Kullman, et al.: Základná hydrogeologická mapa mierky 1:200 000, list 36 Banská Bystrica

Pre účely cesty bola v minulosti realizovaná:  
Kolektív autorov: Technická štúdia I/66 Banská Bystrica - Slovenská“, Dopravoprojekt, a.s. Bratislava, divízia Zvolen 2009  
Ilkanič, A., et al., : ZS I/66 Banská Bystrica - Brezno, úsek Banská Bystrica - Slovenská Ľupča; podrobný igp, Envigeo 2009  
Ilkanič, A., et al., : ZS I/66 Banská Bystrica - Brezno, úsek Banská Bystrica - Slovenská Ľupča - doplnok, Envigeo 2009

Výsledky uvedených prác boli použité pri návrhu prieskumných diel a boli použité aj pri spracovaní výsledkov doplnkového IG a HG prieskumu pre rekonštrukciu cesty I/66 Banská Bystrica - Slovenská Ľupča.

## 1.7 Metodika riešenia úlohy a rozsah navrhovaných prác

V zmysle požiadaviek na vypracovanie doplňujúceho orientačného IG a HG prieskumu pre rekonštrukciu cesty I/66 Banská Bystrica - Slovenská Ľupča (R1), bola metodika riešenia úlohy a rozsah prác navrhnutý tak, aby bol dosiahnutý stanovený cieľ prieskumu –geotechnické podklady pre projekt vybraného variantu trasy na úrovni DSZ a DÚR.

Pre dosiahnutia cieľa prieskumu bola zvolená nasledovná metodika

- reinterpretácia a využitie všetkých dostupných archívnych informácií o geologickej stavbe územia, vrátane technickej preskúmanosti a s ich využitím pri vypracovaní projektu, následne aj pri komplexnom hodnotení územia pri záverečnom spracovaní úlohy
- realizácia terénnych vrtných prác
- realizácia vzorkovacích prác zemín, hornín a vôd v priebehu technických prác,
- laboratórne práce mechaniky zemín, hornín a hydrogeochémie vôd
- práce geologickej služby s využitím výsledkov archívnych geologických prieskumov v záujmovom území.

**Terénne technické práce** boli po vzájomnom odsúhlasení s HIP navrhnuté v rozsahu 3vrtov v oblasti krajných opôr mostných objektov v trase zeleného (vrt J-1 á 12m cca km 2,2; J-2 á12m km2,924) a modrého variantu (J-3 á12m Most nad Hronom, km 1,120); t.j. **3vrty á12m spolu 36m**. Situovanie vrtov bolo dané súradnicami poskytnutými Ing. Kapsiarovou. Z titulu dostupnosti územia (vrt J-3 situovaný do koryta Hrona), dodržania ochranných pásiem inžinierskych sietí bola pozícia vrtov v teréne upravená.

Vrty boli realizované ako jadrové, s odberom vzoriek zemín, hornín a podzemnej vody. Počas vrtania bola vysledovaná narazená a vystúpená hladina podzemnej vody.

Situovanie realizovaných jadrových inžinierskogeologických vrtov je zobrazené v situácii prieskumných diel v mierke 1:5 000 (príloha č.10. 2.1 a 10.2.2)

Terénne prieskumné práce boli realizované v poddodávke spoločnosťou Ing. Jozef Hajčík, Geologicko-prieskumné práce, pod vedením vrtného majstra p. Šišťika, súpravou typu UGB 50M. Jadrové vrty boli priebežne geologicky dokumentované, fotografované a vzorkované. Pre poruchu na fotoaparáte vrt J-2 nie je fotograficky zdokumentovaný. Po ukončení vrtu boli vrtné jadrá skartované. Miesta vrtov boli po ukončení prác upravené do pôvodného stavu.

**Laboratórne práce** mechaniky zemín, hornín a chémie vôd boli navrhnuté za účelom zistenia fyzikálno-mechanických vlastností zemín a hornín v miestach stavebných objektov, chemických vlastností a agresívnych účinkov podzemných vôd. Na odobratých vzorkách zemín, hornín a vôd boli realizované nasledovné skúšky :

- NV (vlhkosť, zrnitosť, objem. hmotnosť, zdan. hustota, konzist. medze) – 2ks
- PV(vlhkosť, zrnitosť, konzist. medze ) – 4ks
- základný fyzikálno-chemický rozbor a agresivita podzemných vôd–2ks

Laboratórne práce mechaniky zemín, hornín a chémie vôd boli vykonané v akreditovanom laboratóriu spoločnosti INGEO-ENVILAB, s.r.o. Žilina.

### **Meračské práce**

Všetky prieskumné diela boli pred začiatkom technických prác v teréne geodeticky vytýčené a po realizácii zamerané. Meračské práce boli zabezpečené objednávatelom prieskumu.

**Práce geologickej služby** pozostávali z vypracovania projektu geologickej úlohy, štúdia archívnych materiálov v Geofonde Bratislava, vybavenia vstupov, povolení a vyjadrení od správcových spoločností k realizácii vrtov (inžinierske siete, ŽSR a pod.), sled, riadenie, koordináciu prác, geologickú dokumentáciu vrtov a fotodokumentáciu, odber vzoriek, zhodnotenie inžinierskogeologických, geotechnických, hydrogeologických a hydrogeochemických pomerov v trase cesty I/66 Banská Bystrica - Slovenská Ľupča (R1), rekonštrukcia a záverečné spracovanie výsledkov prieskumu v záverečnej správe podľa požiadaviek objednávateľa.

## **2. PODROBNÁ ČASŤ**

### **2.1 Inžinierskogeologické a geotechnické pomery územia**

Inžinierskogeologické a geotechnické pomery územia v trase preložky cesty I/66 a MK Slovenská Ľupča, boli overené realizovaným orientačným inžinierskogeologickým a hydrogeologickým prieskumom. Výsledky prieskumu sú spracované v nasledujúcich kapitolách záverečnej správy, v grafických (príl.č. 10.1 až 10. 4) a v textových prílohách (príl. č.10.5 až 10.8).

Realizovaným prieskumom boli v predmetnom území overené nasledujúce litologické formácie, komplexy a typy kvartérnych zemín a predkvartérnych hornín mezozoického a paleozoického veku.

Formácia kvartérnych pokryvných útvarov je v území zastúpená zeminami fluviálnej, deluviálno-proluviálnej, deluviálnej, ojedinele organickej a antropogénnej genézy.

Sedimenty deluviálneho komplexu, reprezentované ílovitými a hlinitými zeminami s premenlivým obsahom klastických úlomkov vystupujú v nadloží terasových štrkov na začiatku skúmaného úseku a na pravostranných údolných svahoch Hrona na konci úseku.

Fluviálny komplex je reprezentovaný štrkovitými a piesčitými zeminami vystupujúcimi v pozícií terasových stupňov po oboch stranách údolia a dnovej akumulácie, v oblasti údolnej nivy aj s pokryvom náplavových ílov a hĺn.

Sedimenty deluviálno –proluviálneho komplexu sa vyskytujú v miestach vyústenia bočných údolí a dolín do hlavného údolia na konci skúmaného úseku zeleného variantu preložky

cesty. Zeminy majú hlinito-štrkovitý charakter, so slabým, výnimočne dobrým opracovaním klastických zŕn.

Sedimenty *antropogénneho komplexu* sú v trase cesty reprezentované účelovými násypmi ciest a železnice.

Predkvartérne podložie je budované komplexom hornín tektonickej jednotky hronika, horninovými komplexami

- spodnej terigénnej formácie komplexom *pestrého detritického verukána*, červenými pieskovecami a bridlicami malužinského súvrstvia a zlepenkami, pieskovecami, bridlicami s telesami dioritov nižnobocianského súvrstvia

- vápencovo-dolomitckej formácie s komplexom *vápencov a dolomitov* (ramsauske dolomity, vápence, dolomitické vápence)

Podrobná charakteristika inžinierskogeologických a geotechnických vlastností litologických komplexov a typov kvartérnych a predkvartérnych hornín a zemín v území je uvedená v nasledujúcich kapitolách.

### 2.1.1 Formácia kvartérnych pokryvných útvarov

#### Antropogénny komplex

V úseku trasy cesty je reprezentovaný účelovými násypmi cestných telies a železnice. Overený bol vrtom J-2 a archívnymi vrtmi V-26, V-27, VD-6.

