



Názov geologickej úlohy: **Sanácia telesa cesty II/584 v ckm 59,138 – 59,213 v intraviláne obce Demänovská Dolina**

Číslo geologickej úlohy: **27 - 2020**

Číslo pridelené Geofondom: **812/2020**

Objednávateľ geologických prác: **Správa ciest Žilinského samosprávneho kraja
M. Rázusa 104,
01001 Žilina**

Zhotoviteľ geologických prác: **GEOTECHNIK SK, s.r.o.
Západná 11
01004 Žilina
Obchodný register Okresného súdu Žilina, oddiel:Sro,
vložka č: 16386/L**

Druh geologických prác: **inžinierskogeologický prieskum**

Počet exemplárov: **4**

Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy: **RNDr. Peter Fekeč,
Preukaz odbornej spôsobilosti vydaný MŽP, č. 57/2018**

Štatutárny orgán zhotoviteľa geologických prác: **Ing. Boris Vrábel, PhD. - Geotechnik Sk, s.r.o.**

Dátum vyhotovenia: **október-november 2020**

Rozdeľovník.

3 x v papierovej forme, potvrdený opečiatkovaný originál:

Správa ciest Žilinského samosprávneho kraja, M. Rázusa 104, 01001 Žilina,

1 x v digitálnej forme,

Archív firmy Geotechnik Sk, s.r.o., Západná 11, 01004 Žilina

1 x v papierovej a digitálnej forme, pdf, alebo dwg:

Geofond, ŠGÚDŠ

O B S A H

1. ÚVOD	2
1.1. Identifikácia územia	2
1.2. Cieľ geologickej úlohy	2
1.3. Preskúmanosť územia	2
2. PRÍRODNÉ POMERY – STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA	3
2.1. Geomorfologické pomery	3
2.2. Geologické pomery	5
2.3. Hydrogeologické pomery	7
2.4. Klimatické pomery	9
2.5. Seizmicita územia	10
3. POSTUP RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY	11
3.1. Metodika, postup a časová nadväznosť realizovaných prác	11
3.2. Terénne, vzorkovacie a laboratórne práce	11
3.3. Geodetické činnosti	11
3.4. Dynamické penetračné sondy	11
3.4.1. Metodika skúšok a ich vyhodnotenie	12
3.5. Geologické činnosti	13
4. VÝSLEDKY RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY	13
4.1. Dokumentácia vlastných prieskumných diel	13
5. INŽINIERSKOGEOLOGICKÉ POMERY – VÝSLEDKY	17
5.1. Geologické pomery a geotechnické vlastnosti zemín a hornín	17
5.2. Ťažiteľnosť zemín	18
5.3. Vhodnosť zemín pre pozemné komunikácie	19
6. ZÁVER	20
7. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	21

Prílohy

1. Situácia prieskumných diel $M = 1 : 1000$
2. Grafická interpretácia IG rezu $M=1:100$ (VDC-1, VDC-2)
3. Grafická interpretácia dynamickej penetračnej sondy
4. Výsledky laboratórnych geotechnických skúšok zemín
5. Fotodokumentácia

1. Úvod

Inžinierskogeologický prieskum je vypracovaný na základe zmluvy medzi Správa ciest Žilinského samosprávneho kraja, M. Rázusa 104, 01001 Žilina a spoločnosťou Geotechnik Sk, s.r.o., Západná 11, 01004 Žilina.

Realizácia a vyhodnotenie geologických prác v záverečnej správe sa vykonali v súlade so zákonom č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov, vyhláškou MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov a podľa smernice MŽP SR č. 2/2000 o zásadách spracovania a odovzdávania úloh a projektov v Geografickom informačnom systéme

1.1. Identifikácia územia

Katastrálne územie:	Demänovská Dolina
Okres:	Liptovský Mikuláš
Kraj:	Žilinský
Hydrologické číslo povodia:	4-21-02-028, 4-21-02-029, 4-21-02-030
Vodovod:	Skupinový vodovod Liptovský Mikuláš
Prevádzkovateľ:	Liptovská vodárenská spoločnosť a.s. Liptovský Mikuláš
Hydrogeologický rajón:	MG 017 Mezozoikum a kryštalikum SZ svahov Nízkyh Tatier

1.2. Cieľ geologickej úlohy

Cieľom geologickej úlohy bolo realizovať orientačný inžinierskogeologický prieskum, v rámci ktorého bolo potrebné zistiť inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery skúmaného územia. Overiť vrtnými prácami litológiu sedimentov a laboratórnymi prácami overiť fyzikálno-mechanické parametre zemín, dynamickou penetračnou sondou overiť uľahnutosť nesúdržných sedimentov a o orientačne konzistenčné medze súdržných zemín. V skúmanom prosile..

V tejto etape doplnkového inžinierskogeologického prieskumu bolo realizované:

- inžinierskogeologický vrt (2 ks – 14 m),
- laboratórne práce: fyzikálne parametre zemín (4 skúšky – porušené vzorky),
- dynamická penetračná sonda 1ks – 6,0 m
- počas realizácie geologických prác bol vykonávaný sled a riadenie geologických prác geológom, zodpovedným riešiteľom úlohy

1.3. Preskúmanosť územia

Podkladom pre vypracovanie inžinierskogeologického prieskumu je dokumentácia k žiadosti na určenie ochranného pásma podľa Vyhlášky MŽP SR č.29/2005. Dokumentácia sa týka úlohy Demänovská Dolina, návrh ochranných pásiem vodárenských zdrojov, z roku 2014. (HES-COMGEO spol. s r.o. Kostiviarska cesta 4, 974 01 Banská Bystrica, Auxt. A.),.

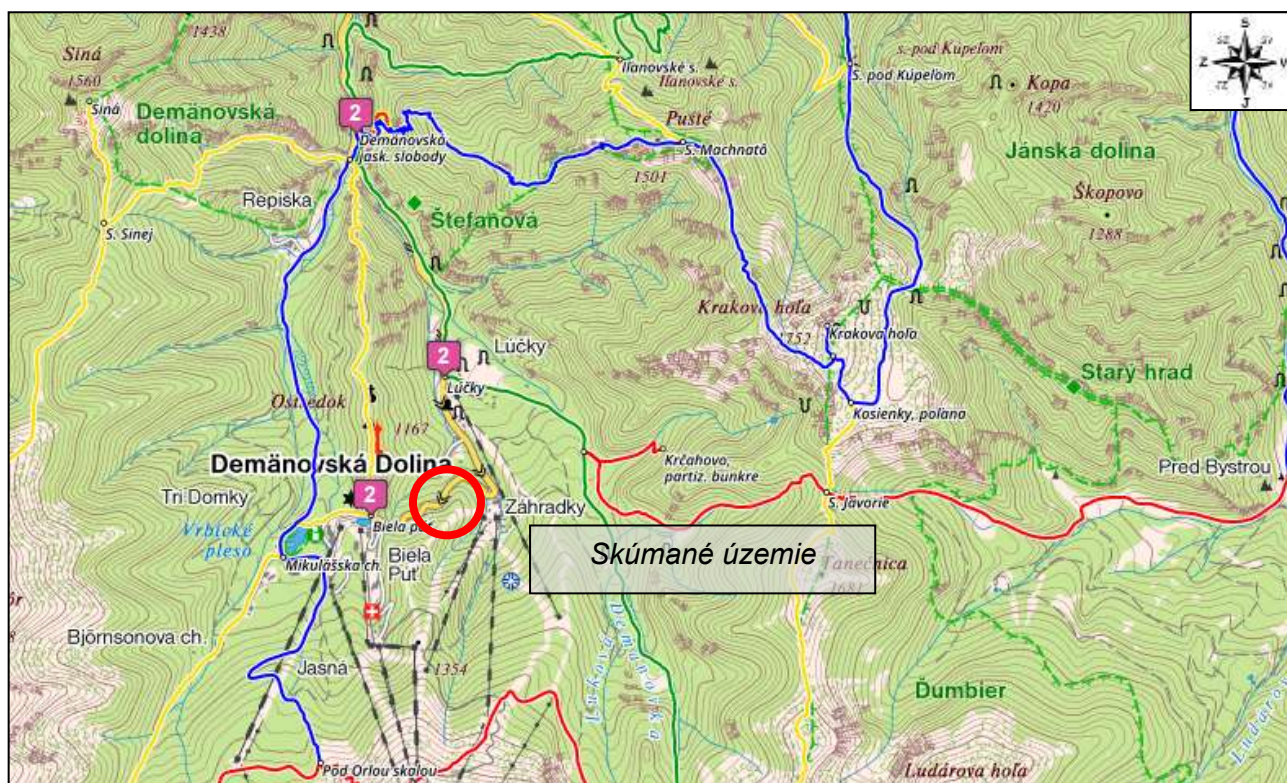
Ďalej inžinierskogeologický prieskum v širšom okolí:

