

ZÁVEREČNÁ SPRÁVA

Názov geologickej úlohy: Sanácia zosuvov na cestách II. a III. triedy
v okresoch ZH a BŠ - Janova Lehota,
Pitelová, Sklené Teplice, Močiar, Banská
Štiavnica

Objednávateľ geologických prác: Basler & Hofmann Slovakia s.r.o.
Panenská 13
811 03 Bratislava

Etapu geologického prieskumu: podrobný inžinierskogeologický prieskum

Číslo geologickej úlohy: 2206

Evidenčné číslo: 449/2022

Zhotoviteľ geologických prác: **GEOSPEKTRUM s.r.o.**

Zodpovedný riešiteľ: RNDr. Ivan Jakubis

Spoluriešitelia: RNDr. Ivan Trangoš
RNDr. Juraj Tomana
RNDr. Jaroslav Buša, PhD.

Dátum vyhotovenia: 08/2022

Počet exemplárov: 5



GEOSPEKTRUM s.r.o.:

RNDr. Ján Dzúrik
konateľ spoločnosti



GEOSPEKTRUM s.r.o.

-1-

Mliekárská 10, 821 09 Bratislava
IČO: 35716495, IČ DPH: SK2020249891

Ex. č. 1

BRATISLAVA 2022

OBSAH

1.	Cieľ geologickej úlohy a údaje o území.....	3
1.1.	Úvod.....	3
1.2.	Vymedzenie hodnoteného územia	3
2.	Charakteristika hodnoteného územia.....	5
2.1.	Geomorfologická charakteristika.....	5
2.2.	Hydrografická charakteristika	6
2.3.	Klimatická charakteristika.....	6
2.4.	Geologická a tektonická stavba územia.....	9
2.5.	Hydrogeologické pomery	11
2.6.	Geodynamické javy	13
3.	Výsledky prieskumných prác.....	13
3.1.	Vrtné práce	13
3.2.	Vzorkovacie práce	14
3.3.	Laboratórne práce	14
3.4.	Meračské práce.....	14
3.5.	Spôsob likvidácie prieskumných diel	15
4.	Cesta III/2482 Janova Lehota - cesta I/9 (ckm 13,011-13,055).....	15
4.1.	Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery	15
4.2.	Geotechnické zhodnotenie.....	16
5.	Cesta III/2486 Pitelová (ckm 0,972-0,988).....	18
5.1.	Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery	18
5.2.	Geotechnické zhodnotenie.....	18
6.	Cesta III/2498 Sklené Teplice (ckm 7,969-8,042).....	20
6.1.	Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery	20
6.2.	Geotechnické zhodnotenie.....	21
7.	Cesta III/2538 Močiar (ckm 8,128-8,283).....	22
7.1.	Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery	22
7.2.	Geotechnické zhodnotenie.....	23
8.	Cesta III/2535 Banská Štiavnica, ul. Obrancov mieru (ckm 1,161-1,221).....	24
8.1.	Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery	24
8.2.	Geotechnické zhodnotenie.....	25
9.	Údaje o uložení geologickej dokumentácie	26
10.	Zoznam použitej literatúry	26

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č. 1	Geologická dokumentácia a fotodokumentácia realizovaných vrtov
Príloha č. 2	Geologická dokumentácia archívnych vrtov
Príloha č. 3	Výsledky z laboratória mechaniky zemín a hornín
Príloha č. 4	Situácie vrtov a inžinierskogeologických profilov
Príloha č. 5	Inžinierskogeologické rezy

1. Cieľ geologickej úlohy a údaje o území

1.1. Úvod

Na základe ZOD č. 2009-00/1 zo dňa 23.5.2022 medzi objednávateľom, spoločnosťou Basler & Hofmann Slovakia s.r.o. a zhotoviteľom, spoločnosťou GEOSPEKTRUM s.r.o., sme vykonali inžinierskogeologický prieskum pre akciu „Sanácia zosuvov na cestách II. a III. triedy v okresoch ŽH a BŠ - Janova Lehota, Pitelová, Sklené Teplice, Močiar, Banská Štiavnica“ v zmysle schváleného projektu geologickej úlohy. Geologické práce boli vykonané na nasledovných úsekoch cestných komunikácií:

- ⇒ cesta III/2482 Janova Lehota - cesta I/9 (ckm 13,011-13,055), parcela č. 1390 v k.ú. obce Janova Lehota,
- ⇒ cesta III/2486 Pitelová (ckm 0,972-0,988), parcela č. 2090 v k.ú. obce Pitelová,
- ⇒ cesta III/2498 Sklené Teplice (ckm 7,969-8,042) - bez terénnych prác s využitím archívnych prieskumov,
- ⇒ cesta III/2538 Močiar (ckm 8,128-8,283), parcely č. 840 a 613/2 v k.ú. obce Močiar,
- ⇒ cesta III/2535 Banská Štiavnica ul. Obrancov mieru (ckm 1,161-1,221) - bez terénnych prác s využitím archívnych prieskumov.

Predložená správa bude podkladom pre projektovú dokumentáciu na stavebné povolenie na realizáciu stavby (DSP/DRS). Práce boli zrealizované pod vedením zodpovedného riešiteľa RNDr. Ivana Jakubisa.

Na základe realizovaných prác sme v záverečnej správe zhodnotili nasledovnú problematiku:

- ⇒ overenie inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov v predmetných úsekoch ciest,
- ⇒ overenie fyzikálno-mechanických vlastností zemín a chemizmu (agresivita na betón) podzemnej vody v podloží riešených úsekov ciest,
- ⇒ zhodnotenie geotechnických pomerov v predmetných úsekoch ciest,
- ⇒ odporúčanie sanačných opatrení riešených úsekov ciest.

Výsledky prieskumných prác sú zhodnotené v predkladanej záverečnej správe, ktorá je vypracovaná v súlade so zákonom č. 569/2007 Z.z. o geologických prácach (geologický zákon) a vyhláškou MŽP SR č. 51/2008 Z.z., ktorou sa vykonáva geologický zákon a ich novelami.

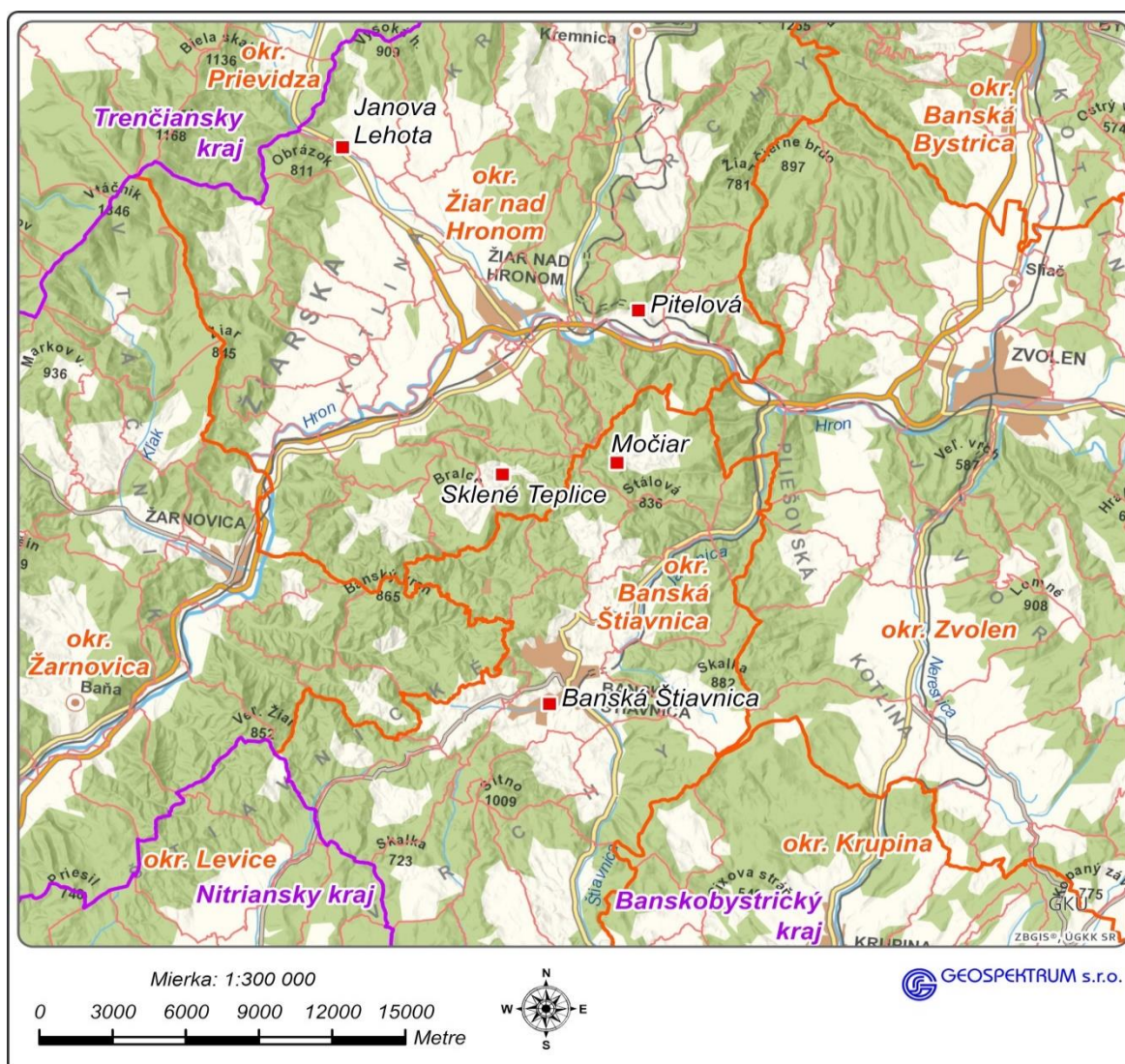
1.2. Vymedzenie hodnoteného územia

Záujmové územie sa nachádza v zmysle územnosprávneho členenia na území Banskobystrického kraja, v okresoch Žiar nad Hronom a Banská Štiavnica, katastrálnom území obcí Janova Lehota, Pitelová a Sklené Teplice (okres Žiar nad Hronom), Močiar a Banská Štiavnica (okres Banská Štiavnica). Územie spadá do mapových listov 36-31 Žiar nad Hronom a 36-33 Banská Štiavnica v mierke 1:50 000. Rozprestiera sa v území Štiavnických vrchov a na okraji Kremnických vrchov. Jeho lokalizácia je na ⇒ obr. č. 1. Štandardizovaný názov katastrálneho územia v zmysle zákona NR č. 215/1995 Z.z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov uvádzame v nasledovnej ⇒ tab. č. 1. Katastrálne územie je evidované kódom (identifikačným číslom územno-technickej jednotky - IČÚTJ) a názvom.