Geotechnické charakteristiky antropogénneho komplexu samostatne neuvádzame, komplexne sú spracované v správe z predchádzajúcej etapy prieskumu Ilkanič, A., et al., : ZS I/66 Banská Bystrica - Brezno, úsek Banská Bystrica - Slovenská Ľupča; podrobný igp, Envigeo 2009

#### Fluviálny komplex

V trase cesty tvorí výplň údolnej nivy Hrona a jeho prítokov, potoka Istebník a Ľupčica. V terasovej pozícii vystupuje na ľavom svahu údolia Hrona v úvodných úsekoch trasy zelenej alternatívy ako aj v oblasti MK Slovenská Ľupča. Overený bol jadrovými vrtmi J-1, J-2, J-3 a archívnymi vrtmi z predchádzajúcich etáp prieskumu V-1, V-2, V-3, V-4, V-8, V-11, V-12, V-19, V-22, V-26, V-27, VD-2, VD-4, VD-6 (príl.č. 2.1 až 3.2).

Celková mocnosť fluvialných sedimentov v prostredí aluviálnej nivy sa pohybuje v rozmedzí 4,3-7,3m(V-22), v terasovej pozícii 3,4-4,7m(J-1). Povrchová vrstva náplavových zemín mocnosti 0,8-3,0m (V-22) je reprezentovaná piesčitými ílmi a hlinami, miestami aj hlinami nízkej plasticity. Lokálne sa v nich môžu vyskytovať aj preplástky a šošovky pieskov a zvýšená prímies organických látok.

Mocnosť fluvialných štrkov zastúpených prevažne štrkami s prímiesou jemnozrnnej zeminy, lokálne zle zrnými štrkami a štrkami ílovitými je premenlivá, v pozícii údolnej nivy sa pohybuje v rozmedzí od 1,8-4,7m (VD-2), oblasti terasového stupňa od 3,45-5,05(V-1). Okrajovo boli v údolnej nive archívnymi vrtmi zistené piesčité sedimenty malých mocností 0,7m.

Podľa geologickej dokumentácie prieskumných diel (príl.č.10.5) a výsledkov laboratórnych skúšok mechaniky zemín (príl.č.10.6.1) je fluviálny komplex v území zastúpený ílmi, hlinami, pieskami a štrkami.

**Fluviálne íly a hliny** sú zastúpené, hlinou a ílom piesčitým ( $w_L=27-36\%$ ,  $I_p=5-12,5\%$ ), a hlinou s nízkou až strednou plasticitou ( $w_L=33-39\%$ ,  $I_p=8-13\%$ ).

V zmysle STN 73 1001 ide o jemnozrnné zeminy typu ML, MI, MS, CS, triedy F3, F4 a F5. Vcelku sú tieto zeminy menej až stredne skonsolidované ( $\rho_d=1,59-1,72\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ,  $n=38,6-42,1\%$ ), zvýšenej vlhkosti ( $w_n=17,2-31,0\%$ ), nasýtené vodou ( $S_r=91,8-95,4\%$ ), mäkkej až pevnej, prevažne tuhej konzistencie ( $I_c=0,13-1,21$ ) a lokálne sa v nich vyskytujú aj zvyšky organických látok.

V hlinitých a ílovitých náplavoch v území prevláda íl a hlina piesčitá nízkej plasticity ( $w_L=27-36\%$ ,  $I_p=5-12,5\%$ ), mäkkej až pevnej konzistencie ( $I_c=0,13-1,21$ ), typu MS, CS, triedy F3, F4 s lokálnym výskytom polôh s prímiesou organických látok. Vyšší obsah organických látok sa vo fluvialných náplavoch nedá vylúčiť.

Podľa kritérií STN 72 1002 jemnozrnné zeminy F3/MS<sub>1</sub>, F3/MS<sub>2</sub>, F4/CS<sub>1</sub> a F4/CS<sub>2</sub> patria do skupiny III-IX a predstavujú **vyhovujúce až nevhodné** podložie. Prípadné zlepšenie ich geotechnických parametrov je možné cementovou, resp. vápennou stabilizáciou.

Využitie týchto jemnozrnných zemín do násypov v podstatnej miere ovplyvňuje obsah jemných častíc. Hlina piesčitá (F3/MS<sub>1</sub>) a íl piesčitý (F4/CS<sub>1</sub>) je ako materiál do násypu **vhodný až veľmi vhodný**, avšak piesčité íly a hliny (F3/MS<sub>2</sub> a F4/CS<sub>2</sub>), vzhľadom na nepriaznivé doplnkové kritéria ( $w_L>60$  a  $f=50-65\%$ ), sú do budovania násypov **nevhodné**, resp. **vhodné po úprave**. Tieto zeminy sú **namrzavé až nebezpečne namrzavé**, so strednou kapilárnou vzĺnavosťou, pričom pri kontakte s vodou sa ich pevnosť a únosnosť podstatne znižuje.

Fluviálne hliny typu F5/ML,MI, s ich zaradením do skupiny VII-IX v zmysle STN 72 1002 predstavujú **málo vhodné až nevhodné** podložie, čo v praxi znamená ich odstránenie alebo úpravu za účelom zlepšenia ich vlastností (stabilizácia, vystuženie aplikáciou geokompozitných materiálov a pod.)

Pevnostné a deformačné charakteristiky sú závislé od konzistencie a granulometrického zloženia, pričom výsledky laboratórnych testov ich radia medzi materiály **nevhodné až málo vhodné** do násypov. Ich využitie pre podložie násypov je možné len po úprave a zlepšení geotechnických parametrov. Pri budovaní násypu možno tieto fluviálne hliny uplatniť v tzv. sendvičovej štruktúre (vystužené násypy). Lokálna prítomnosť organických látok tiež znehodnocuje ich využitie. Tieto zeminy sú **nebezpečne namrzavé** s vysokou kapilárnou vzĺnavosťou, preukázateľne citlivé pri kontakte s vodou, kedy sú rozbredavé a neúnosné.

**Koeficient priepustnosti** fluvialných ílov a hlin piesčitých F3/MS a F4/CS vypočítaný z kriviek zrnitosti je  $k_f=3,2\cdot 10^{-7}\text{ms}^{-1}$  čo podľa Jetela charakterizuje súdržné zeminy s triedou priepustnosti VI ako prostredie slabo priepustné, pri fluvialných hlinách s nízkou až strednou plasticitou F5/ML, MI je  $k_f=4,4\cdot 10^{-8}\text{ms}^{-1}$  čo charakterizuje súdržné zeminy s triedou priepustnosti VII ako prostredie veľmi slabo priepustné.

Podľa zhutňovacích skúšok Proctor-Standard z predošlej etapy prieskumu priemerné parametre zhutiteľnosti fluvialných hlin typu F3/MS sú :

$$\rho_{d\max} = 1,690\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$$

$$w_{\text{opt}} = 17,7\%$$

a ich pomerná únosnosť (CBR) pri optimálnej vlhkosti : CBR = 10,9%

Geotechnické charakteristiky fluvialných ílov a hlin sú podrobne spracované tabuľke č. 2.

**Fluviálne piesky** tvoria tenké vrstvy a šošovky najmä vo vrstve jemnozrnných náplavových zemín, príp. v štrkoch korytovej fácie. Môžu obsahovať prímies organických látok. V prieskumných dielach v tejto etape prieskumu neboli zistené, v trase preložiek ciest sú popisované v archívnom vrte V-12, V-22, V-41. V zmysle STN 73 1001 sú zastúpené pieskom hlinitým SM triedy S4.

Podľa kritérií STN 72 1002 patria piesčité zeminy typu SM do skupiny III-V a ako podložie cesty sú **vhodné**, pre využitie do násypov sú **vhodné až veľmi vhodné**. Pri aplikácii upraveného Scheibleho kritéria možno fluvialné piesky hodnotiť ako **namrzavé až nenamrzavé**.

Koeficient priepustnosti fluvialných pieskov typu SM je  $k_f=1,62 \cdot 10^{-5} \text{ms}^{-1}$  čo podľa Jetela charakterizuje zeminy s triedou priepustnosti IV ako prostredie mierne priepustné.

Geotechnické charakteristiky fluvialných pieskov z výsledkov predchádzajúcej etapy prieskumu sú spracované v tabuľke č.3.