- Fekeč, P., 2017: Súbor stavieb – rekreačné objekty K4.1-5, K4.1-16, K4.1-18, K4.1-19, K4.1-21, Strachan Lúčky, Demänovská dolina
- Šustek, M. 2016: Demänovská Dolina – lokalita K4, orientačný IGP

- Jezný, M. 2009: Demänovská dolina – stožiar, orientačný IGP
Rybáriková, R. 1998: Demänovská dolina – chata SEZ – Lúčky, podrobný IGP
Hraško, L. a kol., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000, list 36-214 (Demänovská dolina-4), čiastková záverečná správa, Názov štátnej úlohy: Regionálny geologický výskum SSR, II. etapa. Názov čiastkovej úlohy: Geologické mapy topografických listov 1:25 000 a regionálne geologické mapy 1:50 000. Doba riešenia: 1981-1983.
Matejček, A. a kol. 1980: Demänovská dolina – hotel B, predbežný IGP

2. Prírodné pomery – stručná charakteristika

Skúmané územie sa nachádza v Liptovskom Mikuláši, topograficky je znázornená na mapovom liste 36-21-09, M = 1 : 25 000, kraj: Žilinský kraj [kód kraja:500], okres: Liptovský Mikuláš [kód okresu: 505], obec: Demänovská dolina [kód obce: 510386].



Obr. 1 Prehľadná situácia skúmaného územia, M = 1 : 50 000. (zdroj: www.hiking.sk)

2.1. Geomorfologické pomery

Záujmové územie patrí podľa regionálneho geomorfologického členenia SR (Mazúr - Lukniš, 1980) do Alpsko-himalájskej sústavy, podsústavy Karpaty, provincie Západných Karpát, subprovincie Vnútné Západné Karpaty, Fatransko-tatranskej oblasti, celku Nízke Tatry.

Severné obmedzenie Demänovskej doliny tvorí styk pohoria s Liptovskou kotlinou a južné prebieha hlavným hrebeňom od kóty Poľana (1884 m) na západe cez Dereše (2003 m), Chopok (2024

m) až po Krúpovu hoľu (1927 m) na východe. Východná hranica sa tiahne bočným hrebeňom vybiehajúcim z Krúpovej hole cez kóty Prašivá, Tanečnica a Krakova hoľa. Táto časť hrebeňa oddeľuje Demänovskú dolinu od Jánskej doliny. Ďalej sa hrebeň stáča cez Pusté a Maguru do Liptovskej kotliny. Západné ohraničenie vybieha od kóty Poľana cez Bôr, Repiská, Sinú na kótu Na jame.

Dynamika reliéfu Nízkych Tatier predstavuje výškové rozpätie 360 - 2043 metrov s najvyššími bodmi Ďumbier (2043 m n.m.) a Chopok (2 024 m n.m.). Pohorie Nízke Tatry je charakteristické existenciou elevácií, depresí a príkrovov s povahou klenbohráste vytvorenej počas terciérnych pohybov.

Geomorfologicky sa Nízke Tatry členia na podcelky – Kráľovohoľské a Ďumbierske Tatry, ktoré oddeľuje sedlo Čertovica. Prieskumné územie sa nachádza v Ďumbierskych Tatrách, ktoré sa členia na oddiely: Ďumbier, Prašivá, Lúžňanská kotlina, Salatíny a Demänovské vrchy. Do oddielu Ďumbiera a Prašivej patria vrcholové časti a časť severných svahov a rázsoch, ktoré sú budované tatrikom (granodiority a kremence). Lúžňanská kotlina je z tatrika vyčlenená pre osobitý geomorfologický tvar, podmienený prítomnosťou menej odolných hornín (spodnotriasové bridlice).

Rozmanitosť v geologickej stavbe sa odráža v morfológii terénu a v priečnom profile dolín. Podľa súboru vlastností, ktorými horniny reagujú na procesy rozrušovania, možno ich rozdeliť do niekoľkých skupín. Oblasť Ďumbiera, tvorená tatrikom, sa vyznačuje hôľným až glaciálnohôľným reliéfom s bralným a hladkým povrchom. Vzhľadom na výškovú exponovanosť je územie silne postihnuté mrazovým zvetrávaním a gravitačnými pohybmi. Zreteľné stopy v reliéfe zanechalo pleistocénne zaľadnenie. Tento prírodný úkaz zasiahol viac východnú časť Ďumbierskych Nízkych Tatier, oblasť Ďumbiera – Chabenca, ako západnú. Dôsledkom zaľadnenia je existencia kotlov, karov a glacifluviálnych sedimentov, napr. na Lúčkach v Demänovskej doline. Dná dolín v tatriku sú ploché, svahy sú hladko modelované.

Osobitnú skupinu tvoria karbonáty chočského, krížňanského príkrovu a série Červenej Magury. Reliéf je hlboko až extrémne ostro rezaný, vznikajú hlboké kanoňovité údolia, prechádzajúce do tiesňav - Demänovská dolina. Svahy dolín sú strmé, často rozčlenené do brál. Pre príbuzné vlastnosti do tejto skupiny patrí aj bazálna litofácia paleogénu. Typickým znakom pre karbonáty je výskyt krasových javov.

Morfologický ráz krajiny dopĺňajú tvary akumuláčného pôvodu – riečne terasy, ktoré môžu mať aj erózný pôvod, dejekčné a suťové kužele, sute, kamenné moria. Terasy a kužele sa vyvinuli aj pozdĺž toku Demänovka. Ostatné akumuláčné formy sa často vyskytujú v oblastiach budovaných tatrikom a karbonátmi.

Záujmové územie je z prevažnej časti budované kryštalickými horninami tatrika, na ktorom sa vplyvom exogénnych vplyvov počas glaciálnych zaľadnení vyvinul recentný eróznodenučiaci typ reliéfu. Samotná lokalita Lúčky predstavuje **glaciofluviálnu plošinu**, ktorá sa nachádza medzi južnou kryštalicou a severnejšou vápencovo-dolomitickou časťou.

Homoľovité vrcholy v granitoidnej časti územia prechádzajú v strmé vežovité bralá vápencovo-dolomitických komplexov. Na rozdiel od územia budovaného horninami kryštalínika, kde sú viditeľné stopy po glaciálnej erózii, vápencovo-dolomitová časť má charakter hlbokého a úzkeho kaňonu so strmými zrázmi bralných stien krasového pahorkatinového typu reliéfu. Počas svojho vývoja bola tvarovaná tokom Demänovka, v ktorom sa vyvinuli vplyvom vodnej činnosti podzemné krasové formy.

2.2. Geologické pomery

Zložitú stavbu Nízkych Tatier tvorí sústava triasových tektonických jednotiek (príkrovov a príkrovových šupín) a terciérnych megaantiklinál a megasynklinál a klenbohrástí, ktoré môžeme priradiť k trom základným tektonickým jednotkám – tatriku, veporiku a hroniku

Záujmové územie sa nachádza v pohorí Nízkych Tatier, ktoré patria do regiónu jadrových pohorí. Ich ústredná a južná časť je tvorená hlavne predalpínskymi kryštalickými bridlicami a granitoidmi, severné svahy hlavne mladopaleozoickými a mezozoickými litostratigrafickými jednotkami.

Podľa geologickej mapy Nízkych Tatier M 1 : 50 000 celé záujmové územie patrí do podcelku Ďumbierskych Tatier. Tie sú tvorené tektonickými jednotkami **tatrika**, predstavujú najhlbšiu formáciu, budovanú prevažne kryštalickými bridlicami a granitoidmi (Biely, A. et al., 1992) s fragmentmi sedimentárnych obalových vrstiev hlboko zavrásnených do jadra kryštalinika. Nad tatrikom, v západnej a severnej časti, ležia mezozoické súbory **veporika** krížňanského príkrovu, sekvencie zliechovskej v západnej časti a iľanovskej vo východnej časti. Z troch čiastkových príkrovov **hronika** vyvinutých na severných svahoch Nízkych Tatier v podcelku Ďumbierske Tatry, dominuje zložito zvrásnený najvyšší čiastkový príkrov charakterizovaný triasom bielovážskej faciálnej oblasti. Dva spodnejšie príkrovy hronika sú zastúpené východne od Jánskej doliny.