Tab. č. 1 Územnosprávne jednotky záujmového územia

Názov a číselný kód samosprávneho kraja, okresu a obce	
Názov kraja	Číselný kód kraja
Banskobystrický	6
Názov okresu	Číselný kód okresu
Žiar nad Hronom	613
Banská Štiavnica	602
Názov obce	Číselný kód obce
Janova Lehota	516872
Pitelová	517135
Sklené Teplice	517241
Močiar	517071
Banská Štiavnica	516643
Názov a IČÚTJ katastrálneho územia	IČÚTJ
Janova Lehota	822124
Pitelová	846724
Sklené Teplice	855871
Močiar	837989
Banská Štiavnica	801470

Obr. č. 1 Situácia záujmového územia

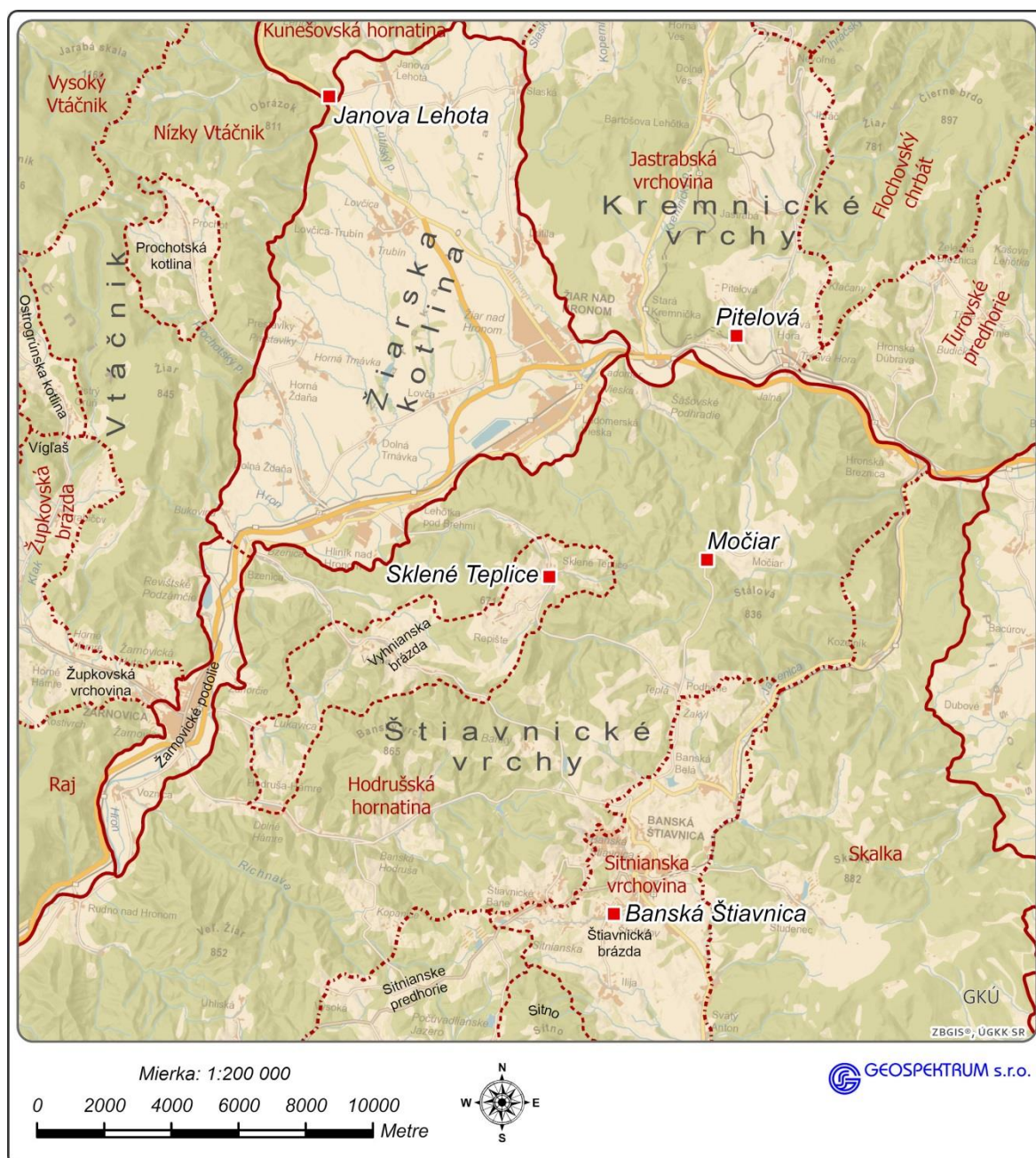


2. Charakteristika hodnoteného územia

2.1. Geomorfologická charakteristika

Na základe regionálneho geomorfologického členenia [(Mazúr & Lukniš, 1986); (Kočícký & Ivanič, 2011)] patrí záujmové územie do provincie Západné Karpaty, subprovincie Vnútorne Západné Karpaty, oblasti Slovenské stredohorie, celku Kremnické vrchy, podcelku Kunešovská hornatina (Janova Lehota) a Jastrabská vrchovina (Pitelová). Územie tiež patrí do celku Štiavnické vrchy, podcelku Hodrušská hornatina (Močiar), časti Vyhnianska brázda (Skléné Teplice) a časti Štiavnická brázda (Banská Štiavnica) [⇒ obr. č. 2].

Obr. č. 2 Mapa geomorfologického členenia záujmového územia



V hodnotenom území je možné pozorovať rôznorodý reliéf. Pestrosť tvarov spôsobuje značná vertikálna členitosť územia podmienená tektonickými pohybmi ako aj jeho variabilnou geologickou a litologickou stavbou. Striedajú sa tu hladké formy reliéfu na menej odolných vulkanosedimentárnych horninách s bralnými útvarmi v podobe stien tvorenými eróznymi troskami lávových prúdov. Kremnické aj Štiavnické vrchy vo všeobecnosti predstavujú pahorkatinový až hornatinový typ reliéfu. Pohoria sú sopečného pôvodu, pričom tento materiál je na mnohých miestach vo vysokom stupni deštrukcie, postihnutý zjavnými svahovými deformáciami - blokovými, prúdovými a plošnými. Príčinou je vystupovanie mladých vulkanických hornín, ktoré ešte nemajú ustálené povrchové tvary na plastickom podloží, pričom erózia a geodynamické javy sú veľmi intenzívne.

2.2. Hydrografická charakteristika

Hodnotené územie patrí z podstatnej časti do čiastkového povodia rieky Hron, čiastočne do čiastkového povodia rieky Ipel' (Banská Štiavnica).

Vo všeobecnosti možno režim odtoku riek a potokov v záujmovom území považovať za dažďovo-snehový, s obdobím akumulácie v zimných mesiacoch (december-február), obdobím vysokých vodností v mesiacoch február až apríl, s maximami okolo marca. Mesiace s minimálnymi vodnosťami bývajú jesenné až zimné. Podružné zvýšenie prietokov súvisí s intenzívnou zrážkovou činnosťou v letných mesiacoch, ktorá je často lokálneho charakteru.

V blízkosti lokality Janova Lehota preteká Lutiský potok. Je tokom III. rádu, tečie prevažne na juhovýchod a tvorí pravostranný prítok Hrona. Jeho celková dĺžka je ≈ 25 km.

Lokalitou Piteľová preteká miestny bezmenný potok. Je pomerne krátky, len približne 1,5 km. Jeho priemerné prietoky bývajú spravidla len prvé litre za sekundu. Je tokom III. rádu, tečie približne zo severu na juh a tvorí pravostranný prítok Hrona. Geologické práce prebiehali v jeho hornom úseku, približne v rkm 1,2.

Lokalitou Sklené Teplice preteká potok Teplá. Tiež sa jedná o tok III. rádu, ktorý tvorí ľavostranný prítok Hrona. Jeho dĺžka je až ≈ 19 km, pričom projektované sanačné práce budú prebiehať na opornom múre pozdĺž cesty a potoka v úseku rkm $\approx 8,5$. Priemerné prietoky tohto potoka v mieste prác dosahujú rádovo prvé desiatky litrov za sekundu, v maximách sú to až stovky litrov za sekundu.

Prieskumné práce na lokalite Močiar boli lokalizované od územia hydrologickej rozvodnice medzi povodie Hrona a Ipľa. Najbližšie sa smerom na západ nachádza pramenisko bezmenného potoka (tok V. rádu), ktorý je pomerne krátky, približne 550 m a ústí do Vydričného potoka. Tento v Sklených Tepliciach ústí do potoka Teplá. Geologické práce sa vykonávali mimo dosahu tohto bezmenného potoka.

Lokalitou Banská Štiavnica preteká potok Štiavnica. Jedná sa o tok III. rádu, ktorý tvorí pravostranný prítok Ipľa. Dĺžka tohto toku je až ≈ 55 km a plocha povodia 441 km^2 . Je to vrchovinovo-nížinný typ rieky, s priemernými prietokmi v jeho dolnej časti okolo $2-3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Projektované technické práce budú prebiehať na ulici Obrancov Mieru, vo vzdialenosti približne 100 m od potoka Štiavnica, režim prietokov v ňom, nebude mať žiaden vplyv na práce.

2.3. Klimatická charakteristika

Podľa mapy klimatických oblastí (Lapin, et al., 2002) leží predmetné územie v oblasti mierne teplej (M) až mierne chladnej (C), vo viacerých okrskoch uvedených na obr. č. 3. Lokality Janova Lehota a Piteľová sa nachádzajú v klimatickom okrsku M3 (mierne teplý, mierne vlhký, pahorkatinový až vrchovinový), Sklené Teplice a Banská

Štiavnica v okrsku M6 (mierne teplý, vlhký, vrchovinový) a Močiar v okrsku C1 (mierne chladný, veľmi vlhký). Dlhodobé priemerné teplotné a zrážkové pomery uvádzame z klimatických staníc SHMÚ Žiar nad Hronom a Banská Štiavnica.

Najteplejším mesiacom v oblasti býva júl, najchladnejším január. Údaje o priebehu teplôt vzduchu zo stanice Žiar nad Hronom (SHMÚ č. 11900) sú uvedené v ⇒ tab. č. 2, zo stanice Banská Štiavnica (SHMÚ č. 11901) sú uvedené v ⇒ tab. č. 3, za obdobie dlhodobého normálu 1951-1980 (Petrovič & Šoltýs, 1991) a za obdobie dlhodobého normálu 1981-2010 (Čepčeková, et al., 2016). Porovnaním týchto dvoch období priemerná ročná teplota vzduchu stúpila o 0,3 až 1 °C.