**Fluvialné štrky** sú v zmysle STN 73 1001 zastúpené štrkami s prímiesou jemnozrnnéj zeminy, štrkami zle zrnými a štrkami ílovitými a hlinitými, typu G-F, GP, GM a GC, triedy G2, G3-G5, často s obsahom kamenitej zložky (G3/G-F-Cb, G3/G-F+Cb, G4/GM-Cb, G4/GM+Cb, G5/GC-Cb, G5/GC+Cb). Štrkové zrna sú dobre až dokonale zaoblené, frakcie 0,2-až nad  $\phi$  vrtu, ojedinele aj s veľkými blokmi skalných hornín. Zastúpené sú najmä stredno až hrubozrnné frakcie. Petrografický sú tvorené zrnami kremeňa a kremencov, rôznymi typmi karbonátov, granitmi, kryštalicými bridlicami a pieskovcami. Výplňový íl a hlina je prevažne piesčitý s nízkou plasticitou ( $w_L=18-48\%$ ,  $I_p=3-28\%$ ), pričom zastúpenie ílovitej a prachovitej frakcie ( $f=3-17\%$ ) vyjadruje premenlivý stupeň znečistenia štrkov. Obsah piesčitej frakcie ( $s=10-34\%$ ) a štrkovej frakcie ( $g=51-85\%$ ) predstavuje skeletotvornú časť fluvialných sedimentov.

Z geotechnického hľadiska možno v zmysle STN 72 1001 nesúdržné štrkovité zeminy hodnotiť nasledovne.

Fluvialné štrky typu G4/GM a G5/GC patria do skupiny I-IV, čo znamená, že poskytujú podložie hodnotené ako **veľmi dobré až priemerne vyhovujúce**. Tieto hlinité a ílovité štrky sú **nenamrzavé až mierne namrzavé** a vyznačujú sa dobrou zhutiteľnosťou. Piesčité štrky zastúpené hlavne typom G2/GP a G3/G-F, patria do skupiny I-III a ich hodnotenie pre podložie je **veľmi dobré až dobré**. Piesčité štrky sú **nenamrzavé**, avšak ťažšie zhutiteľné.

Pevnostné a deformačné charakteristiky fluvialných štrkov sú závislé od granulometrického zloženia, pričom výsledky laboratórnych analýz ich radia medzi materiály **vhodné až veľmi vhodné** do násypov.

**Koeficient priepustnosti** fluvialných štrkov typu G4/GM a G5/GC vypočítaný z kriviek zrnitosti je  $k_f=4,41 \cdot 10^{-4} \text{ms}^{-1}$  čo podľa Jetela charakterizuje zeminy s triedou priepustnosti III ako prostredie dosť silno priepustné, pri fluvialných štrkoch typu G2/GP, G3/G-F je  $k_f=1,33 \cdot 10^{-3} \text{ms}^{-1}$  čo charakterizuje zeminy s triedou priepustnosti II ako prostredie silno priepustné.

Geotechnické charakteristiky fluvialných štrkov sú podrobne spracované v tabuľke č.3.

#### **Deluvialno-proluviálny komplex**

Sedimenty tohto komplexu boli zistené a overené archívny vrtom V-27 situovaným v koncovom úseku trasy zelenej alternatívy preložky cesty, v tesnej blízkosti križovatky pri závoze Biotika Slovenská Ľupča, kde reprezentujú splachový materiál z priľahlých úvalín. Reprezentované sú ílovito-hlinitými a štrkovitými zeminami mocnosti do 8,5m.

**Deluvialno-proluviálne** zeminy sú v zmysle archívnej geologickej dokumentácie prieskumných diel a výsledkov laboratórnych skúšok zemín reprezentované jemnozrnnými súdržnými a nesúdržnými štrkovitými zeminami.

**Deluvialno-proluviálne íly a hliny** sú zastúpené, hlinou a ílom nízkej až vysokej plasticity, mäkkej a tuhej konzistencie s ojedinelým výskytom úlomkov skalných hornín, prevažne však ílom so strednou plasticitou ( $w_L=47-49,7\%$ ,  $I_p=20-24\%$ ).

V zmysle STN 73 1001 ide o jemnozrnné zeminy typu ML, CL, CI, MH, CH, CS triedy F4 až F8. Laboratórne bol dokumentovaný íl stredne plastický, ( $w_L=47-49,7\%$ ,  $I_p=20-24\%$ ), typu

Cl, triedy F6, ktorý je vcelku menej skonsolidovaný ( $\rho_d=1,46-1,57\text{g.cm}^{-3}$ ,  $n=43,0-46,9\%$ ), zvýšenej vlhkosti ( $w_n=26,5-29,8\%$ ), nasýtený vodou ( $S_r=92,9-96,9\%$ ), prevažne tuhej konzistencie ( $I_c=0,86-0,99$ ) a lokálne sa v ňom môžu vyskytovať aj zvyšky organických látok.

Deluviálno-proluviálne íly typu F6/Cl s ich zaradením pre podložie v zmysle STN 72 1002 do skupiny VIII-X poskytujú **málo vhodné až nevhodné** podložie, čo v praxi znamená ich odstránenie alebo úpravu za účelom zlepšenia ich vlastností (stabilizácia, vystuženie aplikáciou geokompozitných materiálov a pod.). Pevnostné a deformačné charakteristiky sú závislé od konzistencie a granulometrického zloženia, pričom výsledky laboratórnych testov ich radia medzi materiály **nevhodné až málo vhodné** do násypov. Ich využitie pre podložie násypov je možné len po úprave a zlepšení geotechnických parametrov. Pri budovaní násypu možno tieto deluviálne íly uplatniť v tzv. sendvičovej štruktúre (vystužené násypy). Podľa kritérií STN 72 1002 sú uvedené jemnozrnné zeminy **nebezpečne namŕzavé** s vysokou kapilárnou vzĺnavosťou, preukázateľne citlivé pri kontakte s vodou, kedy sú rozbredavé a neúnosné.

**Koeficient priepustnosti** deluviálno-proluviálnych ílov typu F6/Cl vypočítaný z kriviek zrnitosti je  $k_f=1,1 \cdot 10^{-9}\text{ms}^{-1}$  čo podľa Jetela charakterizuje súdržné zeminy s triedou priepustnosti VIII ako prostredie nepatrne priepustné.

Geotechnické charakteristiky deluviálno-proluviálnych ílov z výsledkov predchádzajúcej etapy prieskumu sú spracované v tabuľke č.2.

**Deluviálno-proluviálne štrky** sú v zmysle STN 73 1001 zastúpené štrkami ílovitými a hlinitými (GM,GC) triedy G4,G5. Štrkové zrna sú stredne opracované, zvetrané až navetrané, veľkosti prevažne štrkovitej frakcie s premenlivým zastúpením kamenitej až balvanitej frakcie.

Z geotechnického hľadiska možno v zmysle STN 72 1001 nesúdržné štrkovité zeminy hodnotiť nasledovne.

Štrky typu G4/GM G5/GC patria do skupiny I-IV, čo znamená, že ako podložie sú hodnotené ako **veľmi dobré až priemerne vyhovujúce**. Hlinité a ílovité štrky sú **nenamŕzavé až mierne namŕzavé** a vyznačujú sa dobrou zhutniteľnosťou. Pevnostné a deformačné charakteristiky štrkov sú závislé od granulometrického zloženia, pričom výsledky laboratórnych analýz ich radia medzi materiály **vhodné až veľmi vhodné** do násypov.

Geotechnické charakteristiky deluviálno-proluviálnych sedimentov sú spracované v správe z predchádzajúcej etapy prieskumu Ilkanič, A., et al., : ZS I/66 Banská Bystrica - Brezno, úsek Banská Bystrica - Slovenská Ľupča; podrobný igp, Envigeo 2009

### **Deluviálny komplex**

Plošné rozšírenie komplexu v trase cesty je podružné. Sedimenty tohto komplexu sú vyvinuté v začiatkových úsekoch trás, kde vystupujú v nadloží terasových štrkov, a na konci úseku, kde predpokladáme ich rozšírenie v priúpäťnej oblasti údolného svahu, v povrchovej vrstve nivných náplavov. Ich mocnosť kolíše v závislosti od pozície, pohybuje sa v rozmedzí od 0,35-3,05m (terasový stupeň), na konci úseku odhadujeme ich mocnosť do 1-3,0m. Komplex je tvorený svahovými sedimentami typu ílov, hlín, kamenito-hlinitých, hlinito-kamenitých sutín.