Z kvartérnych sedimentov sa v území nachádzajú pleistocénne a holocénne fluválne, proluviálne, glaciálne a glaci-fluviálne sedimenty.

Geologické pomery v oblasti Lúčok boli podrobnejšie preskúmané v rámci úlohy Doplnkový hydrogeologický prieskum ramsarskej lokality – jaskyne Demänovskej doliny (Auxt A. a kol., 2012) s nasledovnými výsledkami : Záujmové územie (územie širšieho okolia vrtov V-1 – V-3) je situované v hornom úseku Demänovskej doliny v miestnej časti Lúčky. Rozšírená časť doliny pred vstupom Demänovky do prelomového úseku predstavuje pôvodnú erózo-denulačnú zníženinu trojuholníkového tvaru medzi samotným uvedeným tokom a jeho ľavostranným prítokom, pritekajúcim z miestnej časti Záhradky (Priečný potok).

Kvartér

Pomezozoickú sedimentárnu výplň zníženiny tvoria výhradne sedimenty kvartéru. Ide prevažne o mladšie vrchnopleistocénne glaciálne a glaci-fluviálne uloženiny stredného a mladého štádiu würmu a postglaciálne (holocénne) fluválne uloženiny aluviálneho krytu bezprostredného okolia súčasných horských tokov. Okrem uvedených dominantných genotypov sa na prilahlých svahoch masívu Ostredku (1167 m n. m.) a svahoch východnej rázsochy Krakovej hole (1752 m n. m.) vyskytujú deluviálne sedimenty v podobe ospyvých kužeľov a iných svahovín a sutín. Rovnako povrch samotných glacienných a glaci-fluviálnych uloženín je poznačený deluviálno-soliflukčnými procesmi, čo spôsobilo ich čiastočnú postgenetickú redepozíciu v tejto časti.

Glaciálne sedimenty sú reprezentované dvoma štadiálmi čelnej a ablačnej (ústupovej) morény zdvojeného ľadovca, pochádzajúceho z trógov Lukovej a Širokej doliny s karmi pod hlavným hrebeňom v úseku Chopok (2024 m n. m.) – Krúpova hoľa (1922 m n. m.). Postgeneticky čiastočne erodované morény majú zachovaný pôvodný tvar len v náznakoch. Väčšinou sú druhotne segmentované tokom Demänovky ako aj jej prítokmi.

Materiál morén je prevažne hruboklastický, balvanovito-blokovitý s opracovanými i neopracovanými úlomkami hornín rôznych veľkostí, nevytriedený a chaoticky uložený. Priestor medzi blokmi je vyplnený stredno- až hrubozrnným pieskom s občasnými zónami jemnejších pieskov až siltov, deponovaných v lokálnych zníženiach na povrchu jednotlivých čiastkových úrovní pri

vytápaní z ľadovca. Koncové jazyky morén sú neskoršími tokmi i gravitačne rozvlečené do nižších polôh a pozvoľna prechádzajú do glacifluviálov. Sedimenty morénových valov sú výrazne zvodnené.

Glacifluviálne sedimenty priamo geneticky nadväzujú na vyššie opísané glacigénne sedimenty morén. Vznikli v interštádiách posledného glaciálu vynesением sedimentov z morén tavnými vodami ľadovcov v čase ich ústupu. Hrubozrnný materiál sa nachádza spravidla len na báze jednotlivých interštádií. Hlavnú masu tvoria drobnozrnné úlomky hornín, piesky rôznych frakcií a silty. V záujmovom území sa vyskytuje špecifický fenomén depozície z morén vyplaveného materiálu do vodného prostredia predľadovcového hradeného jazera v dvoch etapách. Hladina prietochného jazera v priebehu depozície kolísala, o čom svedčia viacnásobne sa opakujúce oxidačné prejavy na lokálne subaericky exponovaných povrchoch počas sedimentácie.

Glacifluviálne sedimenty sú lepšie vytriedené a striedajú sa v nich vrstvy piesčitých siltov, siltov z úlomkami hornín a vrstvy pieskov rôznych zrnitostných frakcií. Uvedené sedimenty sa nachádzajú i na báze kvartérnej výplne zníženej, pričom na bezprostrednom kontakte s podložnými horninami mezozoika tatrika prevažujú hrubšie klasty a hrubozrnné piesky. Sedimenty sú zvodnené najmä v zónach s prevahou klastov a hrubozrnných pieskov. Siltové polohy sú pravdepodobne menej zvodnené.

Erózo-denudačná zníženej Lúčky v predpolí prelomového úseku, neskôr vyplnená uvedenými sériami glacifluviálnych a glacigénnych sedimentov, vznikla v tektonicky oslabenej zóne na styku jednotiek tatrika a fatrika (veporika), triesťovou eróziou starších, t.j. strednopleistocénnych ľadovcov, ktoré podľa analógov z Tatier mali najväčší laterálny dosah. Uvedená zníženej bola neskôr vyplnená sedimentmi tavných vôd mladších vrchnopleistocénnych ľadovcov.

Predkvartérne podložie

Na geologickej mape 1:25 000, list M-34-112-A-a Vrbické Pleso (Lehotský et al., 1979) opísal Biely v rámci obalovej série mezozoika (tatrikum) v oblasti Vrbického plesa (= oblasť Biela Púť – Ostredok – Staré Koliesko) kremence a pieskovce spodného triasu. Biely (in Lehotský et al., l.c.) uvádza, že „jednotlivé členy tejto obalovej série (?perm, spodný-stredný trias) majú neúplný vývoj v dôsledku tektonickej redukcie. V každom prípade celková mocnosť série presahuje 350 m, z toho komplex kremencov a pieskovcov (= lúžňanské súvrstvie) reprezentuje približne 150 m a pieskovcovo-bridličnaté súvrstvie (= verfenské vrstvy) do 100 m. Posledne menované súvrstvie je vo svojej skladbe zložitejšie. Sú tu slienité bridlice, ílovité bridlice, piesčité bridlice, piesčité vápence, vápnité brekcie i vápence. Obalová séria tatrika však vystupuje na menších plochách aj v severnej časti listu, kde je extrémne redukovaná a plocho sa ponára pod krížňanský príkrov (veporikum). Reprezentovaná je tu len kremencami s vložkami pestrých bridlíc, na báze lokálne aj so zlepenkami, ďalej pestrými bridlicami a pieskovcami (spodný trias) a rauwackami“.

Na geologickej mape Nízkych Tatier 1: 50 000 (Biely et al., 1992) a vo Vysvetlivkách k nej (Biely & Bezák et al., 1997) sú kartograficky vymedzené (východne od Lúčok) litostratigrafické jednotky spodného – (stredného) triasu – skýtu tatrika: (153) lúžňanské súvrstvie a (151) rauvaky. V oblasti Biela Púť – Ostredok – Staré Koliesko sú kartograficky vymedzené (147) bridlice a kremenné pieskovce karpatského keupru norického veku, na rozdiel od vymapovaných sedimentov zaradených do spodného triasu (Biely in Lehotský et al., 1979).

Podľa terénneho mapovania v r. 2011 sú v oblasti Jasná – Staré Koliesko zastúpené sedimenty lúžňanského súvrstvia spodného triasu.

2.3. Hydrogeologické pomery

Podľa Hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (*SHMÚ, 1984*) patrí záujmové územie do hydrogeologického rájonu MG 017 Mezozoikum a kryštalinikum severozápadných svahov Nízkych Tatier. Určujúcim faktorom hydrogeologických pomerov je geologicko-tektonická stavba.