Tab. č. 2 Priemerné mesačné a ročné teploty vzduchu v stanici Žiar nad Hronom

Teplota (°C)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Normál 1951-1980	-3	-0,7	3,3	8,8	13,4	17	18,2	17,3	13,4	8,5	3,9	-0,7	8,3
Normál 1981-2010	-1,8	0,1	4,3	10	14,9	17,8	19,8	18,9	14,3	9,3	4,2	-0,6	9,3

Tab. č. 3 Priemerné mesačné a ročné teploty vzduchu v stanici Banská Štiavnica

Teplota (°C)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Normál 1951-1980	-3,1	-1,4	2,4	7,8	12,5	16	17,6	17	13,2	8,3	2,9	-1,2	7,7
Normál 1981-2010	-2,4	-1	2,9	8,4	13,4	16,1	18,3	17,6	13	8,2	2,7	-1,6	8

Z hľadiska množstva spadnutých zrážok môžeme územie charakterizovať ako mierne vlhké, vlhké až veľmi vlhké. Súvisí to najmä z nadmorskou výškou konkrétnej lokality. Prehľad o zrážkach zo zrážkomernej stanice Žiar nad Hronom (SHMÚ č. 36180) uvádzame v nasledujúcej ⇒ tab. č. 4, zo zrážkomernej stanice Banská Štiavnica (SHMÚ č. 40260) uvádzame v nasledujúcej ⇒ tab. č. 5, za obdobie 1951-1980 (Horecká & Valovič, 1991) a za obdobie 1981-2010 (Čepčeková, et al., 2016). Dlhodobý normál 1951-1980 v stanici Žiar nad Hronom nebol sledovaný. Podľa dlhodobých normálov z Banskej Štiavnice priemerné ročné úhrny zrážok mierne poklesli o 26 mm. Najväčšie množstvo zrážok spadne v letnom období (maximum v máji až júni), najmenšie v zimnom (minimum v januári až februári).

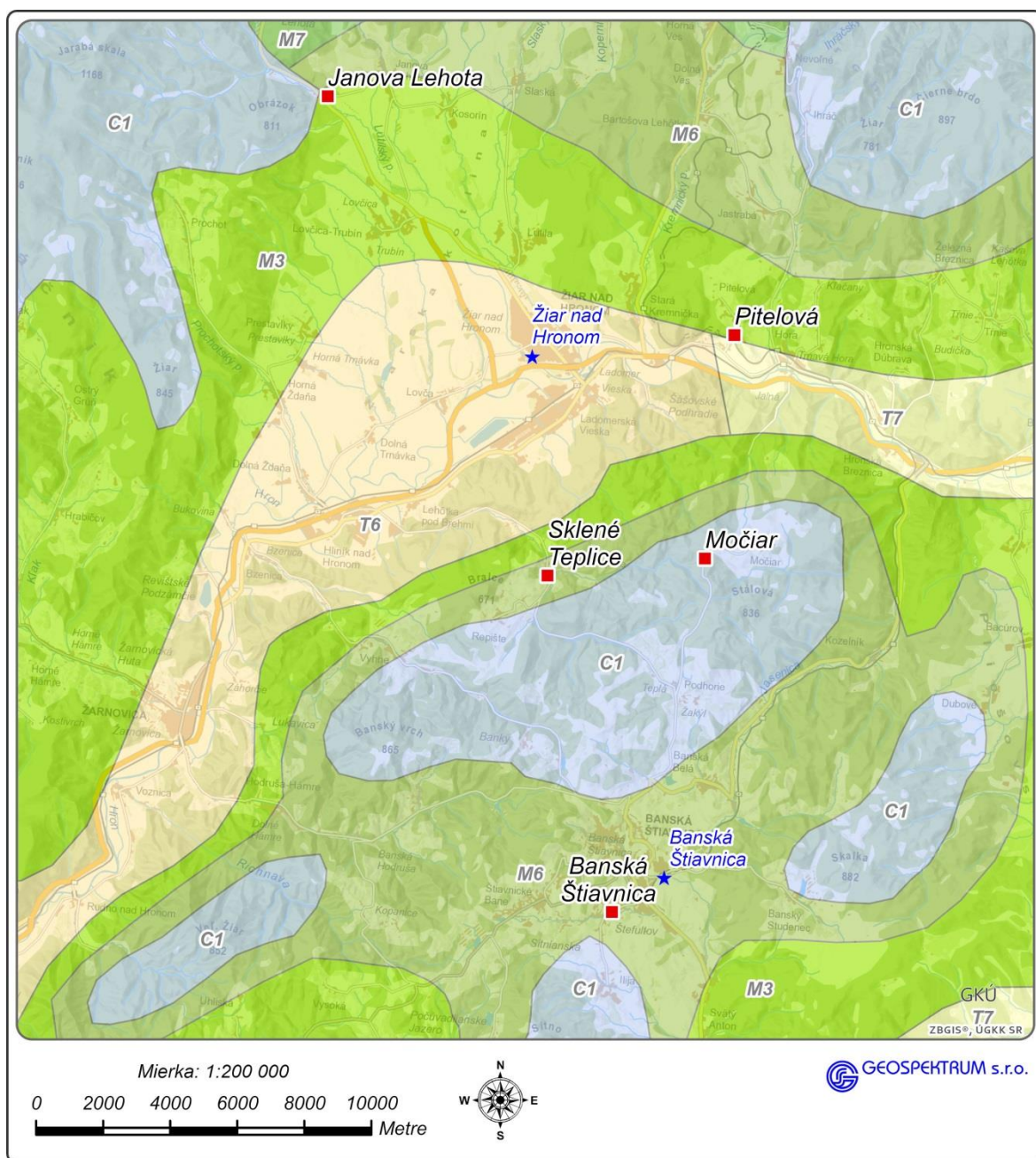
Tab. č. 4 Priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok v stanici Žiar nad Hronom

Úhrn zrážok (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Normál 1981-2010	41	36	42	45	73	71	71	69	57	47	53	54	659

Tab. č. 5 Priemerné mesačné a ročné úhrny zrážok v stanici Banská Štiavnica

Úhrn zrážok (mm)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Normál 1951-1980	49	53	49	59	66	95	75	73	57	58	72	65	771
Normál 1981-2010	50	45	47	56	88	78	68	61	66	54	68	64	745

Obr. č. 3 Klimatická regionalizácia územia



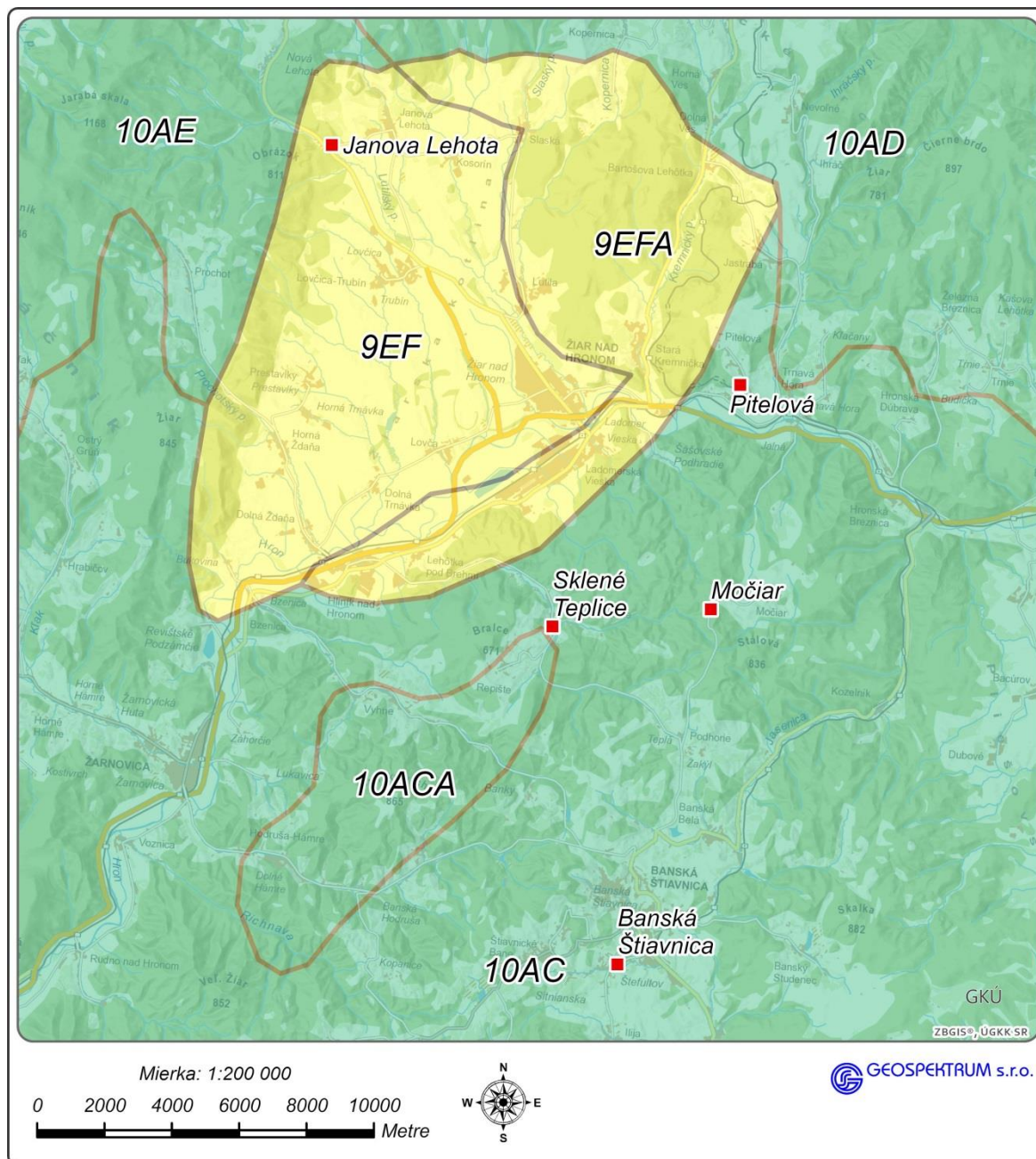
Vysvetlivky

- C1 - mierne chladný, veľmi vlhký
- M3 - mierne teplý, mierne vlhký, pahorkatinový až vrchovinový
- M6 - mierne teplý, vlhký, vrchovinový
- M7 - mierne teplý, veľmi vlhký, vrchovinový
- T6 - teplý, mierne vlhký, s miernou zimou
- T7 - teplý, mierne vlhký, s chladnou zimou
- Klimatická stanica SHMÚ

2.4. Geologická a tektonická stavba územia

Z hľadiska riešenej problematiky sú pre nás najpodstatnejšie pokryvné sedimenty kvartéru, resp. prvé metre litologických komplexov v záujmovom území. Na základe regionálneho geologického členenia Západných Karpát v zmysle členenia (Vass, et al., 1988) je územie súčasťou jednotiek: vnútrohorské panvy a kotliny (9), vnútorné kotliny (9E), Žiarska kotlina (9EF) - lokalita Janova Lehota, ďalej neovulkanity (10), stredoslovenské neovulkanity (10A), štiavnický stratovulkán (10AC) - lokality Piteľová, Sklené Teplice, Močiar, Banská Štiavnica [⇒ obr. č. 4].