Podľa geologickej dokumentácie prieskumných diel (príl.č.10.5), výsledkov laboratórnych skúšok mechaniky zemín (príl.č.10.6.1) ako aj výsledkov prieskumu predchádzajúcej etapy je deluviálny komplex v území reprezentovaný nasledovnými litologickými typmi zemín.

**Deluviálne íly a hlíny** sú podľa STN 73 1001 zastúpené ílom piesčitým, ílom s nízkou až strednou plasticitou ( $w_L=28,6-52\%$ ,  $I_p=10,7-30\%$ ), ílom a hlinou vysokej plasticity ( $w_L=56-67\%$ ,  $I_p=26-39\%$ ), typu CS, CL, CI, MH, CH, triedy F4, F6, F7, F8. Sú hnedej, okrovohnedej, hrdzavohnedej farby, prevažne pevnej konzistencie ( $I_c=1,10-1,69$ ).

Deluviálne íly typu F4/CS sú zaradené podľa vhodnosti pre podložie v zmysle STN 72 1002 do skupiny IV-IX a poskytujú **vyhovujúce až nevhodné** podložie. Prípadné zlepšenie ich geotechnických parametrov je vhodné vápennou, resp. cementovou stabilizáciou.

Využitie týchto jemnozrnných zemín do násypov v podstatnej miere ovplyvňuje obsah jemných častíc. Íl piesčitý (F4/CS<sub>1</sub>) je ako materiál do násypu **vhodný**, avšak piesčité íly (F4/CS<sub>2</sub>), vzhľadom na nepriaznivé doplnkové kritéria ( $w_L > 60$  a  $f = 50-65\%$ ), sú do budovania násypov **nevhodné**, resp. **vhodné po úprave**. Tieto zeminy sú **namrzavé až nebezpečne namrzavé**, so strednou kapilárnou vzĺnavosťou, pričom pri kontakte s vodou sa ich pevnosť a únosnosť podstatne znižuje.

Deluviálne íly a hliny typu F6/CI, CL, F7/MH, F8/CH s ich zaradením pre podložie v zmysle STN 72 1002 do skupiny VII-X poskytujú **málo vhodné až nevhodné** podložie, čo v praxi znamená ich odstránenie alebo úpravu za účelom zlepšenia ich vlastností (stabilizácia, vystuženie aplikáciou geokompozitných materiálov a pod.). Pevnostné a deformačné charakteristiky sú závislé od konzistencie a granulometrického zloženia, pričom výsledky laboratórnych testov ich radia medzi materiálmi **nevhodné až málo vhodné** do násypov. Ich využitie pre podložie násypov je možné len po úprave a zlepšení geotechnických parametrov. Pri budovaní násypu možno tieto deluviálne íly uplatniť v tzv. sendvičovej štruktúre (vystužené násypy). Podľa kritérií STN 72 1002 sú uvedené jemnozrnné zeminy **nebezpečne namrzavé** s vysokou kapilárnou vzĺnavosťou, preukázateľne citlivé pri kontakte s vodou, kedy sú rozbreďavé a neúnosné.

**Koeficient filtrácie** deluviálnych ílov typu F4/CS, F6/CI,CL je  $k_f = 1,04 \cdot 10^{-8} \text{ms}^{-1}$  čo charakterizuje súdržné zeminy s triedou priepustnosti VII ako prostredie veľmi slabo priepustné, koeficient filtrácie deluviálnych ílov a hĺn typu F7/MH, F8/CH je  $k_f = 1,89 \cdot 10^{-9} \text{ms}^{-1}$  a podľa Jetela charakterizuje súdržné zeminy s triedou priepustnosti VIII ako prostredie nepatrne priepustné.

Geotechnické charakteristiky deluviálnych ílov a hĺn sú uvedené v tabuľkách č. 2.

## 2.1.2 Spodná terigénna formácia

Horninové komplexy spodnej terigénnej formácie reprezentované *komplexom pestrého detritického verukána*, červenými pieskovecami a bridlicami malužinského súvrstvia, zlepencami, pieskovecami, bridlicami s telesami dioritov nižnobocianského súvrstvia budujú predkvartérne podložie v prevažnom úseku trasy zeleného variantu preložky cesty.

**Komplex pestrého detritického verukána** je tvorený malužinským súvrstvom cyklicky sa striedajúcich pieskovcov, siltovcov a bridlíc fialovočervenej farby a nižnobocianským súvrstvom zlepencov a pieskovcov sivej, zelenosivej farby. Overený bol prieskumnými dielami J-1 a J-2 a archívnymi vrtmi V-1 až V-4, V-19, V-22, V-26, V-27

V zóne zvetrania (rozložené až silno zvetrané) overenej do hĺbky 4,9-9,0m má súvrstvie charakter zemín, piesčitých ílov a hĺn, hlinitých pieskov, v závislosti od prevládajúceho litologického typu štrkov, štrku s prímiesou jemnozrnnnej zeminy až štrku hlinitého a ílovitého s pevnosťou klastických úlomkov v rozsahu od R5 – R4(pieskovce, zlepence) s ílovito-piesčitou výplňou.

V zóne slabo zvetraných až navetraných hornín sa nepravidelne cyklicky striedajú piesčitoílovité bridlice s variabilnou zrnitosťou pieskovcov (od jemnozrnných cez hrubozrnné až k zlepencom) masívnej textúry, s nízkou (bridlice) a strednou až vysokou (pieskovce, zlepence) pevnosťou.

Pieskovce a zlepence slabo zvetrané až navetrané:

$$\sigma_{c(PLT)} = 31,66 \text{ MPa}$$

skupina: skalné horniny  
trieda: R3

Smerné normové charakteristiky:

$\nu$  = 0,20  
 $E_{\text{def}}$  = 1200 MPa  
 $R_{\text{dt}}$  = 1000 kPa

Geotechnické charakteristiky rozložených až silno zvetraných hornín komplexu pestrého detritického verukána sú uvedené v tabuľke č. 4.

### 2.1.3 Vápencovo-dolomitická formácia

Mezozoické horniny vápencovo-dolomitckej formácie zastúpené **komplexom vápencov a dolomitov** stredného až vrchného triasu budujú predkvartérne podložie v údolnej nive Hrona v celom úseku trasy modrého variantu C a v krátkom úseku aj v trase zelenej alternatívy. Overené boli vrtom J-3 a archívnymi dielami V-8, V-12, VD-VD-2, VD-4, VD-6. (príl.č.10.2 až10.4).

Podľa dokumentácie prieskumných diel je dolomitický komplex tvorený lavicovitými ramsauskými dolomitmi sivej, svetlosivej, okrovosivej a tmavosivej farby s charakteristickým ostrohranným rozpadom.

V prieskumných dielach boli dolomity vo vrchnej zóne silne zvetrané až rozložené a podľa skúsenosti zo širšieho okolia je priebeh tejto zóny veľmi nepravidelný a pozdĺž puklín a tektonických porúch zasahuje hlboko do masívu. V prieskumných dielach táto zóna zasahovala nad hĺbkový dosah vrtov, t.j. 14m. V zvetranej zóne majú charakter zemín svetlosivej, okrovosivej, sivohnedej farby s premenlivým obsahom pevnejších úlomkov materskej horniny, typu CS, MS, SM, GC, GM, väčšinou s pevnosťou úlomkov v rozsahu od R4-R3, s ílovito-hlinitou výplňou tuhej až tvrdej konzistencie.

V zóne slabo zvetraných až navetraných hornín sú dolomity väčšinou masívne, intenzívne rozpukané systémom zopnutých puklín pevnosti R3 (R4). Uvedená zóna prieskumnými dielami nebola zachytená.

Vápencový komplex hornín je reprezentovaný tmavosivým a čiernymi lavicovitými, organodetritickými reiflinskými vápencami, ktoré budujú predkvartérne podložie v krátkom úseku trasy zelenej alternatívy. V hĺbkovom dosahu archívnych vrtov (V-8, V-12 á 8m) boli prevažne slabo zvetrané, reprezentované horninami triedy R3, R4, s málo mocnou zónou (0,4m) silno zvetraných až rozložených hornín triedy R6, R5.