Kryštalinikum

Granitoidné horniny tatria sa vyznačujú puklinovou priepustnosťou. Obeh podzemných vôd je viazaný na pukliny, zóny zvetrávania a porušenia masívu, ktoré podmieňujú vzájomnú komunikáciu obehu podzemných vôd kryštalinika s kvartérnymi sedimentami pokrývajúcimi úpätia svahov, resp. vyplňujúcimi dná dolín. Kryštalinikum je v prevažnej miere odvodňované početnými prameňmi s nízkymi výdatnosťami od 0,1 do 0,5 l.s⁻¹, alebo drénovaním podzemných vôd na najnižšej eróznej báze priamym prestupom do povrchových tokov. Ojedinelé sú pramene puklinové, tektonického pôvodu, s výdatnosťami až niekoľko l.s⁻¹. V území Demänovskej doliny nie sú takéto pramene dokumentované. Väčšie výdatnosti dosahujú pramene v kryštaliniku s mocnejšie vyvinutými glacigénnymi a galcifluviálnymi sedimentami.

Dôležitým faktorom pre charakterizovanie hydrogeologických vlastností kryštalinika je hodnotenie odtokových pomerov. Odtokové pomery v oblasti kryštalinika Nízkych Tatier, a teda aj oblasti Demänovskej doliny, zhodnotil V. Dovina (1985) na základe režimového pozorovania viacerých vodomerných staníc v období 1971 – 80.

Z granitoidných oblastí s prítomnosťou glacigénnych a galcifluviálnych sedimentov bol z viacerých staníc dokumentovaný minimálny podzemný špecifický odtok 5 – 11 l.s⁻¹.km⁻² a priemerný podzemný špecifický odtok 10 – 18 l.s⁻¹.km⁻². V oblastiach budovaných len granitoidnými horninami sa predpokladá priemerný podzemný špecifický odtok 5 - 6 l.s⁻¹.km⁻² a minimálny 2 - 5 l.s⁻¹.km⁻².

Hodnoty podzemných špecifických odtokov na povrchových tokoch priamo v hodnotenom území v rovnakom období boli (Dovina, V., 1985):

povodie Zadnej vody, objekt 5577

priemerný – 17,52 l.s⁻¹.km⁻²

minimálny – 6,81 l.s⁻¹.km⁻²

povodie Demänovky, objekt č. 5557

priemerný – 11,66 l.s⁻¹.km⁻²

minimálny – 5,51 l.s⁻¹.km⁻²

povodie Priečného potoka, objekt č. 5568

priemerný - 8,51 l.s⁻¹.km⁻²

minimálny - 2,39 l.s⁻¹.km⁻²

Z uvedených hodnôt vyplýva priaznivá akumulačná schopnosť kvartérnych pokryvov kryštalinika, ktorá zohráva dôležitú úlohu pri tvorbe zásob podzemných vôd príľahlého mezozoického komplexu. Vysoké hodnoty odtoku sú dokumentované najmä v povodí Zadnej vody s prevahou glacigénnych kvartérnych sedimentov. O niečo nižšie hodnoty sú zaznamenané v povodí Demänovky, kde pokryv galcifluviálnych sedimentov je sústredený iba v nižších častiach povodia. Hodnoty odtoku z povodia Priečného potoka sú pravdepodobne podhodnotené, nakoľko časť vôd preteká v mieste merného odtoku mimo profil, v kvartérnych sedimentoch.

Rozkyv teploty vôd prameňov v priebehu roka nasvedčuje na pomerne plytký obeh podzemných vôd ovplyvnených hlavne nízkymi teplotami vzduchu v zimných mesiacoch.

V režime podzemných vôd (rovnako ako v režime povrchových vôd z kryštalinika) možno rozlíšiť dva typy sezónneho dopĺňania: charakteristické je jaré zvýšenie výdatnosti prameňov

v dôsledku topenia snehu a ďalšie vplyvom infiltrácie z intenzívnejších letných zrážok. Niekedy dochádza k spojeniu jarných zvýšených stavov s letnými.

Mezozoikum

Vápencovo-dolomitické komplexy mezozoika charakterizuje krasová a krasovo-puklinová priepustnosť. Hydrogeologicky najpriaznivejšou tektonickou jednotkou na SZ svahoch Nízkych Tatier je krížňanský príkrov. Za toto vďaka až niekoľko 100 m hrubému pruhu triasových dolomitov a vápencov medzi Revúckou a Demänovskou dolinou. Vďaka tektonickej stavbe (vytvorenie vrásových elevácií a depresíí) je výskyt typu a hrúbky vrstiev karbonátov rozdielny. Vo východnej časti (povodie Mošnice a Demänovky) prevahu majú gutensteinské vápence. Hydrogeologické vlastnosti hornín a režim podzemných vôd zodpovedá charakteristikám krasového prostredia, t.j. dotácie najmä ponorní, horizontálny obeh vo freatickej a vertikálna cirkulácia vo vadóznej zóne, odvodňovanie vyvieračkami a ostatnými krasovými prameňmi, krasová a krasovo-puklinová priepustnosť.

Špecifický podzemný odtok z čiastkovej štruktúry tvorenej strednotriasovými karbonátmi v území zodpovedá približnej hodnote $12,75 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ (Méryová, 1990).

Najväčšie pramene – vyvieračky v Demänovskej doline a v Mošnickej doline vyvierajú na styku vápencov a dolomitov. Dolomity v týchto prípadoch vystupujú v úlohe polopriepustnej bariéry. Z uvedeného by vyplývalo, že dolomity sú málo priepustné, opak je však pravdou.

Kvartér

V záujmovom území sú rozšírené morénové glaciénne, glacifluviálne sedimenty a postglaciálne fluviálne sedimenty bezprostredného okolia súčasných horských tokov, napr. povodie Demänovky a oblasť Lúčok, povodie Zadnej vody.

Materiál morén je prevažne hruboklastický, balvanovito-blokovitý s úlomkami hornín, nevytriedený a chaoticky uložený. Priestor medzi blokmi je vyplnený pieskom.

Glacifluviálne sedimenty vznikli v teplejších obdobiach posledného glaciálu vynesím sedimentov z morén tavnými vodami ľadovcov v čase ich ústupu. Hlavnú masu tvoria drobnozrnné úlomky hornín, piesky rôznych frakcií a silty. Sú lepšie vytriedené, striedajú sa v nich vrstvy piesčitých siltov, siltov s úlomkami hornín a vrstvy pieskov rôznych zrnitostných frakcií.

Sedimenty sú zvodnené najmä v zónach s prevahou klastov a hrubozrnných pieskov.

Vyššie uvedené sedimenty sa vyznačujú medzizrnovou priepustnosťou a dobrým zvodnením, majú stredný stupeň transmisivity s koeficientom transmisivity $T = 1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Ostatné kvartérne sedimenty patria medzi málo zvodnené kolektory s medzizrnovou priepustnosťou s nízkou a veľmi nízkou prietoknosťou $T = 1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$ a $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Územie povodia Zadnej vody (prislúchajúce k mernému objektu č. 5576) je budované kvartérnymi glaciénnymi sedimentami morén a granitoidnými horninami kryštalinika. Kryštalinikum - ako relatívne menej priepustné než kvartérne sedimenty, svojimi strmými svahmi privádza do kvartérnych sedimentov čiastočne po povrchu a čiastočne puklinovým systémom v zóne porušenia veľké množstvo zrážkových vôd a tým ovplyvňuje ich režim a zväčšuje ich infiltračné možnosti. Kvartérne sedimenty významne ovplyvňujú hydrogeologické pomery kryštalinika, sú veľmi dobrým prostredím pre infiltráciu zrážok. Časť sa v nich akumuluje, časť presakuje do zóny porušenia a zvetrania skalného podložia a zvyšujúca časť zrážok vytvára povrchový odtok.

2.4. Klimatické pomery

Z hľadiska makroklimatickej klasifikácie (Lapin, M., Faško, P., Melo, M., in Miklós, L., et al., 2002) patrí širšie posudzované územie do klimatického okrsku C3 – studeného horského, veľmi vlhkého, s nasledovnými klimaticko-geografickými charakteristikami:

Kód klimaticko-geografického typu	11
Klimaticko-geografický typ	horská klíma
Klimaticko-geografický subtyp	studená
Dolný interval priemerných januárových teplôt [°C]	(-) 7
Horný interval priemerných januárových teplôt [°C]	(-) 6
Dolný interval priemerných júlových teplôt [°C]	13,5
Horný interval priemerných júlových teplôt [°C]	11,5
Dolný interval amplitúdy priemerných mesačných teplôt [°C]	18
Horný interval amplitúdy priemerných mesačných teplôt [°C]	20
Dolný interval ročného úhrnu zrážok [mm]	1000
Horný interval ročného úhrnu zrážok [mm]	1400

V kotline prevládajú západné vetry vyvolané pretiahnutým tvarom doliny smerom V-Z. Približná hĺbka premrzania pôdy podľa ON 6196 je 1,35 m. Index mrazu podľa mapy mrazových indexov dosahuje hodnotu 800-900. Prevláda snehovo-dažďový režim odtoku. Hodnota snehového zaťaženia podľa HMÚ Banská Bystrica na území mesta Liptovský Mikuláš dosahuje hodnotu 0,8 kN/m².