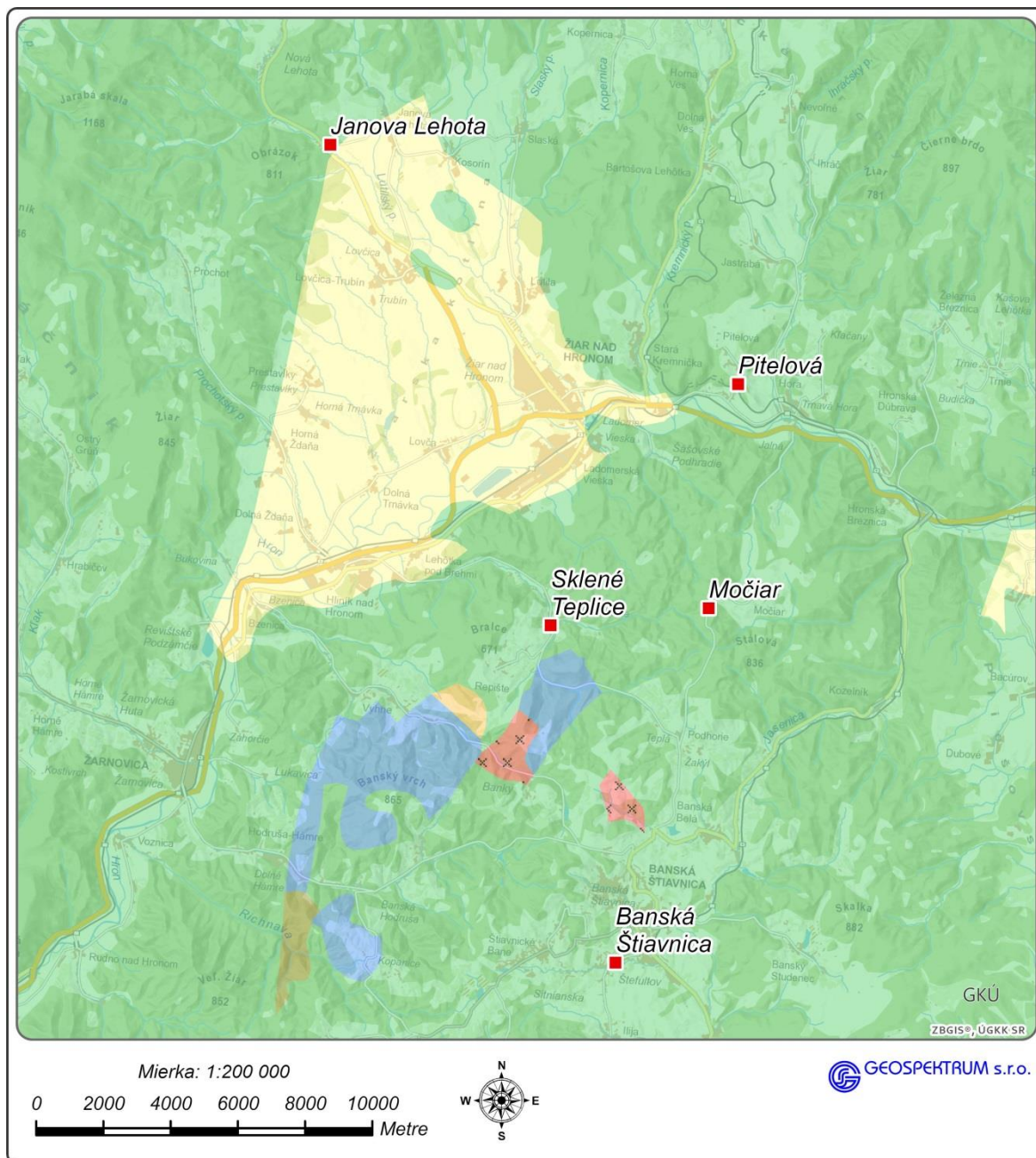
Obr. č. 4 Geologické členenie záujmového územia



Vzhľadom na to, že jednotlivé hodnotené lokality sa nachádzajú vo väčších vzdialenostiach od seba, spadajú do viacerých regiónov podrobného geologického mapovania, ktoré bolo postupne publikované geologickými mapami v mierke 1:50 000.

Lokalita Janova Lehota sa nachádza v oblasti geologickej mapy Kremnických vrchov (Lexa, et al., 1998). Ostatné lokality sa nachádzajú v oblasti geologickej mapy Štiavnických vrchov (Konečný, et al., 1998). Schematickú geologickú situáciu širšieho okolia uvádzame na ⇒ obr. č. 5.

Obr. č. 5 Schematická geologická mapa širšieho územia



Vysvetlivky

- x x **Hlbinné magmatity**
- **Mezozoikum Vnútorných Karpát**
- **Mladšie paleozoikum**
- **Neogén**
- **Neogénne vulkanity**
- **Vrchná krieda a paleogén Vnútorných Karpát**

Čo sa týka geologickej stavby na jednotlivých hodnotených lokalitách, **Janova Lehota** sa nachádza na rozhraní výskytu neovulkanitov a neogénnej výplne Žiarskej kotliny [⇒ obr. č. 5]. V blízkom okolí na povrch vystupujú lávové prúdy amfibolicko-pyroxénických a pyroxénických andezitov či hrubé až blokové epiklastické vulkanické brekcie bazaltov a bázických andezitov vulkanitov Vtáčnika veku báden-sarmat? Ďalej sa tu nachádzajú piesky, ílovité piesky až štrky banskobystrického súvrstvia výplne Žiarskej kotliny pliocénneho veku. Kvartér je zastúpený deluviálnymi sedimentmi vo forme gravitačných resedimentovaných piesčitých a piesčito-hlinitých štrkov svahovín, proluviálnymi sedimentmi vo forme hlinitých až piesčito-hlinitých štrkov s úlomkami hornín. Údolná niva pozdĺž Lutiského potoka je vyplnená niekoľko metrov hrubými kvartérnymi fluviálnymi sedimentmi vo forme pieskov, štrkopieskov a hlín.

Na lokalite **Pitelová** vystupujú neovulkanity [⇒ obr. č. 5], prekryté na mnohých miestach kvartérom. Konkrétne sa jedná o hrubé prúdy plagioklasových ryolitov (ryolitové vulkanity) a ich brekcií z tzv. jastrabskej formácie veku sarmat. Často bývajú prekryté deluviálno-polygenetickými kvartérnymi sedimentmi vo forme hlinito-ílovitých až piesčitých svahových hlín. V bližšom i širšom okolí boli zmapované zosuvné polia.

Na lokalite **Sklené Teplice** vystupujú neovulkanity [⇒ obr. č. 5]. Vulkanický komplex tu patrí do centrálnej zóny Štiavnického stratovulkánu. V priestore projektovaných stavebných úprav sa pod kvartérom nachádzajú produkty III. etapy vulkanizmu (vrchný báden - spodný sarmat). Tento pozostával z amfibolicko-pyroxénických andezitov, ktoré prevažne tvoria extruzívne telesá, menej sú prítomné lávové prúdy. Kvartér, vyskytujúci sa pozdĺž údolnej nivy potoka Teplá tvoria niekoľko metrov hrubé fluviálne sedimenty vo forme pieskov, štrkopieskov a hlín.

Na lokalite **Močiar** sa nachádzajú len neovulkanity [⇒ obr. č. 5]. Rovnako ako v predošlej lokalite, aj tu sa nachádzajú produkty III. etapy vulkanizmu (vrchný báden - spodný sarmat). Tento pozostával z pyroxénicko-biotiticko-amfibolických andezitov, alebo hypersténicko-amfibolických andezitov, ktoré tu prevažne tvoria extruzívne telesá. Tiež sa tu nachádzajú brekcie vyššie uvedených amfibolitov.

Cestný úsek v intraviláne **Banskej Štiavnice** na ulici Obrancov Mieru sa nachádza v oblasti pokrytej deluviálnymi polygenetickými svahovými hlinami. V ich podloží sa nachádzajú neovulkanity [⇒ obr. č. 5] Štiavnického stratovulkánu. Jedná sa amfibolicko-hypersténické andezitové porfýry, resp. hypersténicko-augitické andezitové porfýry (veku báden), v rátane výskytu argilitov (hydrotermálnych brekcií).

2.5. Hydrogeologické pomery

Územie je vymedzené hydrogeologickými rajónmi V 082 - neovulkanity Kremnických vrchov (lokality Janova Lehota a Pitelová), pričom Janova Lehota sa nachádza na hranici s rajónmi N087 - neogén Žiarskej kotliny a V 086 - neovulkanity pohorí Vtáčnik a Pohronský Inovec. Ďalšie lokality Sklené Teplice, Močiar a Banská Štiavnica sa nachádzajú v rajóne V 088 - neovulkanity svahov Štiavnických vrchov a Javoria. Banská Štiavnica sa nachádza na hranici so susedným rajónom V 093 - neovulkanity južných svahov Štiavnických vrchov a Javoria (Šuba, et al., 1984) [⇒ obr. č. 6].

Z hľadiska útvarov podzemnej vody ide o predkvartérny útvar SK200220FP - puklinové a medzizrnné podzemné vody severnej časti stredoslovenských neovulkanitov v zmysle NV SR č. 282/2010 Z.z., ktorým sa ustanovujú prahové hodnoty a zoznam útvarov podzemných vôd [⇒ obr. č. 6].