Vápence a dolomity slabo zvetrané až navetrané:

skupina: skalné horniny  
trieda: R3 – R4

Smerné normové charakteristiky:

$\nu$  = 0,25  
 $E_{\text{def}}$  = 250 - 1000 MPa  
 $R_{\text{dt}}$  = 400 - 800 kPa

Geotechnické charakteristiky rozložených až silno zvetraných hornín komplexu dolomitov sú uvedené v tabuľke č. 4.

## 2.2 Hydrogeologická a hydrogeochemická charakteristika

Podľa hydrogeologickej rajonizácie (Šuba a kol., 1982) patrí územie do hydrogeologického rajónu MG 077 - Mezozoikum a paleozoikum Starohorských vrchov a severnej časti Zvolenskej kotliny.

Geologickými útvarmi podieľajúcimi sa na stavbe územia sú horniny paleozoika, mezozoika a kvartérne sedimenty. Podzemné vody v hodnotenom území z geologického hľadiska zaraďujeme k hydrogeologickým celkom :

- podzemné vody kvartérnych sedimentov
- podzemné vody predkvartérneho podložia.

Hydrogeologické pomery v záujmovom území a v širšom okolí cesty I/66 sú podmienené geologickou stavbou územia, tektonickým porušením hornín, geomorfologickými, hydrologickými a klimatickými pomermi územia.

Na zhodnotenie hydrogeologických a hydrogeochemických pomerov hodnoteného územia boli použité prevzaté prieskumné diela

- V-2, V-3, V-4, V-8, V-12, V-19, V-22, V-26 a V-27 – správa Tupý, P. a kol.: I/66 Banská Bystrica – Brezno, úsek Banská Bystrica – Slovenská Ľupča. Podrobný inžinierskogeologický prieskum. ENVIGEO, a.s. Banská Bystrica, 2009.
- VD-2, VD-4 a VD-6 - správa Tupý, P. a kol.: I/66 Banská bystrica – Brezno, úsek Banská Bystrica – Slovenská Ľupča - doplnok. Podrobný inžinierskogeologický prieskum - doplnok. ENVIGEO, a.s. Banská Bystrica, 2009.

### Podzemné vody kvartérnych sedimentov

V hodnotenom úseku plošne najrozšírenejší zvodnený komplex predstavujú kvartérne sedimenty zastúpené sedimentmi fluviálnej, deluviálno – proluviálnej, deluviálnej a ojedinele organickej a antropogénnej genézy.

Celková hrúbka kvartérnych sedimentov overená inžinierskogeologickými vrtmi bola v rozsahu od 3,2 – 7,4 m vo vrtoch J-1 a J-2, v archívnych vrtoch 3,1 – 8,5 m.

Hladina podzemnej vody v kvartérnych sedimentoch kolíše v závislosti od infiltrovaných atmosférických zrážok, ako aj od úrovne hladiny vody v povrchovom toku rieky Hron. Hladina podzemnej vody v období realizácie prieskumných prác bola vrtnými prácami v kvartérnych sedimentoch narazená v rôznej úrovni, od 0,8 m p.t. do 5,7 m p.t. (J-1 až J-3) a od 1,4 m p.t. do 6,3 m p.t. v prevzatých vrtoch.

Výška a charakter hladiny podzemnej vody sa mení v závislosti na zmenách dynamických zásob v kolektore a od klimatických, hlavne zrážkových pomerov. Charakter hladiny podzemnej vody v kvartérnych sedimentoch je voľný až napätý, s výtlačnou výškou do 1,2 m, v závislosti od výskytu slabo priepustných polôh ílov a piesčitých ílov.

Prehľad údajov o hladinách podzemnej vody v prieskumných dielach

tabuľka č. 5

*Úsek km 0,00 - 3,15 - rekonštrukcia cesty*

Prieskumné dielo	Hĺbka vrtu	Hĺbka kvartéru	Úroveň hladiny podzemnej vody				Výtlač	Charakter hpv	Litologický komplex	
			Narazená		Ustálená				Index	Horninový typ prvej zvodnenej vrstvy
m n.m.	m	m	m p.t.	m n.m.	m p.t.	m n.m.	(m)			
J-1 370,45	12	7,4	5,7	364,75	5,2	365,25	0,5	napätá	Q	fluviál - terasový štrk ílovitý s prímiesou jemnozrnnej zeminy, štrk kremeň, kremence, žula, kryštallické bridlice
J-2 359,18	10	3,2	2,2	356,98	2,0	357,18	0,2	voľná	Q	fluviál - náplavový íl až íl piesčitý, ojedinelý výskyt kremeňa a kremencov

### **Prevzaté prieskumné diela**

V-2 367,41	8	6,5	5,4	362,01	5,9	361,51		voľná	Q	fluviál - zahlinené štrky, prevažne kremece
V-3 368,93	8	6,35	5,7	363,23	5,7	363,23	0	voľná	Q	fluviál - zahlinené štrky, prevažne kremece
V-4 370,4	8	7,7	6,3	364,1	5,9	364,5	0,4	mierna napätá	Q	fluviál - zahlinené štrky, prevažne kremece
V-8 354,99	8	4,7	2,9	352,09	2,3	352,69	0,6	napätá	Q	fluviál - štrky s prímiesou piesku, il s prímiesou piesku
V-12 356,16	8	6,5	2,9	353,26	2,8	353,36	0,1	voľná	Q	fluviál - zahlinený piesok
V-19 356,58	8	5,2	2,5	354,08	1	355,58	1,5	napätá	Q	fluviál - zahlinené štrky
V-22 358,29	8	7,3	3,0	355,29	2,1	356,19	0,9	napätá	Q	fluviál - hliny (ily) s prímiesou jemnozrnného piesku, piesčité štrk
V-26 359,1	7,5	3,1	2,3	356,8	2	357,1	0,3	mierna napätá	Q	fluviál - il piesčité
V-27 366,46	9	8,5	4,7	361,76	3,5	362,96	1,2	napätá	Q	deluviál - proluviál - zahlinené štrky, hlina

#### Úsek km 0,00 – 1,70 - prístupová cesta

Úroveň hladiny podzemnej vody										
Prieskumné dielo	Hĺbka vrtu	Hĺbka kvartéru	Narazená		Ustálená		Výtlak	Charakter hvp	Litologický komplex	
			m p.t.	m n.m.	m p.t.	m n.m.			Index	Horninový typ prvej zvodnenej vrstvy
J-3 368.46	14	6,3	0,8	367,66	0,8	367,66	0	voľná	Q	fluviál - náplavový il piesčité s prímiesou drobných štrkových zrn

#### Prevzaté prieskumné diela

VD-2 368,57	8	5,5	1,4	367,17	1	367,57	0,4	mierna napätá	Q	fluviál - štrky, silno zahlinené
VD-4 368,56	8	4,3	2,2	366,36	2	366,56	0,2	voľná	Q	fluviál - štrky s prímiesou zahlineného piesku
VD-6 369,69	8	4,55	1,6	368,09	1,7	367,99		voľná	Q	fluviál - hlina piesčitá

Poznámka - hvp - hladina podzemnej vody

Prehľad údajov o hladinách podzemnej vody vo vrtoch je uvedený v tabuľke č. 5.

Fluviálne sedimenty sú súvisle vyvinuté a sú reprezentované fluviálnymi štrkovitými a piesčitými zeminy vystupujúcimi v pozícii terasových stupňov na ľavom svahu údolia a dnovej akumulácie rieky Hron, v oblasti údolnej nivy rieky Hron a jeho prítokov Istebník a Ľupčica aj s pokryvom náplavových ílov a hĺn. Celková mocnosť fluviálnych sedimentov v prostredí aluviálnej nivy sa pohybuje v rozmedzí 4,3 - 7,3m (V-22), v terasovej pozícii od 3,4 m do 4,7m (J-1), povrchová vrstva náplavových zemín má mocnosť 0,8 - 3,0m (V-22).

Jednotlivé typy fluviálnych sedimentov sa vyznačujú rôznym stupňom zvodnenia. Najviac zvodnené je súvrstvie fluviálnych sedimentov, kde podzemná voda je akumulovaná prevažne v priepustnejších štrkovitých a štrko-piesčitých sedimentoch s nižším obsahom jemnozrnej frakcie. Zvodnený horizont štrkových fluviálnych sedimentov je v priamej hydraulkej spojitosti s vodou povrchového toku rieky Hron, ktorý podstatnou mierou ovplyvňuje kvantitu a kvalitu podzemných vôd. Hladina podzemnej vody tu kolíše v závislosti od infiltrovaných zrážok, ako aj od úrovne hladiny vody v povrchovom toku rieky Hron.