Zrážkové pomery

Na celkový úhrn zrážok v záujmovom území má podstatný vplyv nadmorská výška a reliéf. Priemerný úhrn zrážok v horských oblastiach dosahuje rozmedzie 800 – 1 500 mm za rok.

Priemerné úhrny zrážok na severných svahoch Chopku v najvyššie položených oblastiach sa pohybujú v intervale 1 400 – 1 600 mm za rok. S nižšou nadmorskou výškou priemerný úhrn zrážok klesá do intervalu 1 200 – 1 400 a 1 000 – 1 200 mm za rok. Z uvedených priemerných ročných úhrnov spadne počas teplého polroka v najvyššie položených oblastiach 700 – 800 mm za rok, v severnejšom a nižšie položenom území je to 600 – 700 a 400 – 500 mm za rok (Konček, 1980). Počas chladného polroka v území spadne (od najvyššie položenej oblasti smerom do nižšej) 600 – 500 až 400 – 300 mm zrážok za rok.

Priemerný mesačný úhrn zrážok na stanici Chopok za obdobie 1995 – 2004 dosiahol zo sumárnej hodnoty 119,8 mm. Maximálna ročná hodnota desaťročného rádu (1995 – 2004) dosiahla 1 200,1 mm (rok 2004) a minimálna 834,2 mm (rok 2003).

S nadmorskou výškou korelujú teplotné pomery záujmového územia, čo dáva predpoklad na dostatočnú dĺžku trvania snehovej pokrývky. Táto v území centrálnej časti Nízkyh Tatier trvá v priemere 180 dní do roka. Priemerná výška snehovej pokrývky sa pohybuje v závislosti na nadmorskej výške a expozícii v rozsahu 70 – 200 cm. Značný deficit snehovej pokrývky majú vrcholové partie hrebeňa Nízkyh Tatier, kde silný nárazový vietor sfukuje snehovú prikrývku.

Teplotné pomery

Teplotné pomery v oblasti Nízkyh Tatier závisia predovšetkým od nadmorskej výšky, expozície svahu, konfigurácie terénu daného miesta, ročného obdobia a cirkulačných pomerov.

Priemerné ročné teploty sa pohybujú od -1,0 °C do 5,0 °C (Chopok -1,2 °C). Priemerné mesačné teploty v najchladnejšom mesiaci januári sa pohybujú v intervale od -9,0 °C do -5,5 °C a v najteplejšom mesiaci júli od 7,0 °C do 15,5 °C. Počet letných dní v roku s maximálnou teplotou

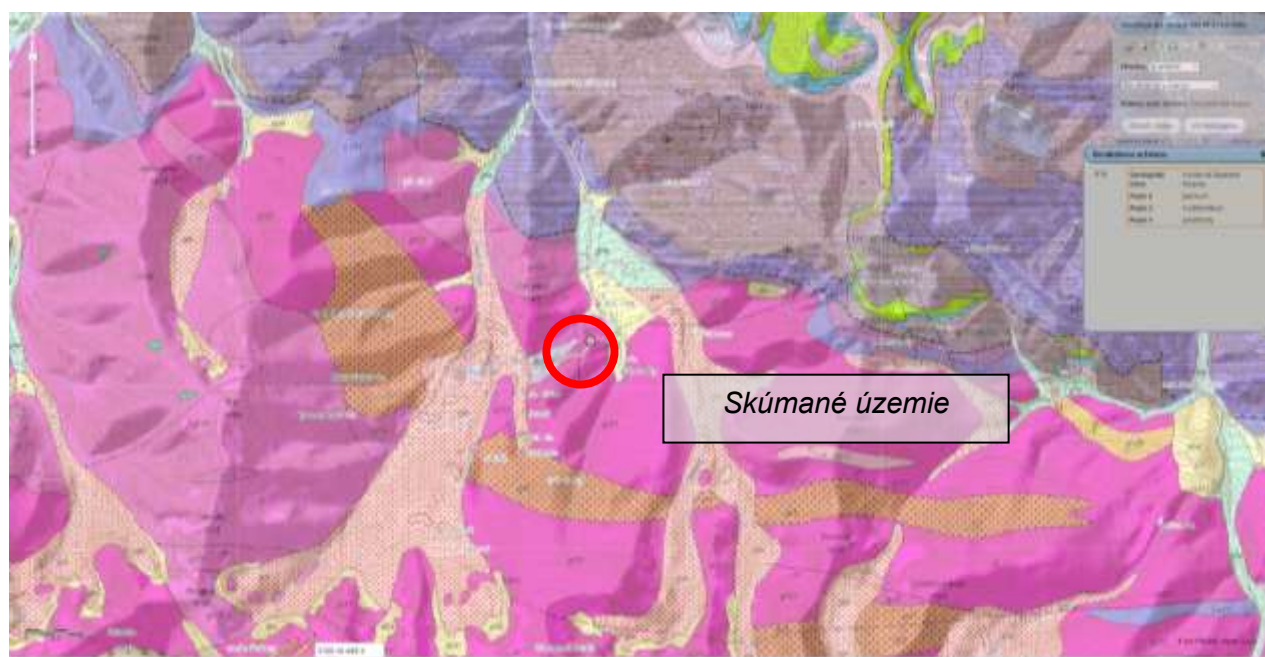
vzduchu 25 °C a viac je v rozmedzí 0 až 10 dní a počet dní s teplotou vzduchu pod 0 °C je 120 - 140 dní.

Priemerná ročná teplota vzduchu desaťročného radu (1995 – 2004) na stanici Chopok dosiahla -0,6 °C. Najchladnejším rokom bol pritom rok 1996 s hodnotou -1,4 °C a najteplejším rok 2000 s hodnotou 1,0 °C. Namerané extrémne teplotné pomery sa pohybujú v rozpätí -24 až -28 °C, v niektorých obdobiach až cez -30 °C.

2.5. Seizmicita územia

Podľa zmeny národnej prílohy citovanej normy z roku 2012 možno záujmovému územiu priradiť hodnotu referenčného špičkového seizmického zrýchlenia $a_{gR} = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$. Uvedená hodnota zodpovedá podložiu typu A a vzťahuje sa na objekty so súčiniteľom významnosti $\gamma_1 = 1,0$, ktorý je prepojený so seizmickou udalosťou s návratovou periódou pre požiadavku nezhrotenia TNCR 475 rokov, čo zodpovedá 10 %-nej pravdepodobnosti prekročenia počas 50 rokov. Návrhové seizmické zrýchlenie a_g sa vypočíta z hodnoty normou uvádzaného referenčného špičkového zrýchlenia a_{gR} na podloží typu A, a to jeho prenasobením príslušným súčiniteľom významnosti objektu γ_1 . Návrhové seizmické zaťaženie dotknutého objektu v predbežnej triede významnosti je teda $a_g = a_{gR} \cdot \gamma_1 = 0,63 \cdot 1,0 = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$.

Pre potreby výpočtu návrhového seizmického zrýchlenia pre konkrétnu lokalitu sa upravená hodnota a_g na podloží typu A ďalej prenasobí súčiniteľom pre danú kategóriu podložia, t.j. $a_g \cdot S = 0,63 \cdot 1,0 = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$. Z uvedenej hodnoty návrhového seizmického zrýchlenia vyplýva, že pri statických výpočtoch bude nutné uvažovať s ustanoveniami STN EN 1998-1, a to vzhľadom na skutočnosť, že podľa čl. 3.2.1(5) normy a čl. NA.2.8 jej národnej prílohy sa záujmové územie nenachádza v oblasti veľmi nízkej seizmicity, t.j. súčin $a_g \cdot S$ je väčší ako $0,49 \text{ m.s}^{-2}$. Bude však ešte možné použiť redukované alebo zjednodušené postupy seizmického návrhu (čl. 3.2.1(4) a čl. NA.2.7), keďže súčin $a_g \cdot S$ je menší ako $0,98 \text{ m.s}^{-2}$.