Obr. č. 6 Hydrogeologická rajonizácia

Hydrogeologický celok neovulkanitov:

Zvodnenie tohto prostredia býva veľmi rozdielne. Podzemné vody sú viazané najmä na najvrchnejšie zóny rozvoľnenia, pukliny a tektonické línie. Podzemné vody tak môžu cirkulovať v porušených andezitoch, či vulkanoklastikách. Priepustnosť hornín býva puklinová až medzizimová. V prípade plytších obehov bývajú výdatnosti prameňov výrazne nestále a rozkolísané. Pri hlbších obehoch sú výdatnosti stálejšie, aj vyššie, rádovo v jednotkách litra za sekundu. Pramene bývajú puklinové, sutinovo-puklinové, resp. bariérové.

Podzemné vody cirkulujúce v horninách neovulkanitov bývajú nízko až stredne mineralizované ($50-400 \text{ mg.l}^{-1}$), s vysokou variabilitou mineralizácie. Na tvorbe chemického zloženia podzemných vôd sa podieľa najmä hydrolytický rozklad silikátov,

chemický typ býva základný výrazný až nevýrazný Ca-(Mg)-HCO₃, pričom Ca-SO₄ zložka býva málo zastúpená.

Z vodohospodárskeho hľadiska sa aj v neovulkanitoch vyskytujú výdatnejšie a významnejšie zdroje podzemných vôd.

Hydrogeologický celok kvartéru:

V prípade riešenej problematiky do úvahy prichádzajú len fluviálne sedimenty vyskytujúce sa v údolných nivách dotknutých potokov. Vzhľadom k tomu, že sa nevyvinuli do zaujímavých hrúbok, sú vodárensky nevýznamné. Podzemné vody môžu byť viazané na zvodnené polohy pieskov až štrkopieskov, s medzizrnovou priepustnosťou a prevažne voľnou hladinou podzemnej vody, ktorá býva hydraulicky previazaná s povrchovým tokom. Litologické zloženie sedimentov sa vyznačuje zrnitosťou nehomogenitou, čo sa prejavuje aj na rôznych hodnotách koeficienta filtrácie v horizontálnom i vertikálnom smere. Horniny pelitického charakteru sú slabo zvodnené. Tieto sedimenty sú zastúpené ílmi a hlinami, s minimálnym obehom a akumuláciu podzemných vôd. Aj deluviálne hliny považujeme za hydrogeologický izolátor.

Mineralizácia podzemných vôd viazaných na kvartér máva veľkú variabilitu (400-800 mg.l⁻¹), najmä v intravilánoch obcí býva sekundárne ovplyvnená a stúpa aj nad 1000 mg.l⁻¹. Chemické zloženie býva základného výrazného až nevýrazného Ca-(Mg)-HCO₃ typu.

2.6. Geodynamické javy

Intenzita reliéfu, litológia zastúpených hornín, klimatické pomery, erózna a akumulačná činnosť vody podmienili vznik geodynamických procesov, z ktorých sa v záujmovom území uplatňovali najmä erózia, svahové pohyby a zvetrávanie.

Najrozšírenejším typom sú erózne procesy, kde málo odolné horniny podliehajú erózií s charakteristickým ostrým tvarom reliéfu, ktorý sa vyznačuje strmo modelovanými svahmi. Na rozhraní terás a údolnej nivy Hrona a jeho prítokov je výrazný morfológický skok, kde sa uplatňuje výrazná bočná erózia týchto tokov, resp. na ich menších prítokoch je vyvinutá výmoľová erózia s výskytom hlbokých erózných rýh. Na týchto svahoch sú často odkryté podložné predkvartérne komplexy.

K významným geodynamickým procesom patria aj svahové pohyby. V prevažnej miere sú to blokové pohyby a zosuvy, všeobecne však svahové sedimenty vplyvom bočnej erózie podliehajú zliezaniu a zosúvaniu, v prostredí skalných hornín sa vyskytujú aj skalné osypy a zrútenia.

Ďalším významným javom je zvetrávanie, ktoré postihuje hlavne obnažené svahy poloskalných hornín a tektonicky porušených skalných hornín.

3. Výsledky prieskumných prác

3.1. Vrtné práce

V rámci prieskumných prác boli realizované nasledovné jadrové inžinierskogeologické vrty [⇒ tab. č. 6], ktorých dokumentácia je uvedená v ⇒ príl. č. 1.

Tab. č. 6 Realizované inžinierskogeologické vrtý

Lokalita	Označenie vrtu	Hĺbka vrtu (m)
III/2482 Janova Lehota - cesta I/9 (ckm 13,011-13,055)	JL1	6
	JL2	8
III/2486 Piteľová (ckm 0,972-0,988)	PI1	8
	PI2	8
III/2538 Močiar (ckm 8,128-8,283)	MO1	10
	MO2	7

3.2. Vzorkovacie práce

Z realizovaných vrtov boli odobrané nasledovné vzorky zemín a hornín [⇒ tab. č. 7].

Tab. č. 7 Prehľad odobratých vzoriek zemín a hornín

Lokalita	Označenie vrtu	Interval odberu vzorky (m)	Typ vzorky
III/2482 Janova Lehota - cesta I/9 (ckm 13,011-13,055)	JL1	1,8 - 2,0	N
		3,0 - 3,1	N
		4,4 - 4,6	N
		5,5 - 6,0	P
	JL2	1,0 - 1,4	P
		3,0 - 3,5	P
		7,5 - 8,0	P
III/2486 Piteľová (ckm 0,972-0,988)	PI1	1,4 - 1,8	N
		4,1 - 4,4	P
		7,5 - 8,0	P
	PI2	2,5 - 3,0	P
		6,1 - 6,6	P
		7,1 - 7,5	P
III/2538 Močiar (ckm 8,128-8,283)	MO1	1,0 - 1,4	P
		1,6 - 2,1	P
		8,0 - 10,0	S
	MO2	0,7 - 1,2	P
		5,0 - 7,0	S

P – porušená vzorka zeminy, N – neporušená vzorka zeminy, S – vzorka horniny

3.3. Laboratórne práce

Odobraté vzorky zemín a hornín boli spracované v laboratóriu mechaniky zemín fy Terratest, s.r.o. Bratislava v zmysle platnej metodiky. Výsledky rozborov sú uvedené v ⇒ príl. č. 3.

3.4. Meračské práce

Realizované inžinierskogeologické vrtý boli polohopisne a výškopisne zamerané geodetom objednávateľa. Zoznam súradníc a výšok vrtov je uvedený v nasledujúcej ⇒ tab. č. 8.

Tab. č. 8 Zoznam súradníc a výšok realizovaných vrtov

Lokalita	Označenie vrtu	X	Y	Z
III/2482 Janova Lehota - cesta I/9 (ckm 13,011-13,055)	JL1	1 235 727,42	446 825,39	407,07
	JL2	1 235 740,36	446 734,29	407,50
III/2486 Pitelová (ckm 0,972-0,988)	PI1	1 242 854,01	434 729,35	347,74
	PI2	1 242 843,59	434 711,72	349,76
III/2538 Močiar (ckm 8,128-8,283)	MO1	1 249 443,48	435 554,50	701,73
	MO2	1 249 494,45	435 576,18	704,53

3.5. Spôsob likvidácie prieskumných diel

Prieskumné inžinierskogeologické vrtý boli po ich realizácii, dokumentácii a ovzorkovaní zlikvidované zahádzaním odvrátnym materiálom a vrtý v cestnom telese boli zatampónované.

4. Cesta III/2482 Janova Lehota - cesta I/9 (ckm 13,011-13,055)

4.1. Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery

Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery možno charakterizovať na základe dokumentácie realizovaných vrtov JL1 a JL2.

Pod konštrukciou vozovky (hrúbka asfaltu je do 10 cm) sa nachádza aktívna zóna, resp. násyp cesty hrúbky do 1 m. Násyp je tvorený jemnozrnnými zeminami pevnej konzistencie s premenlivým obsahom úlomkov andezitu, pričom zeminy možno podľa STN 72 1001 klasifikovať ako íl piesčité so symbolom CS-Y.

Podložie násypu tvoria deluviálne sedimenty, resp. sedimenty zosuvného delúvia, ktoré sú zastúpené jemnozrnnými zeminami tuhej až pevnej konzistencie s premenlivým obsahom úlomkov andezitov. Pri vyššom obsahu klastickej frakcie zeminy nadobúdajú piesčité až štrkovitý charakter. Podľa STN 72 1001 možno zeminy delúvia klasifikovať ako íl piesčité so symbolom CS, piesok ílovitý so symbolom SC, štrk s prímiesou jemnozrnej zeminy so symbolom G-F až štrk siltovitý so symbolom GM. Štrkovité zeminy sú stredne uľahnuté až uľahnuté. Hrúbka delúvií dosahuje okolo 5 m.

Vo vrte JL2 boli dokumentované zvlhnuté polohy, resp. polohy so zeminami kašovitej konzistencie, čo môže indikovať šmykové plochy. Bazálna šmyková plocha sa ukazuje v úrovni 6 m pod terénom na rozhraní sedimentov delúvia a neogénnych vulkanitov.

Báza kvartérnych sedimentov bola dokumentovaná v úrovni okolo 6 m pod terénom. Predkvartérny podklad tvoria andezity, ktoré boli do hĺbky 8 m dokumentované v zóne rozloženia charakteru zeminy s obsahom úlomkov andezitu. Rozložené andezity majú podľa STN 72 1001 charakter piesku siltovitého so symbolom SM.

Predpokladáme, že pod zónou rozložených andezitov sa nachádza zóna zvetraných až nevetraných hornín, ktoré možno podľa STN 72 1001 klasifikovať ako horniny s veľmi nízkou (R5) až nízkou pevnosťou (R4).

Hladina podzemnej vody vo vrtoch nebola dokumentovaná, miestami sa vo vrtoch nachádzali navlhnuté polohy (indikácia šmykových plôch), ktoré vo vlhkom období môžu predstavovať úroveň hladiny podzemnej vody.

4.2. Geotechnické zhodnotenie

Zeminy v aktívnej zóne vozovky a v násype možno podľa STN 73 6133 klasifikovať ako íl piesčité CS₂, pričom zeminy sú v zmysle STN 73 6133 nevhodné pre podložie vozovky (aktívnu zónu) a nevhodné do násypov. Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín v násypoch uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 9.

Tab. č. 9 *Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín*

Parameter/ symbol	F4/CS
objemová tiaž (kNm ⁻³)	17
uhol vn. trenia efektívny (°)	24
súdržnosť efektívna (kPa)	12
modul deformácie (MPa)	5
Poissonovo číslo ν	0,35
β	0,62

Zatriedenie a vhodnosť deluviálnych sedimentov vrátane zosuvného delúvia pre pozemné komunikácie podľa STN 73 6133 uvádza ⇒ tab. č. 10.