Hodnota priepustnosti fluviálnych sedimentov s nižším obsahom jemnozrnej frakcie je závislá od uľahnutosti a vytriedenia štrkov, ale najmä od podielu jemnej ílovitej frakcie. Koeficient filtrácie bol vypočítaný z kriviek zrnitosti a výsledky sú prehľadne uvedené v tabuľke č. 6. Takéto hodnoty  $k_f$  môžeme považovať za orientačné. Presnejšie údaje by poskytli čerpacie skúšky.

Hodnoty koeficientu filtrácie  $k_f$  vypočítaného zo zrnitostnej analýzy tabuľka č. 6

Litologická charakteristika		Typ zeminy podľa STN 73 1001	Priemerný koeficient filtrácie $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	Klasifikácie priepustnosti prostredia/trieda priepustnosti podľa Jetela	
Fluviál	Íly a hliny	MS, CS	3,2.10 <sup>-7</sup>	slabo priepustné	VI

Litologická charakteristika		Typ zeminy podľa STN 73 1001	Priemerný koeficient filtrácie $k_f$ (m.s <sup>-1</sup> )	Klasifikácie priepustnosti prostredia/trieda priepustnosti podľa Jetela	
		ML, MI	$4,41 \cdot 10^{-8}$	veľmi slabo priepustné	VII
	piesky	SM	$1,62 \cdot 10^{-5}$	mierne priepustné	IV
	štrky	G-F	$1,33 \cdot 10^{-3}$	silno priepustné	II
		GC, GM	$4,41 \cdot 10^{-4}$	dost' silno priepustné	III
Deluviál	íly a hliny	CS, CL, CI	$1,04 \cdot 10^{-8}$	veľmi slabo priepustné	VII
		MH, CH	$1,89 \cdot 10^{-9}$	nepatrne priepustné	VIII
Deluviál – proluviál	íly	CI	$1,10 \cdot 10^{-9}$	nepatrne priepustné	VIII

Na základe získaných vypočítaných hodnôt  $k_f$  (tabuľka č. 6) prostredie fluviálnych piesčitých štrkov a ílovitých štrkov možno hodnotiť podľa klasifikácie priepustnosti (Jetel, 1982) ako prostredie silno priepustné s triedou priepustnosti II a dost' silno priepustné s triedou priepustnosti III.

Fluviálne piesky možno klasifikovať ako mierne priepustné prostredie s triedou priepustnosti IV. Náplavové íly a hliny sú klasifikované ako slabo priepustné až veľmi slabo priepustné s triedou priepustnosti VI až VII.

Deluviálne sedimenty sú v trase zastúpené podružne, vyvinuté sú v začiatkových úsekoch trás, kde vystupujú v nadloží terasových štrkov a na konci úseku, kde predpokladáme ich rozšírenie v pri úpäťnej oblasti údolného svahu a v povrchovej vrstve nivných náplavov.

Sedimenty sú reprezentované svahovými ílovitými a hlinitými zeminami s premenlivým obsahom klastických úlomkov. Hrúbka deluviálnych sedimentov je závislá od morfológie územia a pohybuje sa v rozmedzí od 0,35 - 3,05m (terasový stupeň) a na konci úseku dosahujú mocnosť do 1-3,0m.

Priepustnosť deluviálnych sedimentov je nízka v závislosti od horninového podlažia, z ktorého vznikli a pôsobia ako izolátor. Koeficient filtrácie (tabuľka č. 6) deluviálnych ílov piesčitých až ílov s nízkou a strednou plasticitou vypočítaný z kriviek zrnitosti je  $1,04 \cdot 10^{-8}$  m.s<sup>-1</sup>, čo podľa Jetela charakterizuje zeminy s triedou priepustnosti VII a prostredie ako veľmi slabo priepustné a deluviálne íly s vysokou plasticitou s  $k_f = 1,89 \cdot 10^{-9}$  m.s<sup>-1</sup>, podľa Jetela charakterizuje zeminy s triedou priepustnosti VIII a prostredie ako nepatrne priepustné.

Sedimenty deluviálno –proluviálneho komplexu boli overené prevzatým prieskumným dielom V-27 situovaným na konci úseku trasy zelenej alternatívy preložky cesty, v tesnej blízkosti križovatky pri závoze Biotika Slovenská Ľupča, kde je komplex reprezentovaný splachovým materiálom z priľahlých úvalin. Zastúpený je ílovito-hlinitými a štrkovitými zeminami mocnosti do 8,5 m.

Deluviálno – proluviálne sedimenty sú charakterizované ako izolátor, čo potvrdzuje aj vypočítaný koeficient filtrácie, podľa ktorého hodnotíme tieto sedimenty ako nepatrne priepustné a triedou priepustnosti VIII.

Antropogénne sedimenty sú v trase cesty reprezentované účelovými násypmi ciest a železnice.

### **Podzemné vody predkvartérnych sedimentov**

Mezozoické horniny vápencovo-dolomitické formácie sú zastúpené komplexom vápencov a dolomitov stredného až vrchného triasu, ktoré budujú predkvartérne podlažie v údolnej nive Hrona v celom úseku trasy modrého variantu C a v krátkom úseku aj v trase zelenej alternatívy. Overené boli vrtom J-3 a archívnymi dielami V-8, V-12, VD-VD-2, VD-4, VD-6. Akumulácia podzemných vôd je v rozhodujúcej miere dopĺňaná infiltráciou zrážkových vôd, skrytými prestupmi z paleozoika a vstupmi povrchových vôd.

Paleozoikum je zastúpené komplexom pestrého detritického verukána, ktorý je tvorený malúžinským súvrstvom cyklicky sa striedajúcich pieskovcov, siltovcov a bridlíc a nižnobocianským súvrstvom zlepcov a pieskovcov. Overené horniny paleozoika boli prieskumnými dielami J-1 a J-2 a archívnymi vrtmi V-1 až V-4, V-19, V-22, V-26, V-27.

Pre akumuláciu a obeh podzemných vôd nemajú horniny paleozoika väčší hydrogeologický význam. Významnejšia je puklinová priepustnosť v pripovrchovej zóne, v zóne zvetrávania, kde je väčší obsah puklín a pórov čo umožňuje voľnejšie prúdenie podzemných vôd. Podzemná voda má plytký obeh a preto veľmi nestály a závislý od atmosférických zrážok. Metamorfované pieskovce (kremence) a bridlice vzhľadom na svoju litologickú náplň predstavujú nepriepustné horniny a plnia funkciu izolátora.

## Hydrogeochemické zhodnotenie podzemných vôd

V rámci doplnkového orientačného inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu geologickej úlohy „**I/66 Banská Bystrica - Slovenská Ľupča (R1), rekonštrukcia**“ boli jednorázovo odobraté dve vzorky podzemných vôd z inžinierskogeologických vrtov J-1 a J-3. Z archívnych vrtov boli prebraté 4 vzorky podzemných vôd z inžinierskogeologických vrtov V-19, V-26, VD-2 a VD-6. Prehľad jednotlivých objektov s ich umiestnením v trase I/66 je uvedený v tabuľke č. 7.

Prehľad prieskumných diel s umiestnením v trase I/66

tabuľka č. 7

*Úsek km 0,00-3,15 - rekonštrukcia cesty*

Prieskumné dielo (m n.m.)	Číslo protokolu	Dátum odberu	Laboratórium
J-1 (370,45)	4453/2010	23.6.2010	INGEO - ENVILAB, s.r.o., Žilina

### Prevzaté prieskumné diela

V-19 (356,58)	09/1606	14.1.-16.1.2009	BEL/ NOVAMANN International s.r.o. Bratislava
V-26 (359,10)	09/3184	19.1.-23.1.2009	BEL/ NOVAMANN International s.r.o. Bratislava

*Úsek km 0,00 – 1,70 - prístupová cesta*

Prieskumné dielo (m n.m.)	Číslo protokolu	Dátum odberu	Laboratórium
J-3 (368,46)	4452/2010	23.6.2010	INGEO - ENVILAB, s.r.o., Žilina

### Prevzaté prieskumné diela

VD-2 (368,57)	09/12455	23.3.2009	BEL/ NOVAMANN International s.r.o. Bratislava
VD-6 (369,69)	09/10921	16.3.-19.3.2009	BEL/ NOVAMANN International s.r.o. Bratislava

Cieľom hydrogeochemických prác bolo z odobratých vzoriek podzemných vôd získať informácie o chemickom zložení vôd z hľadiska ich možnej agresivity na železo a betón. Odbery vzoriek podzemných vôd boli navrhnuté v miestach realizácie trasy I/66, najmä v miestach mostných objektov, kde je predpoklad kontaktu vody so základovými konštrukciami. Odobraté vzorky podzemných vôd boli analyzované v rozsahu základného fyzikálno - chemického rozboru, rozšíreného o stanovenie agresívnych vlastností vôd.