Obr. 3 Výrez zo Základnej geologickej mapy SR M 1 : 25 000. (zdroj: www.geology.sk)

3. Postup riešenia geologickej úlohy

Na splnenie cieľa geologickej úlohy bol realizovaný nasledovný rozsah prác:

- geologické práce (projektovanie, sled a riadenie technických prác, zhodnotenie realizovaných geologicko-technických prác a zhodnotenie dosiahnutých výsledkov),
- terénne (vrtné) práce
- laboratórne práce
- geodetické práce
- geologické práce

3.1. Metodika, postup a časová nadväznosť realizovaných prác

Metodika, postup a časová nadväznosť realizovaných prác bola odsúhlasená v projekte geologickej úlohy realizácie „Sanácia telesa cesty II/584 v ckm 59,138 – 59,178 v intraviláne obce Demänovská Dolina.

3.2. Terénne, vzorkovacie a laboratórne práce

Terénne – vrtné práce boli vykonané pojazdnou vrtnou súpravou URB, Geovrty, s.r.o., Čierne 917, 023 13, Čierne. Po vykonaní vrtných prác boli sondy následne zasypané.

V priebehu vykonávania technických prác, počas vrtných prác bolo odobratých 10 porušených a 1 neporušená vzorka, z rôznych hĺbkových úrovní. Vzorky boli odoslané do laboratória mechaniky zemín a hornín spoločnosti Geotechnická spoločnosť - GES, s.r.o. Lamačská cesta 8, 817 16 Bratislava. Výsledky laboratórnych skúšok sú uvedené v prílohovej časti tejto záverečnej správy. Výsledky laboratórnych skúšok zemín slúžili k overeniu litologického profilu skúmaného územia a mechanických vlastností zemín.

3.3. Geodetické činnosti

Geodetické zameranie územia bolo vykonané spoločnosťou SYKO, s.r.o., Kmeťova 20/7, 010 09 Žilina. Meranie vykonal autorizovaný geodet, Ing. František Sýkora.

3.4. Dynamické penetračné sondy

Penetračné skúšky slúžia a sú určené pri vypracovaní záverečnej správy pre upresnenie relatívnej hutnosti nesúdržných zemín a ich odvodených geotechnických vlastností a orientačné určenie šmykových parametrov, konzistenčných medzí jemnozrnných zemín touto metódou sú orientačné. Slúži aj na doplnenie určenia priebehu mechanických parametrov zemín v miestach, kde neboli vykonané inžinierskogeologické vrty a laboratórne testy mechaniky zemín.

Výsledkom pri interpretácii sú vypočítané nasledovné hodnoty:

q_{dyn} [MPa] - dynamický penetračný odpor

I_c - stupeň konzistencie

I_d - relatívna hutnosť

R_d [MPa] - výpočtová únosnosť

E_{def} [MPa] - modul pretvárnosti základovej pôdy

Eoed [MPa] - oedometrický modul základovej pôdy
 ϕ ef, u [°] - uhol vnútorného trenia, efektívny, totálny
cef,u [kPa] - súdržnosť zeminy, efektívna, totálna

3.4.1. Metodika skúšok a ich vyhodnotenie

Parametre použitého prístroja DPL – ST200N :

uhol vrcholového hrotu: 90°

priemer hrotu : 35,7 mm

priemer sútyčia : 22,0 mm

hmotnosť tyče : 3,0kg

hmotnosť kovadliny : 6,0kg

hmotnosť kladiva : 10,0kg

výška pádu kladiva : 0,5 m

maximálna hĺbka penetrácie : 10,0 m

Postup prác :

Pri kontinuálnom zarážaní skúšobného hrotu sa zaznamenával počet úderov barana (v sérii) potrebný k zarazeniu hrotu o každých 10 resp. 20 cm (N_{10} resp. N_{20}). Z počtu úderov potrebných na zarazenie sondy o 20 cm (N_{20}) a z parametrov prístroja bol vypočítaný merný dynamický penetračný odpor q_d podľa tzv. holandského vzorca :

$$q_{dyn} = \frac{Q^2 \cdot H \cdot N}{A \cdot e \cdot (Q + P)} \quad [MPa] \quad (1)$$

kde: Q = tiaž barana [kN]

H = výška pádu barana [m]

P = tiaž penetračnej sondy [kN] (hrot + sútyčia + kovadlina + kôš)

A = prierezová plocha hrotu

N = počet úderov pre vnik hrotu o 10 resp. 20 cm

e = vnik hrotu o 10 resp. 20 cm

V rovnici (1) sú pre určitý typ skúšky veličiny M , H , e , A konštantné, pričom P rastie skokom v pravidelných intervaloch (1 m) pri pridávaní novej tyče.

Rovnicu (1) možno potom zjednodušiť na tvar :

$$q_{dyn} = a \cdot N \quad \text{pričom} \quad a = \frac{Q^2 \cdot H}{A \cdot e \cdot (Q + P)} \quad (2)$$

Hodnoty súčiniteľa a sú pre jednotlivé hĺbkové intervaly dané dĺžkou tyčí a boli vypočítané vopred (zostavené do tabulky). Dynamický odpor N bol dosadený do vzorcov a zmenšený o vplyv parazitického trenia sútyčia. Trenie na sútyči je merané momentovým kľúčom, pričom z hodnôt nameraného krútiaceho momentu M_v je možné určiť počet úderov barana potrebný na prekonávanie plášťového trenia tzv. hodnotu N plášťové. Pre dynamický penetrometer je možné podľa švédskych experimentov redukovať počet úderov o vplyv trenia podľa vzťahu:

$$N_{20} = x \cdot M_v \quad (3)$$

kde :

M_v = krútiaci moment [Nm]

x = parameter podľa DIN 4094, $x = 0,04$

Vstupné hodnoty pre stanovenie merného dynamického odporu sú prezentované v tabuľke i graficky v priložených prílohách.

Pre interpretáciu a určenie fyzikálno-mechanických parametrov overených zemín sme použili korelačné vzťahy, pričom na základe priebehu krivky merného dynamického odporu q_d boli pre odčítané a štatisticky ošetrené hodnoty určované parametre geotechnických vlastností jednotlivých vrstiev zemín - vid' prílohy.

Druh zemín v penetračných sondách, ako aj ich rozhrania boli určené na základe geologickej dokumentácie vrtných prác a podľa počtu úderov baranom potrebných na zarazenie dynamickej penetračnej sondy o 10 cm.

3.5. Geologické činnosti

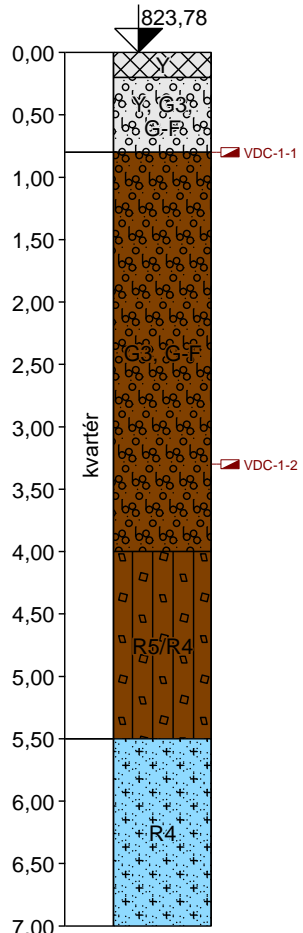
Výkony geologickej služby zahŕňajú sledovanie, koordináciu (vecnú i časovú), metodickú kontrolu a usmernenie všetkých projektovaných a schválených prác, spracovanie údajov a vypracovanie záverečnej správy. Pred začatím technických prác boli vyriešené strety záujmov a vstupy na pozemky.


4. VÝSLEDKY RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

4.1. Dokumentácia vlastných prieskumných diel

Dokumentácia vrtných prác je vykonaná pomocou software GEO 5, 2020, Stratigrafia, spoločnosti Fine, s.r.o., 169 00 Praha 6 – Břevnov, Česká republika, Licenčné číslo 4623/2.