Tab. č. 10 *Zatriedenie a vhodnosť deluviálnych sedimentov*

Symbol zeminy	Vhodnosť pre podložie vozovky (aktívna zóna)	Vhodnosť pre podložie násypu	Vhodnosť do násypu
CS ₂	nevhodná	nevhodná	nevhodná
SC	podmienečne vhodná	vhodná	vhodná
G-F	vhodná	vhodná	vhodná
GM	vhodná	vhodná	vhodná

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti deluviálnych sedimentov uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 11.

Tab. č. 11 *Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti deluviálnych sedimentov*

Parameter/ symbol	F4/CS	S5/SC	G3/G-F, G4/GM
objemová tiaž (kNm ⁻³)	17	17	21
uhol vn. trenia efektívny (°)	24	26	34
súdržnosť efektívna (kPa)	12	10	0
uhol vn. trenia reziduálny (°)	18		
súdržnosť reziduálna (kPa)	5		
modul deformácie (MPa)	5	5	70
Poissonovo číslo ν	0,35	0,35	0,30
β	0,62	0,62	0,74

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti neogénnych vulkanitov uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 12.

Tab. č. 12 *Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti neovulkanitov*

Parameter/ symbol	Rozložené andezity S4/SM	Zvetrané andezity R5	Navetrané andezity R4
objemová tiaž (kNm ⁻³)	18,5	21	22
uhol vn. trenia efektívny (°)	28		
súdržnosť efektívna (kPa)	5		
pevnosť v prostom tlaku (MPa)		3	12
modul deformácie (MPa)	10		
Poissonovo číslo ν	0,30	0,30	0,25
β	0,74		

Z dokumentácie vrtovej je zrejmé, že aktívnu zónu konštrukcie vozovky tvoria podľa STN 73 6133 zeminy nevhodné a pri hrúbke asfaltu do 10 cm je celá konštrukcia vozovky nevyhovujúca.

Násyp cesty je tvorený prevažne zeminami vhodnými. Násyp je založený na deluviálnych sedimentoch v podloží s andezitmi, pričom delúviá tvoria prevažne vhodné podložie pre násyp.

Hladina podzemnej vody vo vrtoch nebola dokumentovaná, miestami sa nachádzali navlhnuté polohy (indikácia šmykových plôch), ktoré vo vlhkom období môžu predstavovať úroveň hladiny podzemnej vody.

Geotechnické riziká:

- ⇒ Vo vrte JL2 boli v deluviálnych sedimentoch dokumentované zavlnuté polohy, resp. polohy so zeminami kašovitej konzistencie, čo môže indikovať šmykové plochy, z uvedeného dôvodu sme zeminy zaradili k zosuvnému delúviu. Bazálna šmyková plocha bola dokumentovaná v úrovni okolo 6 m pod terénom na rozhraní sedimentov kvartéru a neogénnych vulkanitov. Záujmové územie je súčasťou Žiarskej kotliny, ktorá je intenzívne postihnutá svahovými deformáciami, pričom podľa registra svahových deformácií je dotknuté územie postihnuté potenciálnym zosuvom.
- ⇒ Cesta je vedená čiastočne v odreze a čiastočne v násype s dotáciou povrchovej vody do podložia cesty zo svahu odrezu s podmáčaním podložia násypu.
- ⇒ Možný výskyt hladiny podzemnej vody v identifikovaných zavlnutých polohách vo vlhkom období.

Príčinou deformácií vozovky je prítomnosť nevhodných zemín v aktívnej zóne komunikácie a nefunkčné odvodnenie komunikácie. Predmetom rekonštrukcie cesty však nie je sanácia zosuvného územia, keďže svahová deformácia nie je príčinou porušenia vozovky, je však potrebné pri realizácii sanačných opatrení rešpektovať uvedené riziko.

Návrh sanačných opatrení:

- ⇒ Výmena aktívnej zóny hrúbky 0,5 m v kombinácii so separačnou geotextíliou.
- ⇒ Zriadenie pozdĺžneho hĺbkového drénu v päte svahu odrezu, ktorý je potrebné spádovať do navrhovanej kalovej jamy existujúceho rúrového priepustu. Hĺbka drénu min. 0,3 m pod aktívnu zónu.
- ⇒ Zriadenie odvodňovacej priekopy v päte svahu odrezu spádovanej do navrhovanej kalovej jamy existujúceho rúrového priepustu.
- ⇒ Zazubenie nového násypu, nový násyp zriadiť z vhodných štrkovitých zemín.

Vzhľadom na zložité geotechnické pomery, pri realizácii sanácií je potrebné zabezpečiť odborný geotechnický dohľad.

Ťažiteľnosť zemín je nasledovná:

- ⇒ násyp.....tr. 2,
- ⇒ delúvium.....tr. 3.

5. Cesta III/2486 Pitelová (ckm 0,972-0,988)

5.1. Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery

Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery možno charakterizovať na základe dokumentácie realizovaných vrtoch PI1 a PI2.

Pod konštrukciou vozovky (hrúbka asfaltu je do 10 cm) sa nachádza aktívna zóna hrúbky do 0,3 m tvorená makadamom. Aktívna zóna prechádza do násypu, ktorý je tvorený zeminami prevažne pevnej až tvrdej konzistencie, pričom vzhľadom na premenlivý obsah úlomkov andezitu sú tieto zastúpené pestrou škálou jemnozrnných až štrkovitých zemín. Zeminy v násype možno podľa STN 72 1001 klasifikovať ako íl štrkovitý so symbolom CG-Y, silt až íl piesčitý so symbolom MS-Y, CS-Y, piesok siltovitý so symbolom SM-Y, štrk s prímесou jemnozrnnéj zeminy so symbolom G-F-Y a štrk ílovitý so symbolom GC-Y. Mocnosť násypu sa pohybuje medzi 1,5 - 4 m.

Podložie násypu tvoria deluviálne a deluviálno-proluviálne sedimenty, ktoré sú zastúpené jemnozrnnými zeminami tuhej až pevnej konzistencie s premenlivým obsahom úlomkov andezitov. Pri vyššom obsahu klastickej frakcie zeminy nadobúdajú až štrkovitý charakter. Podľa STN 72 1001 možno zeminy delúvia a prolúvia klasifikovať ako íl piesčitý so symbolom CS a štrk ílovitý so symbolom GC. Štrkovité zeminy sú stredne uľahnuté až uľahnuté. Mocnosť delúvií dosahuje okolo 1 m.

Báza kvartérnych sedimentov bola dokumentovaná v úrovni cca 2 - 5,5 m pod terénom. Predkvartérny podklad tvoria zvetrané až navetrané andezity, ktoré sú zastúpené prevažne horninami s veľmi nízkou (R5) až nízkou (R4) pevnosťou. Andezity sú do značnej miery tektonicky porušené a v týchto polohách nadobúdajú charakter jemnozrnných (CG) až štrkovitých (GC) zemín.

Hladina podzemnej vody vo vrtoch nebola dokumentovaná, vo vrtoch však boli dokumentované vlhké polohy, ktoré vo vlhkom období môžu predstavovať úroveň hladiny podzemnej vody.

5.2. Geotechnické zhodnotenie

Zeminy v aktívnej zóne vozovky možno podľa STN 73 6133 klasifikovať ako štrk s prímесou jemnozrnnéj zeminy G-F (makadam), pričom zeminy sú v zmysle STN 73 6133 vhodné pre podložie vozovky (aktívnu zónu).

Zatriedenie a vhodnosť zemín v násype podľa STN 73 6133 uvádza ⇒ tab. č. 13.

Tab. č. 13 Zatriedenie a vhodnosť zemín v násype

Symbol zeminy	Vhodnosť do násypu
MS ₂ , CS ₂	nevhodná
CG	podmienečne vhodná
SM, G-F, GC	vhodná

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín v násypoch uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 14.

Tab. č. 14 Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín

Parameter/ symbol	F3/MS, F4/CS	F2/CG	S4/SM	G3/G-F, G5/GC
objemová tiaž (kNm^{-3})	15,5	18	17	21
uhol vn. trenia efektívny ($^{\circ}$)	25	28	28	34
súdržnosť efektívna (kPa)	5	5	5	0
uhol vn. trenia reziduálny ($^{\circ}$)	20			
súdržnosť reziduálna (kPa)	3			
modul deformácie (MPa)	3	5	5	70
Poissonovo číslo ν	0,35	0,35	0,30	0,30
β	0,62	0,62	0,74	0,74

Zatriedenie a vhodnosť deluviálnych a deluviálno-proluviálnych sedimentov pre pozemné komunikácie podľa STN 73 6133 uvádza nasledujúca \Rightarrow tab. č. 15.

Tab. č. 15 Zatriedenie a vhodnosť deluviálnych a deluviálno-proluviálnych sedimentov

Symbol zeminy	Vhodnosť pre podložie vozovky (aktívna zóna)	Vhodnosť pre podložie násypu	Vhodnosť do násypu
G-F	vhodná	vhodná	vhodná
GC	podmienečne vhodná	vhodná	vhodná

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti deluviálnych a deluviálno-proluviálnych sedimentov uvádza nasledujúca \Rightarrow tab. č. 16.

Tab. č. 16 Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti deluviálnych a deluviálno-proluviálnych sedimentov

Parameter/ symbol	G3/G-F, G5/GC
objemová tiaž (kNm^{-3})	21
uhol vn. trenia efektívny ($^{\circ}$)	32
súdržnosť efektívna (kPa)	0
modul deformácie (MPa)	70
Poissonovo číslo ν	0,30
β	0,74

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti neogénnych vulkanitov uvádza \Rightarrow tab. č. 17.

Tab. č. 17 Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti neovulkanitov

Parameter/ symbol	Zvetrané andezity R5	Navetrané andezity R4
objemová tiaž (kNm^{-3})	21	22
pevnosť v prostom tlaku (MPa)	3	12
Poissonovo číslo ν	0,30	0,25

Z dokumentácie vrtov je zrejmé, že aktívnu zónu konštrukcie vozovky tvoria podľa STN 73 6133 zeminy vhodné, avšak hrúbka aktívnej zóny je nedostatočná a pri hrúbke asfaltu do 10 cm je celá konštrukcia vozovky nevyhovujúca.

Násyp cesty je tvorený pestrou škálou zemín od nevhodných až po vhodné. Násyp je založený na deluviálnych a deluviálno-proluviálnych sedimentoch v podloží s andezitmi, pričom deluviálne a deluviálno-proluviálne sedimenty tvoria prevažne vhodné podložie pre násyp.