Výsledky laboratórnych stanovení jednotlivých ukazovateľov sú uvedené v Protokoloch o skúške v prílohe č. 10.7 a v skrátenej forme v tabuľke č. 8. Vzorky podzemných vôd boli spracované v akreditovanom chemickom laboratóriu spoločnosti INGEO – ENVILAB, s.r.o., Divízia chémie, Bytčická 16, 010 01 Žilina. Kompletné analýzy podzemných vôd prebratých archívnych vrtov sa nachádzajú v správach Tupý, P. a kol., 2009 (viď literatúra).

Na tvorbu chemického zloženia podzemných vôd vplývajú najmä primárne činitele, menej sekundárne. K primárnym činiteľom patria atmosférické zrážky, mineralogicko – petrografický

charakter horninového prostredia, hydrodynamické podmienky obehu podzemných vôd a mineralizačné procesy, ako aj prítomnosť voľného CO<sub>2</sub>.

Podzemné vody odobraté z vrtov J-1 a J-3 patria podľa Gazdovho genetického zatriedenia (Gazda, 1971) k vodám, ktorých procesom tvorby chemického zloženia je hydrolytický rozklad silikátových minerálov ako aj rozpúšťanie karbonátov, v dôsledku čoho je vo vode prítomná aj H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub> zložka. Analyzované podzemné vody zaraďujeme k vodám základného výrazného Ca-Mg-HCO<sub>3</sub> typu (Gazda, 1971).

Podzemné vody (tabuľka č. 8) sú na základe fyzikálno-chemických vlastností charakterizované ako stredne mineralizované (332- 455 mg.l<sup>-1</sup>) až vysoko mineralizované (704 – 1 020 mg.l<sup>-1</sup>). Podľa reakcie vody pH, analyzované vzorky podzemných vôd vo všetkých vrtov klasifikujeme ako vody kyslé až slabo alkalické (pH = 6,72 - 7,81). Podzemné vody nevykazujú sekundárne znečistenie.

Prehľad ukazovateľov pre stanovenie agresívnych vlastností podzemných vôd tabuľka č. 8  
Úsek km 0,00-3,15 - rekonštrukcia cesty

Prieskumné dielo	Hĺbka vrtu	pH	Mineralizácia	Elektrická vodivosť	agresívny CO <sub>2</sub>			Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	STN EN 206-1	STN 03 8375
					Výpočet	Heyer	Na železo							Charakter prostredia/ Typ izolácie
m n.m.	m		mg.l-1	μS.cm <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>									
J-1 (370,45)	12	6,72	290	332	23,66	53,9	31,86	20,9	14,2	28,9	43,1	0,04	XA1 (agres.CO <sub>2</sub> )	IV.* zosilnená izolácia

**Prevzaté prieskumné diela**

V-19 (356,58)	8	7,67		1 020		0	0	52	61,6	33,8	95,4	<0,02	nie je agresívna	I.* normálna izolácia
V-26 (359,10)	7,5	7,81		707		0	0	35,2	17,9	18,1	36	1,4	nie je agresívna	I.* normálna izolácia

**Úsek km 0,00 – 1,70 - prístupová cesta**

Prieskumné dielo	Hĺbka vrtu	pH	Mineralizácia	Elektrická vodivosť	agresívny CO <sub>2</sub>			Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	STN EN 206-1	STN 03 8375
					Výpočtom	Heyer	Na železo							Charakter prostredia izolácia
		m n.m.	m		mg.l-1	μS.cm <sup>-1</sup>	mg.l <sup>-1</sup>							
J-3 (368,46)	14	7,32	398	455	0	1,76	0	21,4	5,32	26,9	32,22	0,05	nie je agresívna	I.* normálna izolácia

**Prevzaté prieskumné diela**

VD-2 (368,57)	8	7,41		850		0	0	38,1	10,7	98	108,7	0,31	nie je agresívna	II.* normálna izolácia
VD-6 (369,69)	8	7,73		704		0	0	28,4	5,4	68,7	74,1	0,39	nie je agresívna	I.* normálna izolácia

Poznámka: \*STN 03 8375 I. veľmi nízka agresivita prostredia  
II. stredná agresivita prostredia  
IV. veľmi vysoká agresivita prostredia

### **Zhodnotenie agresívnych vlastností vôd na základový betón**

Agresívne vlastnosti podzemnej vody na betón boli posudzované podľa hodnotiacej normy STN EN 206-1/Z1 z roku 2004, prebratej do sústavy slovenských technických noriem, ktorá mení a dopĺňa ustanovenia STN EN 206-1 – Betón, časť 1: špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda z roku 2004. Vzorky zemín na výluhy neboli v rámci úlohy odobraté.

Agresívne vlastnosti podzemných vôd boli hodnotené podľa medzných hodnôt normy STN EN 206-1/Z1 a to v ukazovateľoch:  $\text{SO}_4^{2-}$ , pH, agresívny  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_4^+$  a  $\text{Mg}^{2+}$ , za predpokladu veľmi miernej rýchlosti pohybu podzemnej vody. Vzorky zemín na výluhy neboli v rámci úlohy odobraté. Analyzované obsahy hodnotiacich ukazovateľov sú spracované v tabuľke č. 8.

V podzemných vodách odobratých z inžinierskogeologických vrtov J-3 a z archívnych vrtov V-19, V-26, VD-2 a VD-6 neboli prekročené žiadne medzné hodnoty sledovaných ukazovateľov normy STN EN 206-1 a podzemné vody v zmysle tejto normy hodnotíme ako podzemné vody, ktoré **nemajú agresívne účinky na základový betón**.

Podzemná voda z vrtu J-1 prekročila medznú hodnotu ( $> 15 \text{ mg.l}^{-1}$ ) v ukazovateli agresívny  $\text{CO}_2$  ( $31,86 \text{ mg.l}^{-1}$ ), preto kvapalné prostredie môže predstavovať agresívne účinky na betón. Tieto hodnoty vôd vykazujú **agresívne účinky na betón stupeň XA1 (slabo agresívne chemické prostredie)**.

### **Zhodnotenie korozívnych vlastností vôd na železo**

Korozívne vlastnosti kvapalného prostredia na kovové materiály boli posudzované podľa STN 03 8375 – Ochrana kovových potrubí uložených v pôde alebo vo vode proti korózii (tabuľka 2 tejto normy). Norma STN 03 8375 hodnotí účinky podzemnej vody a zemín vo vzťahu k podzemným líniovým vedeniam, na základe obsahu resp. hodnoty najnepriaznivejšieho ukazovateľa. V prípade podzemných vôd je často najnepriaznivejším koróznym ukazovateľom ich elektrická vodivosť. Elektrická vodivosť kvapalného prostredia je v norme ukazovateľom vplývajúcim najmä na šírenie vodivého poľa v okolí potrubí a má vplyv na jeho elektrochemickú koróziu. Elektrická vodivosť zahŕňa vodivostné vlastnosti vôd - jej čiastkových iónov. V prípade železobetónových konštrukcií resp. kovových prvkov, výstuže ako súčasti betónov, majú podstatne negatívnejší korózný vplyv ukazovateľa obsahu  $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ , reakcie vody – pH a agresívneho  $\text{CO}_2$ , prípadne ďalších plynov. Na základe uvedeného ukazovateľ elektrickú vodivosť ako hodnotiaceho korózneho ukazovateľa kvapalného prostredia neberieme do úvahy. Prevzaté analýzy podzemných vôd sme následne prehodnotili podľa textu uvedeného vyššie a z pôvodného IV. stupňa agresívneho prostredia na železo sme ich zaradili do nižších stupňov agresivity na železo.