		Geologická dokumentace vrtu		VDC-1
Projekt: Sanácia telesa cesty II/584 v ckm 59,138 – 59,178				
Číslo projektu:		Příloha č.:	Vrtná souprava:	
Místo: Demänovská Dolina			Celková hloubka: 7,00 m	Poloha vrtu: Souřadnice X: -380826,96 Souřadnice Y: -1206092,26 Souřadnice Z: 823,78 m
Datum zač.: 8. 10. 2020	Vrtmistr: Juraj Petrenka		Hladina podzemní vody:	
Datum kon.: 8. 10. 2020	Dokumentoval: RNDr. Peter Fekeč		HPV naražená:	
Měřítko: jedna stránka			HPV ustálená:	
Vrtání:			Pažení:	

Stratigrafie	VDC-1	Vzorky a HPV	Zatřídění dle EN ISO 14688-1	RQD [%]	Od - do	Popis vrstev	Poznámky
					0,00 - 0,20	Y: asfalt	
					0,20 - 0,80	Y, G3, G-F: konstrukčná časť vozovky, štrk sprímesou jmenozrnnej zeminy, hnedej a sivej farby, nakyprený	
					0,80 - 4,00	G3, G-F: deluviálne sedimenty, štrk sprímesou jmenozrnnej zeminy, hnedej a sivej farby, nakyprený	
					4,00 - 5,50	R5/R4: deluviálne sedimenty, zvetraný granit na sutinu štrkovito-siltovú, hnedej farby, granit je svetlosivej farby, zvetraný horninu je možné rozlomiť rukou-veľmi nízkej pevnosti, pukliny sú vyplnené piesko ílovotým, svetlej hnedej farby	
					5,50 - 7,00	R4: elúvium, granit, zvetraný, nízkej pevnosti, rozpadavý, svetlej sivej farby, vrtné jadro vypadáva po 30 cm návrtu.	

Legenda:
 porušený

VDC-1



		Geologická dokumentace vrtu		VDC-2
Projekt: Sanácia telesa cesty II/584 v ckm 59,138 – 59,178				
Číslo projektu:		Příloha č.:	Vrtná souprava:	UGB 50M
Místo: Demänovská Dolina			Celková hloubka:	7,00 m
Datum zač.: 8. 10. 2020		Vrtmistr: Petrenka Juraj	Poloha vrtu:	
Datum kon.: 8. 10. 2020		Dokumentoval: RNDr. Peter Fekeč	Souřadnice X: -380822,38	
Měřítko: jedna stránka			HPV naražená:	Souřadnice Y: -1206097,46
			HPV ustálená:	Souřadnice Z: 823,78 m
Vrtání:			Pažení:	

Stratigrafie	VDC-2	Vzorky a HPV	Zatřídění dle EN ISO 14688-1	RQD [%]	Od - do	Popis vrstev	Poznámky
<div> <div>823,78</div> <div>0,00</div> <div>0,50</div> <div>1,00</div> <div>1,50</div> <div>2,00</div> <div>2,50</div> <div>3,00</div> <div>3,50</div> <div>4,00</div> <div>4,50</div> <div>5,00</div> <div>5,50</div> <div>6,00</div> <div>6,50</div> <div>7,00</div> </div> <div> <div>kvartér</div> <div>VDC-2-1</div> <div>VDC-2-2</div> <div>R3/R4</div> </div>					0,00 - 3,20	G3, G-F: deluviálne sedimenty , štrk sprímesou jmenozrnej zeminy,hnedej a sivej farby, nakyprený	
					3,20 - 7,00	R3/R4: elúvium, granit, navetraný, strednej pevnosti, dá sa ľahko rozbiť kladivom, svetlej sivej farby,	

Legenda:
 porušený

VDC-2



5. Inžinierskogeologické pomery – výsledky

5.1. Geologické pomery a geotechnické vlastnosti zemín a hornín

Geologické pomery v danom mieste sú závislé na litologickej stavbe a hydrogeologických pomeroch.

V mieste stavby vozovky II/584 v skúmanej zóne sú svahové sedimenty s rozdielnymi vlastnosťami - konštrukčná časť vozovky charakteru štrku s prímесou jmenozrnnej zeminy, potom nižšie sutina siltovito-štrkovitá – charakteru štrku s prímесou jemnozrnnej zeminy, resp. štrku siltovitého, v podloží – sú eluviálne sedimenty, zvetraného granitu s veľmi nízkou pevnosťou do 15 MPa (R4), viac do hĺbky granitu navetraného s väčšími blokmi pevnosti > 15 MPa (R3), výplň diskontinuít tvorí piesok siltový alebo ílovitý.

Granitoidné horniny sú procesmi zvetrávania rozpadnuté na voľne uložené úlomky. Medzery medzi úlomkami sú vyplnené jemnozrnými siltovitými pieskmi. V úlomkoch si hornina zachováva svoju pôvodnú štruktúru, pri mechanickom pôsobení sa rozpadáva na jednotlivé minerály. Menej odolné minerály sú rozložené, farebne zmenené na žltú až hrdzavožltú farbu.

Hladina podzemnej vody nebola počas technických prieskumných prác overená. K ďalšej infiltrácii zrážkovej vody dochádza v časoch topenia snehu a takisto v čase výdatnej zrážkovej činnosti. Zrážková voda steká po vozovke, na jej okraj a tak infoltruje do telesa násypu vozovky. Prúd vody vytvára erózne ryhy, odnáša kemné ílovité a menšie pieskové časti zemín dole

po svahu. To isté sa deje aj hlbšie pod povrchom, kde dochádza k sufóznym javom, v podobe odplavovania jemných ílovitých častíc zeminy, charakteru štrku s prímесou jemnozrnej zeminy. Zemina potom konsoliduje a pevnostne degraduje. Dochádza k následnému poklesu cesty.

Geotechnické vlastností zemín sú posúdené na základe výsledkov laboratórnych skúšok (Príloha č. 3).

Z vykonaných zrnitostných rozborov a klasifikačných skúšok zemín odobratých v rámci inžinierskogeologických prieskumných prác vyplýva, že z celkového počtu analyzovaných vzoriek $n = 4$ boli jednotlivé geotechnické typy zemín zastúpené nasledovne :

- štrky s prímесou jemnozrnej zeminy (G-F) triedy G3 $n = 4$ vzorky

Zeminy v skúmanej oblasti pod krytzom vozovky predstavujú teda nasledovné inžinierskogeologické typy:

a./ štrk s prímесou jemnozrnej zeminy, G3/ G-F

b./ granit zvetraný, pukliny vyplnené pieskom ílovitým, R4

Podľa makroskopického posúdenia, výsledkov fyzikálnych skúšok zemín a dynamickej pernetračnej skúšky, odporúčame nasledovné geotechnické charakteristiky zemín.

Tab. 1 Geotechnické charakteristiky piesčitých a štrkovitých zemín.

Trieda a symbol zeminy (STN 73 1001)	Poisson. číslo ν	Koef. β	Objemová hmotnosť γ [kg.m ⁻³]	Modul deformácie E_{def} [MPa]	Efektívna súdržnosť zeminy c_{ef} (kPa)	Efektívny uhol vnútorného trenia ϕ_{ef} [°]
G3 G-F	0,25	0,83	1900	80	0	33

Uľahnutosť štrkovitých vrstiev bola overená dynamickou penetračnou sondou ľahkého typu. V blízkosti vrtu VDC-1 bola vykonaná penetračná sonda DDD-1 do hĺbky 6,0 m pod terénom z úrovne vozovky. Z výsledkov, ktoré sú graficky uvedené v prílohe č. 3. vyplýva, že antropogénne a deluviálne sedimenty charakteru štrku s prímесou jemnozrnej zeminy sú do hĺbky 4,50 m nakyprené s indexom uľahnutosti $I_d = 0,1$ až $0,3$. Do hĺbky 5,50m sú potom stredne uľahnuté s indexom uľahnutosti $I_d = 0,6$ až $0,7$.

5.2. Ťažiteľnosť zemín

V zmysle STN 73 3050 zaradíme overené typy zemín do nasledovných tried ťažiteľnosti:

Tab. 2 Zatriedenie laboratórne zistených zemín do tried ťažiteľnosti.

Trieda a symbol zeminy (STN 73 1001)	Trieda ťažiteľnosti
S5/ SC – piesok ílovitý	III.
G3/ G-F – štrk s prímесou jemnozrnej zeminy	IV.
R4, granit zvetraný	V.