Hladina podzemnej vody vo vrtoch nebola dokumentovaná, vo vrtoch však boli dokumentované vlhké polohy, ktoré vo vlhkom období môžu predstavovať úroveň hladiny podzemnej vody.

Geotechnické riziká:

- ⇒ Cesta je vedená čiastočne v odreze a čiastočne v násype s dotáciou povrchovej vody do podložia cesty zo svahu odrezu s podmáčaním podložia násypu.
- ⇒ Násyp je založený na strmom svahu a má nepriaznivý sklon (nestabilita násypu na strmom svahu), násyp je čiastočne zabezpečený oporným múrom, ktorý je poškodený.
- ⇒ Možný výskyt hladiny podzemnej vody v identifikovaných zavlhnutých polohách vo vlhkom období.

Príčinou deformácií vozovky je založenie násypu cesty na strmom svahu s nefunkčným oporným múrom a nedostatočné odvodnenie komunikácie.

Návrh sanačných opatrení:

- ⇒ Výmena aktívnej zóny hrúbky 0,5 m v kombinácii so separačnou geotextíliou.
- ⇒ Zriadenie pozdĺžneho hĺbkového drénu v päte svahu odrezu, ktorý je potrebné spádovať do recipientu (v úseku sa nachádza mostný objekt nad bezmenným potokom). Hĺbka drénu min. 0,3 m pod aktívnu zónu.
- ⇒ Zriadenie odvodňovacej priekopy v päte svahu odrezu spádovanej do recipientu.
- ⇒ Odstránenie existujúceho oporného múru a zabezpečenie násypu novou opornou konštrukciou založenou na skalnom podloží.

Vzhľadom na zložité geotechnické pomery, pri realizácii sanácií je potrebné zabezpečiť odborný geotechnický dohľad.

Ťažiteľnosť zemín a hornín je nasledovná:

- ⇒ násyp.....tr. 3,
- ⇒ delúvium a prolúvium.....tr. 3,
- ⇒ andezitytr. 4-5.

6. Cesta III/2498 Sklené Teplice (ckm 7,969-8,042)

6.1. Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery

Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery možno charakterizovať na základe archívnych podkladov.

Predpokladáme, že pod konštrukciou vozovky (hrúbka asfaltu je odhadom 10 cm) sa nachádza aktívna zóna pravdepodobne z makadamu hrúbky do 0,3 m. Pod aktívnou zónou je násypové teleso, ktoré podľa STN 72 1001 možno klasifikovať ako silt štrkovitý so symbolom MG-Y až silt piesčitý so symbolom MS-Y. Mocnosť násypu je do 2 m.

Predpokladáme, že podložie násypu tvoria fluvialne sedimenty, ktoré sú zastúpené štrkovitými zeminami s obsahom úlomkov andezitov, ktoré podľa STN 72 1001 možno klasifikovať ako štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy so symbolom G-F až štrk siltovitý so symbolom GM.

Bázu kvartérnych sedimentov predpokladáme v úrovni okolo 6 m pod terénom. Predkvartérny podklad tvoria zvetrané až navetrané andezity, ktoré sú zastúpené prevažne horninami s veľmi nízkou (R5) až nízkou (R4) pevnosťou. Horniny sú lokálne tektonicky porušené a v týchto polohách nadobúdajú charakter jemnozrnných (CG) až štrkovitých (GC) zemín.

Hladinu podzemnej vody predpokladáme v úrovni hladiny vody v povrchovom toku Teplá a to okolo 2 m pod terénom.

6.2. Geotechnické zhodnotenie

Zeminy predpokladané v aktívnej zóne vozovky a v násype možno podľa STN 73 6133 klasifikovať ako silt piesčitý MS₁ až silt štrkovitý MG, pričom zeminy sú v zmysle STN 73 6133 vhodné až podmienene vhodné pre podložie vozovky (aktívnu zónu) a vhodné až podmienene vhodné do násypov.

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín v násypoch uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 18.

Tab. č. 18 *Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín*

Parameter/ symbol	F1/MG, F3/MS
objemová tiaž (kNm ⁻³)	17,5
uhol vn. trenia efektívny (°)	25
súdržnosť efektívna (kPa)	5
modul deformácie (MPa)	5
Poissonovo číslo ν	0,35
β	0,62

Zatriedenie a vhodnosť fluviálnych sedimentov pre pozemné komunikácie podľa STN 73 6133 uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 19.

Tab. č. 19 *Zatriedenie a vhodnosť fluviálnych sedimentov*

Symbol zeminy	Vhodnosť pre podložie vozovky (aktívna zóna)	Vhodnosť pre podložie násypu	Vhodnosť do násypu
G-F, GM	vhodná	vhodná	vhodná

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti fluviálnych sedimentov uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 20.

Tab. č. 20 *Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti fluviálnych sedimentov*

Parameter/ symbol	G3/G-F, G4/GM
objemová tiaž (kNm ⁻³)	21
uhol vn. trenia efektívny (°)	32
súdržnosť efektívna (kPa)	0
modul deformácie (MPa)	70
Poissonovo číslo ν	0,30
β	0,74

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti neogénnych vulkanitov uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 21.

Tab. č. 21 *Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti neovulkanitov*

Parameter/ symbol	Zvetrané andezity R5	Navetrané andezity R4
objemová tiaž (kNm ⁻³)	21	22
pevnosť v prostom tlaku (MPa)	3	12
Poissonovo číslo ν	0,30	0,25

Z archívnych podkladov predpokladáme, že aktívnu zónu konštrukcie vozovky tvoria podľa STN 73 6133 zeminy vhodné až podmienenčne vhodné.

Násyp cesty predpokladáme, že je tvorený zeminami vhodnými. Násyp je založený na fluviálnych sedimentoch v podloží s andezitmi, pričom fluviálne sedimenty tvoria vhodné podložie pre násyp.

Hladinu podzemnej vody predpokladáme v úrovni hladiny vody v povrchovom toku Teplá a to okolo 2 m pod terénom.

Geotechnické riziká:

- ⇒ Cesta je vedená v násype, ktorý je zo strany toku Teplá zabezpečený oporným múrom, avšak tento vykazuje poruchy vplyvom eróznej činnosti toku, čo sa prejavuje na deformáciách zemného telesa a poruchách vozovky.

Predpokladanou príčinou deformácií vozovky a zemného telesa cesty je vodnou eróziou deformovaný a poškodený oporný múr.

Návrh sanačných opatrení:

- ⇒ Odstránenie existujúceho oporného múru a zabezpečenie násypu novou opornou konštrukciou založenou na fluviálnych štrkoch.

Vzhľadom na to, že pri návrhu sanačných opatrení sme vychádzali z predpokladaných geotechnických pomerov, pri realizácii sanácií je potrebné zabezpečiť odborný geotechnický dohľad.

Ťažiteľnosť zemín je nasledovná:

- ⇒ násyptr. 3,
- ⇒ fluviálne náplavy pod hladinou vodytr. 4.

7. Cesta III/2538 Močiar (ckm 8,128-8,283)

7.1. Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery

Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery možno charakterizovať na základe dokumentácie realizovaných vrtov MO1 a MO2.

Pod konštrukciou vozovky (hrúbka asfaltu je do 10 cm) sa nachádza aktívna zóna hrúbky do 0,4 m tvorená makadamom, ktorý podľa STN 72 1001 možno klasifikovať ako štrk siltovitý so symbolom GM-Y. Aktívna zóna prechádza do násypu, ktorý je tvorený štrkovitými zeminami a ktoré možno podľa STN 72 1001 klasifikovať ako štrk ílovitý so symbolom GC-Y. Mocnosť násypu je do 1 m.

Podložie násypu tvoria deluviálne sedimenty, ktoré sú zastúpené jemnozrnnými zeminami pevnej konzistencie s obsahom úlomkov andezitov. Podľa STN 72 1001 možno zeminy delúvia klasifikovať ako silt piesčitý so symbolom MS. Mocnosť delúvií dosahuje okolo 1 m.

Báza kvartérnych sedimentov bola dokumentovaná v úrovni okolo 1,2 m pod terénom. Predkvartérny podklad tvoria zvetrané až navetrané tufity a andezity, ktoré sú zastúpené prevažne horninami s veľmi nízkou (R5) až nízkou (R4) pevnosťou. Horniny sú lokálne tektonicky porušené a v týchto polohách nadobúdajú charakter jemnozrnných (CG) až štrkovitých (GC) zemín.

Hladina podzemnej vody vo vrtoch nebola dokumentovaná.

7.2. Geotechnické zhodnotenie

Zeminy v aktívnej zóne vozovky a v násype možno podľa STN 73 6133 klasifikovať ako štrk siltovitý GM až štrk ílovitý GC, pričom zeminy sú v zmysle STN 73 6133 podmienene vhodné až vhodné pre podložie vozovky (aktívnu zónu) a vhodné do násypov.

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín v násype uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 22.

Tab. č. 22 *Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín*

Parameter/ symbol	G4/GM, G5/GC
objemová tiaž (kNm^{-3})	21
uhol vn. trenia efektívny ($^{\circ}$)	32
súdržnosť efektívna (kPa)	5
modul deformácie (MPa)	70
Poissonovo číslo ν	0,30
β	0,74

Zatriedenie a vhodnosť deluviálnych sedimentov pre pozemné komunikácie podľa STN 73 6133 uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 23.

Tab. č. 23 *Zatriedenie a vhodnosť deluviálnych sedimentov*

Symbol zeminy	Vhodnosť pre podložie vozovky (aktívna zóna)	Vhodnosť pre podložie násypu	Vhodnosť do násypu
MS ₂	nevhodná	nevhodná	nevhodná

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti deluviálnych sedimentov uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 24.

Tab. č. 24 *Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti deluviálnych sedimentov*

Parameter/ symbol	F3/MS
objemová tiaž (kNm^{-3})	17
uhol vn. trenia efektívny ($^{\circ}$)	25
súdržnosť efektívna (kPa)	5
modul deformácie (MPa)	5
Poissonovo číslo ν	0,35
β	0,62

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti neogénnych vulkanitov uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 25.