Na hodnotenie agresivity a korózných účinkov podzemných vôd na železo a následný spôsob ochrany kovových potrubí, boli použité ukazovatele normy STN 03 8375 a to: pH,  $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$  a agresívny  $\text{CO}_2$ . Vzorky zemín na výluhy neboli v rámci úlohy odobraté. Obsahy vybraných normových ukazovateľov pre hodnotenie agresivity a korozívnych účinkov podzemných vôd na železo sú uvedené v tabuľke č. 8.

Porovnaním medzných hodnôt pre jednotlivé ukazovatele s laboratórne stanovenými obsahmi konštatujeme nasledovné:

- podzemné vody v prieskumných dielach J-3 a v archívnych vrtach V-19, V-26, VD-6 nekročili žiadnu medznú hodnotu normy, prostredie je charakterizované s veľmi nízkou agresivitou (I. stupeň) za použitia normálnej izolácie na ochranu železných materiálov
- vo vzorke podzemnej vody odobratej z vrtu **VD-2 (archívny vrt)** boli prekročené medzné hodnoty obsahu  $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$ , preto kvapalné prostredie v okolí tohto vrtu predstavuje **prostredie so strednou (II. stupeň) agresivitou** za použitia normálnej izolácie na ochranu železných materiálov
- pre prítomnosť agresívneho  $\text{CO}_2$  na železo väčšieho ako  $5 \text{ mg.l}^{-1}$ , ktorý bol zistený v podzemnej vode objektu **J-1** ako najnepriaznivejší korózný ukazovateľ, patrí podzemná voda z tohto objektu do prostredia **s veľmi vysokou agresivitou (stupeň IV.)**, kedy je na ochranu kovov potrebná **zosilnená izolácia**.

Korozívne vlastnosti vody (podľa STN 03 8375) sa vzťahujú najmä ku nechráneným kovovým potrubiam resp. kovovým prvkom uloženým v pôde alebo vo vode. Podľa normy treba kovové materiály (výstuž, iné kovové prvky), ktoré budú vystavené chemickým účinkom podzemnej vody chrániť zosilnenou izoláciou (pasívna ochrana).









### 3. ZÁVER

Realizovaným orientačným inžinierskogeologickým prieskumom boli preskúvané inžinierskogeologické pomery územia na úlohe „I/66 Banská Bystrica -Slovenská Ľupča (R1), rekonštrukcia“, v trase preložky cesty I/66 zelenej alternatívy a v oblasti MK Slovenská Ľupča. Prieskumné práce boli realizované v údolí Hrona, v rovinnatom území aluviálnej nivy a na priľahlých nízkych risských stredných terasách, ktoré sú voči nive ohraničené morfológicky výrazným stupňom.

Inžinierskogeologický prieskum bol realizovaný v rozsahu terénnych vrtných prác a laboratórnych skúšok mechaniky zemín, hornín a vôd, pričom v maximálnom rozsahu boli využité výsledky predchádzajúcich etáp prieskumov.

Inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologické pomery územia sú zhodnotené v kap. 2.1 až 2.3 záverečnej správy a znázornené sú v grafických č.10. 1 až 10.4 a textových prílohách č. 10.5 až 10.8.

Na geologickej stavbe územia sa podieľajú sedimenty kvartéru reprezentované komplexom deluviálnych, deluviálno-proluviálnych, fluviálnych, terasových a antropogénnych zemín, pričom posledné z nich reprezentujú najmä účelové násypy ciest, železnice a protipovodňových hrádzi. Predkvartérne podložie je v trase zelenej alternatívy tvorené permskými bridlicami, pieskovecami a zlepcami, čiastočne aj triasovými vápencami, v hĺbkovom dosahu prieskumných diel spravidla silno zvetranými až rozloženými, v trase MK Slovenská Ľupča výlučne silno zvetranými až rozloženými dolomitmi zemitého charakteru.

Skúmané územie sa vyznačuje pomerne značnou heterogenitou základových pomerov, s pomerne pestrým litologickým zložením a premenlivou mocnosťou, a to najmä v oblasti proluviálnych kužeľov, hlavne aluviálnej nivy, pre ktorú je charakteristický členitý priebeh bázy predkvartérneho podložia, premenlivá mocnosť štrkov korytovej fácie a nerovnomerná vrstva náplavových ílov a hlien s polohami a šošovkami piesku, často s prítomnosťou organických látok kašovitej a mäkkej konzistencie.

V čase prieskumu aj s vysokou hladinou podzemnej vody, ktorej režim je priamo závislý od stavu hladiny v povrchových tokoch. V odobratých vzorkách podzemných vôd hydrochemickým zhodnotením boli zistené vo vrte J-1 agresívne účinky na betón stupeň XA1 (slabo agresívne chemické prostredie), vo vrte J-3 a z archívnych vrtov V-19, V-26, VD-2 a VD-6 nebola zistená agresivita podzemných vôd na betón. Podzemné vody vo vrtach J-3, V-19, V-26, VD-6 (archívne vrty) sú charakterizované veľmi nízkou agresivitou (I. stupeň) za použitia normálnej izolácie na ochranu železných materiálov, podzemná voda vrtu VD-2 (archívny vrt) predstavuje prostredie so strednou (II. stupeň) agresivitou za použitia normálnej izolácie na ochranu železných materiálov. Pre prítomnosť agresívneho CO<sub>2</sub> na železo patrí podzemná voda vrtu J-1 do prostredia s veľmi vysokou agresivitou (stupeň IV.), kedy je na ochranu kovov potrebná zosilnená izolácia.

Na základe doteraz overených geologických pomerov územia odporúčame mostné objekty zakladať hĺbkovo, príp. v závislosti od mostnej konštrukcie a konkrétnych, overených základových pomerov, pri dostatočnej mocnosti štrkov aj plošne, príp. kombináciou oboch spôsobov. V ďalšej etape prieskumu odporúčame v mieste koncových opôr a pilierov jednotlivých mostných objektov realizovať prieskumné vrty s presiometrickými skúškami. Ďalšie vrty odporúčame realizovať v oblasti s doteraz neoverenými geologickými pomermi (začiatok a koniec úseku MK Slovenská Ľupča) ako aj v ostatnej trase. Pri realizácii zárezu v úseku terasového stupňa zelenej alternatívy preložky upozorňujeme na zvodnenie terasových štrkov a na nutnosťou aplikácie odvodňovacích prvkov a ochrany svahov proti erózií, zvetrávaniu a účinkom mrazu.

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

1. Gazda, S., 1971: Modifikácia Palmerovho klasifikačného systému. Hydrogeologická ročenka 1969 - 1970. UGI Brno
2. Jetel, J.: Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech. Publikácia UUG Praha, 1982
3. Matula, M., Ondrášik, R., et.al.: Inžinierskogeologická mapa, list Rimavská Sobota, mierka 1:200 000, GÚDŠ Bratislava – KIG PriFUK Bratislava, 1989
4. Polák, M. (edit) 2003: Geologická mapa Starohorských vrchov, Čierťáže a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra – Bratislava.
5. Polák, M. (edit) 2003: Vysvetlivky ku geologickej mape Starohorských vrchov, Čierťáže a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava, Vydavateľstvo Dionýza Štúra, Bratislava, pp. 218.
6. Zakovič, M., et.al.: Mezozoikum a paleozoikum Starohorských vrchov a paleozoikum severnej časti Zvolenskej kotliny – hydrogeologický rajón MG 077, GSSR Bratislava, 1999
7. Tupý, P. a kol.: I/66 Banská bystrica – Brezno, úsek Banská Bystrica – Slovenská Ľupča. Podrobný inžinierskogeologický prieskum. ENVIGEO, a.s. Banská Bystrica, 2009.
8. Tupý, P. a kol.: I/66 Banská bystrica – Brezno, úsek Banská Bystrica – Slovenská Ľupča - doplnok. Podrobný inžinierskogeologický prieskum - doplnok. ENVIGEO, a.s. Banská Bystrica, 2009.

Atlas krajiny Slovenskej republiky, Ministerstvo životného prostredia SR Bratislava, Slovenská a agentúra životného prostredia Banská Bystrica, 1. vydanie, 2002

STN EN 206-1 Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda, 2004. Zmena STN EN 206-1/Z1 Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda. Zmena 1, 2004.

STN 03 8375 Ochrana kovových potrubí uložených v pôde alebo vo vode proti korózii, 1993.