Pri zemných prácach sa zeminy zatriedujú do tried ťažiteľnosti podľa skutočného stavu v čase vykonávania zemných prác.

V prípade **trvalých výkopov** odporúčame v zmysle STN 73 3050 či.85 nasledovné sklony šikmých svahov:

Hĺbka výkopu	Trvalý sklon svahu
do 2m	1 : 1,50
od 2 m do 4 m	1 : 1,75
od 4 m do 6 m	1 : 2,00

Pre potreby projektovania uvádzame približne sklony šikmých svahov v **dočasných výkopoch** v zmysle STN 73 3050 čl. 83. Tab. 4 nasledovne:

Druh zeminy	Prípustný sklon svahu Pomer výšky k pôdorysnej dĺžke svahu
štrk s prímiesou jemnej zeminy G3/ G-F	1 : 1

5.3. Vhodnosť zemín pre pozemné komunikácie

Kritéria na zatriedenie zemín do telesa pozemných komunikácií a podložia vozovky sú uvedené v Tab. 4 normy STN 73 6133. Zatriedenie laboratórne zistených zemín možno vidieť v Tab. 3.

Tab. 3 Zatriedenie laboratórne zistených zemín pre pozemné komunikácie.

Trieda a symbol zeminy (STN 73 1001)	Názov zeminy (STN 72 1001)	Zaradenie zemín podľa vhodnosti do					
		násypu			podložia vozovky		
		nevho dné	podm. vhodn é	vhodn é	nevho dné	Podm. vhodn é	vhodn é
G3/ G-F	štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy			x			x

Zatriedenie laboratórne overených zemín do násypového telesa :

VHODNÉ

Zeminy majú plynulú čiaru zrnitosti, stabilnú ílovú a prachovú zložku a sú aj za nepriaznivých poveternostných podmienok stabilné. Veľmi dobre a s vynaložením malého množstva energie (zhuťovacej práce) sa zhuťujú na vysoké objemové hmotnosti, ktoré sú stabilné. Sú veľmi vhodným materiálom na stabilizácie, hlavne cementom (G3/ G-F).

- piesčité a štrkovité zeminy, v ktorých ílovitá a prachovitá zložka je menej odolná proti poveternostným vplyvom. Táto zložka (hlavne prachovitá) má väčšie číslo plasticity a pri väčšom množstve (v hlinitom štrku) je potrebné uvažovať aj o zaradení zeminy do kvalitatívne horšej skupiny. Tieto zeminy sú vhodné na stabilizáciu s cementom (G3/ G-F, S4/ SM, S3/ S-F).
- zeminy, ktoré majú ílovitú a prachovitú zložku s dobrými tmeliacimi vlastnosťami. Únosnosť kostry zo štrkových zŕn je výrazne znížená malou stabilitou ílovitej a prachovitej zložky za nepriaznivých poveternostných podmienok. Tieto zeminy sú prechodovými zeminami medzi vhodnými a podmienene vhodnými zeminami (S4/ SM, S3/ S-F).

Zatriedenie laboratórne overených zemín do podložia vozovky (do aktívnej zóny):**VHODNÉ – (G3/ G-F)**

6. Záver

Inžinierskogeologické pomery v skúmanom území sú dané geologickou stavbou územia, hydrogeologickou charakteristikou a antropogénnou činnosťou.

Cieľom geologickej úlohy bolo realizovať orientačný inžinierskogeologický prieskum a zistiť inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery skúmaného územia. Overiť vrtnými prácami litológiu sedimentov, laboratórnymi prácami overiť fyzikálne parametre zemín. Dynamickou penetračnou sondou zistiť uľahnutosť nesúdržných zemín pod vozovkou. Zistené údaje o skúmanom území slúžia ako podklad pre vypracovanie projektu sanácie cesty v skúmanom úseku.

Kvartérne sedimenty v mieste vykonávania stavby sú tvorené sedimentami charakteru štrku s prímесou jemnozrnej zeminy (sutina), nakyprené a stredne uľahnuté s hrúbkou do 6,0 m. Koeficient foltrácie vypočítaný z krivky zrnitosti predstavuje v priemere hodnotu $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$. V zmysle klasifikácia priepustnosti hornín (Jetel J. , 1982) ide o triedu III, dosť silné.

Hladina podzemnej vody nebola počas technických prieskumných prác overená. K ďalšej infiltrácii zrážkovej vody dochádza v časoch topenia snehu a takisto v čase výdatnej zrážkovej činnosti. Zrážková voda steká po vozovke, na jej okraj a tak infoltruje do telesa násypu vozovky. Prúd vody vytvára erózne ryhy, odnáša kempné ílovité a menšie pieskové časti zemín dole po svahu. To isté sa deje aj hlbšie pod povrchom, kde dochádza k sufóznym javom, v podobe odplavovania jemných ílovitých častíc zeminy, charakteru štrku s prímесou jemnozrnej zeminy. Zemina potom konsoliduje a pevnostne degraduje. Dochádza k následnému poklesu cesty.

Predkvartérne horniny sú zastúpené, prevažne granitoidmi.

Kryštalínikum - ako relatívne menej priepustné než kvartérne sedimenty, svojimi strmými svahmi privádza do kvartérnych sedimentov čiastočne po povrchu a čiastočne puklinovým systémom v zóne porušenia veľké množstvo zrážkových vôd a tým ovplyvňuje ich režim a zväčšuje ich infiltračné možnosti. Kvartérne sedimenty významne ovplyvňujú hydrogeologické pomery kryštalínika, sú veľmi dobrým prostredím pre infiltráciu zrážok. Časť sa v nich akumuluje, časť presakuje do zóny porušenia a zvetrania skalného podložia a zvyšujúca časť zrážok vytvára povrchový odtok.

Všetky technické práce boli vykonané pri tomto inžinierskogeologickom prieskume v súlade s platnou legislatívou, smernicami a príslušnými STN normami.

Pri vykonávaní terénnych prác bol kladený dôraz na ochranu životného prostredia, najmä na ochranu pôd a vôd pred znečistením ropnými látkami. Vrtná súprava bola vybavená vapexom a lapačmi ropných látok tak, aby nedošlo k ich prieniku do zeminy a následne do podzemnej vody.

7. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- Abaffy, 2002: Atlas Slovenskej republiky, SAV
- Hraško, L. a kol., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000, list 36-214
(Demänovská dolina-4), čiastková záverečná správa, Názov štátnej úlohy: Regionálny geologický výskum SSR, II. etapa.
Názov čiastkovej úlohy: Geologické mapy topografických listov 1:25 000 a regionálne geologické mapy 1:50 000. Doba riešenia: 1981-1983.
- Quitt, E.,1971: Klimatické oblasti ČSSR, ČSAV Praha
- Auxt. A., 2014 Demänovská Dolina, návrh ochranných pásiem vodárenských zdrojov, HES-COMGEO spol. s r.o. Kostiviarska cesta 4, 974 01 Banská Bystrica.
- Fekeč, P., 2017: Súbor stavieb – rekreačné objekty K4.1-5, K4.1-16, K4.1-18, K4.1-19, K4.1-21, Strachan Lúčky, Demänovská dolina
- Šustek, M. 2016: Demänovská Dolina – lokalita K4, orientačný IGP
- Jezný, M. 2009: Demänovská dolina – stožiar, orientačný IGP
- Rybáriková, R. 1998: Demänovská dolina – chata SEZ – Lúčky, podrobný IGP
- Hraško, L. a kol., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000, list 36-214
(Demänovská dolina-4), čiastková záverečná správa, Názov štátnej úlohy: Regionálny geologický výskum SSR, II. etapa.
Názov čiastkovej úlohy: Geologické mapy topografických listov 1:25 000 a regionálne geologické mapy 1:50 000. Doba riešenia: 1981-1983.
- Matejček, A. a kol. 1980: Demänovská dolina – hotel B, predbežný IGP

Slovenské technické normy

STN EN 1997, 73 0091 Eurokód 7, Navrhovanie geotechnických konštrukcií, časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia

72 1001 Pomenovanie a opis hornín v inžinierskej geológii

73 0036 Seizmické zaťaženie stavebných konštrukcií

73 1001 Základová pôda pod plošnými základmi

73 3050 Zemné práce

V Žiline, 22. 11. 2020

RNDr. Peter Fekeč