Tab. č. 25 *Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti neovulkanitov*

Parameter/ symbol	Rozložené tufity S4/SM	Zvetrané tufity a andezity R5	Navetrané tufity a andezity R4
objemová tiaž (kNm^{-3})	18,5	21	22
uhol vn. trenia efektívny ($^{\circ}$)	28		
súdržnosť efektívna (kPa)	5		
pevnosť v prostom tlaku (MPa)		3	12
modul deformácie (MPa)	10		
Poissonovo číslo ν	0,30	0,30	0,25
β	0,74		

Z dokumentácie vrtov je zrejmé, že aktívnu zónu konštrukcie vozovky tvoria podľa STN 73 6133 zeminy podmiennečne vhodné až vhodné, avšak hrúbka aktívnej zóny je nedostatočná a pri hrúbke asfaltu do 10 cm je celá konštrukcia vozovky nevyhovujúca.

Násyp cesty je tvorený zeminami vhodnými. Násyp je založený na deluviálnych sedimentoch v podloží s tufitmi a andezitmi, pričom deluviálne sedimenty tvoria nevhodné podložie pre násyp.

Hladina podzemnej vody vo vrtach nebola dokumentovaná.

Geotechnické riziká:

- ⇒ Cesta je vedená čiastočne v odreze a čiastočne v násype s dotáciou povrchovej vody do podložia cesty zo svahu odrezu s podmáčaním podložia násypu.
- ⇒ Násyp je založený na nevhodných zeminách pre podložie násypov a na strmom svahu, pričom má aj nepriaznivý sklon (nestabilita násypu na strmom svahu).

Príčinou deformácií vozovky je založenie násypu cesty na strmom svahu a nedostatočné odvodnenie komunikácie.

Návrh sanačných opatrení:

- ⇒ Výmena aktívnej zóny hrúbky 0,5 m v kombinácii so separačnou geotextíliou.
- ⇒ Zriadenie pozdĺžneho hĺbkového drénu v päte svahu odrezu, ktorý je potrebné spádovať do navrhovanej ukladňovacej nádrže existujúceho priepustu. Hĺbka drénu min. 0,3 m pod aktívnu zónu.
- ⇒ Zriadenie odvodňovacej priekopy v päte svahu odrezu spádovanej do navrhovanej ukladňovacej nádrže existujúceho priepustu
- ⇒ Zabezpečenie násypu novou opornou konštrukciou založenou na skalnom podloží.

Vzhľadom na zložité geotechnické pomery, pri realizácii sanácií je potrebné zabezpečiť odborný geotechnický dohľad.

Ťažiteľnosť zemín a hornín je nasledovná:

- ⇒ násyptr. 3,
- ⇒ delúvium a prolúviumtr. 3,
- ⇒ tufity a andezitytr. 4-5.

8. Cesta III/2535 Banská Štiavnica, ul. Obrancov mieru (ckm 1,161-1,221)

8.1. Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery

Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery možno charakterizovať na základe archívnych podkladov.

Predpokladáme, že pod konštrukciou vozovky (hrúbka asfaltu je odhadom do 10 cm) sa nachádza aktívna zóna a násyp tvorené makadamom hrúbky do 1 m, ktorý podľa STN 72 1001 možno klasifikovať štrk ílovitý so symbolom GC-Y.

Predpokladáme, že podložie aktívnej zóny a násypu tvoria polygenetické a deluviálne sedimenty, ktoré sú zastúpené jemnozrnnými až štrkovitými zeminami

s obsahom úlomkov andezitov, ktoré podľa STN 72 1001 možno klasifikovať ako íl s nízkou až strednou plasticitou so symbolom CL, CI a štrk ílovitý so symbolom GC.

Bázu kvartérnych sedimentov predpokladáme v úrovni okolo 6 m pod terénom. Predkvartérny podklad tvoria zvetrané až navetrané tufity a andezity, ktoré sú zastúpené prevažne horninami s veľmi nízkou (R5) až nízkou (R4) pevnosťou. V zóne rozloženia sa vyskytujú tufity charakteru zemín, ktoré možno klasifikovať podľa STN 72 1001 ako piesok siltovitý so symbolom SM. Horniny sú lokálne tektonicky porušené a v týchto polohách nadobúdajú charakter jemnozrnných (CG) až štrkovitých (GC) zemín.

Hladinu podzemnej vody nepredpokladáme.

8.2. Geotechnické zhodnotenie

Zeminy predpokladané v aktívnej zóne vozovky a v násype možno podľa STN 73 6133 klasifikovať ako štrk ílovitý GC, pričom zeminy sú v zmysle STN 73 6133 podmiennečne vhodné pre podložie vozovky (aktívnu zónu) a vhodné do násypu.

Podložie násypu tvoria polygenetické a deluviálne sedimenty, ktoré sú podmiennečne vhodné až vhodné pre podložie násypu. Polygenetické a deluviálne sedimenty prechádzajú na tufity a andezity.

Zatriedenie a vhodnosť polygenetických a deluviálnych sedimentov pre pozemné komunikácie podľa STN 73 6133 uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 26.

Tab. č. 26 Zatriedenie a vhodnosť polygenetických a deluviálnych sedimentov

Symbol zeminy	Vhodnosť pre podložie vozovky (aktívna zóna)	Vhodnosť pre podložie násypu	Vhodnosť do násypu
CL, CI	nevhodná	podmiennečne vhodná	podmiennečne vhodná
GC	podmiennečne vhodná	vhodná	vhodná

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti polygenetických a deluviálnych sedimentov uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 27.

Tab. č. 27 Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti polygenetických a deluviálnych sedimentov

Parameter/ symbol	CL/F5, CI/F6	G5/GC
objemová tiaž (kNm^{-3})	18	21
uhol vn. trenia efektívny ($^{\circ}$)	20	34
súdržnosť efektívna (kPa)	15	0
modul deformácie (MPa)	3	70
Poissonovo číslo ν	0,40	0,30
β	0,47	0,74

Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti neogénnych vulkanitov uvádza nasledujúca ⇒ tab. č. 28.

Tab. č. 28 Odporúčané fyzikálno-mechanické vlastnosti neovulkanitov

Parameter/ symbol	Rozložené tufity S4/SM	Zvetrané tufity a andezity R5	Navetrané tufity a andezity R4
objemová tiaž (kNm^{-3})	18,5	21	22
uhol vn. trenia efektívny ($^{\circ}$)	28		
súdržnosť efektívna (kPa)	5		
pevnosť v prostom tlaku (MPa)		3	12
modul deformácie (MPa)	10		
Poissonovo číslo ν	0,30	0,30	0,25
β	0,74		

Z archívnych podkladov predpokladáme, že aktívnu zónu konštrukcie vozovky tvoria podľa STN 73 6133 zeminy podmiennečne vhodné, avšak hrúbka aktívnej zóny je nedostatočná, pričom jej podložie tvoria zeminy nevhodné až podmiennečne vhodné pre aktívnu zónu. Možno konštatovať, že pri hrúbke asfaltu do 10 cm je celá konštrukcia vozovky nevyhovujúca.

Hladinu podzemnej vody v dosahu aktívnej zóny nepredpokladáme.

Geotechnické riziká:

- ⇒ Cesta je vedená čiastočne na teréne a čiastočne v násype s dotáciou povrchovej vody s podmáčaním aktívnej zóny.

Príčinou deformácií vozovky je prítomnosť podmiennečne vhodných až nevhodných zemín pod nedostatočne hrubou aktívnou zónou komunikácie a nefunkčné odvodnenie komunikácie.

Návrh sanačných opatrení:

- ⇒ Výmena aktívnej zóny hrúbky 0,5 m v kombinácii so separačnou geotextíliou.
- ⇒ Zriadenie odvodnenia vozovky.
- ⇒ Pri rozširovaní násypu realizovať zazubenie a nový násyp zriadiť z vhodných štrkovitých zemín.

Vzhľadom na to, že pri návrhu sanačných opatrení sme vychádzali z predpokladaných geotechnických pomerov, pri realizácii sanácií je potrebné zabezpečiť odborný geotechnický dohľad.

Ťažiteľnosť zemín je nasledovná:

- ⇒ násyptr. 3,
- ⇒ polygenetické sedimentytr. 2.

9. Údaje o uložení geologickej dokumentácie

Prvotná a súhrnná geologická dokumentácia je uložená v sídle spoločnosti GEOSPEKTRUM s.r.o., Mliekárenská 10, 821 09 Bratislava, v zmysle § 35 vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z.z.

10. Zoznam použitej literatúry

- Čepčková, E., Faško, P., Hlavatá, H., Jančovičová, Ľ., Kajaba, P., Labudová, L., Mikulová, K., Pecho, J., Pribullová, A., Šťastný, P., & Tomková, M. (2016). *Klimatologické normály na Slovensku za obdobie 1981-2010*. SHMÚ Bratislava, 216 s.
- Horecká, V., & Valovič, Š. (1991). in *Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu Bratislava 33/I*. SHMÚ Bratislava.
- Kočický, D., & Ivanič, B. (2011). *Geomorfologické členenie Slovenska [online]*. Dostupné na internete: <http://apl.geology.sk/tmapy>; ŠGÚDŠ Bratislava.

- Konečný, V., Lexa, J., Halouzka, R., Dublan, L., Šimon, L., Stolár, M., Nagy, A., Polák, M., Vozár, J., Havrila, M., & Pristaš, J. (1998). *Geologická mapa regiónu Štiavnických vrchov a Pohronskeho Inovca. Regionálne geologické mapy Slovenska v mierke 1:50 000*. GSSR Bratislava.
- Lapin, M., Faško, P., Melo, M., Šťastný, P., & Tomlain, J. (2002). *Klimatické oblasti in Atlas krajiny Slovenskej republiky*. MŽP SR Bratislava, SAŽP Banská Bystrica, 344 s.
- Lexa, J., Halouzka, R., & Havrila, M. (1998). *Geologická mapa Kremnických vrchov. Regionálne geologické mapy Slovenska v mierke 1:50 000*. GSSR Bratislava.
- Mazúr, E., & Lukniš, M. (1986). *Geomorfologické členenie SSR a ČSSR, časť Slovensko in Atlas krajiny Slovenskej republiky (2002)*. Slovenská kartografia.
- Petrovič, Š., & Šoltýs, J. (1991). *in Zborník prác Slovenského hydrometeorologického ústavu Bratislava 33/I*. SHMÚ Bratislava.
- Šuba, J., Bujalka, P., Cibulka, L., Frankovič, J., Hanzel, V., Kullman, E., Porubský, A., Pospíšil, P., Škvarka, L., Šubová, A., Tkáčik, P., & Zakovič, M. (1984). *Hydrogeologická rajonizácia Slovenska, 2. vydanie*. SHMÚ Bratislava, 310 s.
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Krystek, I., Köhler, E., Lexa, J., Nemčok, J., Růžicka, M., & Vaškovský, I. (1988). *Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR. Mapa 1:500 000*. GÚDŠ Bratislava.