



ODBORNÝ GEOLOGICKÝ POSUDOK



Názov geologickej úlohy: Demänovská Dolina – HZS Lúčky

Druh geologických prác: odborný geologický posudok

Etapa geologických prác: -

Číslo úlohy zhotoviteľa: 121/2018

Evidenčné číslo úlohy (Geofondu): -

Objednávateľ geologickej úlohy: Ing.arch. Tomáš Devečka
autorizovaný architekt 1986 AA

Sídlo: Belopotockého 6, 811 05 Bratislava

IČO : 42259576

Zhotoviteľ geologických prác: HES-COMGEO spol. s r.o.

Sídlo: Kostiviarska cesta 4, 974 01 Banská Bystrica

Tel.: ++421 / 48 / 42 85 153

e-mail: hes-comgeo@hes-comgeo.sk

Zodpovedný zástupca: RNDr. Anton Auxt
RNDr. Marianna Šuchová

Zodpovedný riešiteľ: Mgr. Kristián Ingár

Spoluriešitelia: RNDr. Anton Auxt

Dátum vypracovania: 2018-12-17

HES - COMGEO spol. s r.o.
Kostiviarska cesta 4
974 01 Banská Bystrica
IČO: 42 25 9576
IČ DPH: SK 20 20 45 77 80



OBSAH:

1.	VYMEDZENIE GEOLOGICKEJ ÚLOHY	3
1.1	Úvod.....	3
1.2	Identifikácia územia.....	3
1.3	Cieľ geologických prác	3
2.	CHARAKTERISTIKA SKÚMANÉHO ÚZEMIA A DOTERAJŠIA GEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ.....	4
2.1	Geomorfologické pomery	4
2.2	Hydrologické a klimatické pomery	4
2.3	Geologické pomery širšieho okolia.....	8
2.4	Hydrogeologické pomery širšieho okolia	8
2.5	Chránené územia	10
2.6	Využívanie a ochrana vôd v záujmovom území	10
2.7	Preskúmanosť územia	13
3.	VÝSLEDKY RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY.....	21
3.1	Predpokladané Inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery staveniska a geotechnické vlastnosti zemín	21
3.2	Podmienky a spôsob zakladania.....	23
3.3	Posúdenie stability územia.....	23
3.4	Kategorizácia zemín.....	23
3.5	Seizmicita územia	24
4.	ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY A OSOBNÝCH PRAMEŇOV	24

1. VYMEDZENIE GEOLOGICKEJ ÚLOHY

1.1 ÚVOD

V predkladanom odbornom geologickom posudku sú spracované a vyhodnotené výsledky inžinierskogeologických a hydrogeologických prieskumov, realizovaných v blízkosti pozemku s parcelným číslom 2944/77 v katastrálnom území Demänovská Dolina, za účelom objasnenia základových pomerov budúcej stavby - chaty Horskej záchrannej služby.

1.2 IDENTIFIKÁCIA ÚZEMIA

Záujmové územie sa nachádza cca 10 km južne od mesta Liptovský Mikuláš v katastri obce Demänovská Dolina, v lokalite Lúčky, v nadmorskej výške cca 950 m n. m., v blízkosti údolnej stanice lanovej dráhy Lúčky – Priečno. Lokalita je dopravne prístupná po jestvujúcich a dobudovaných spevnených plochách.

Tabuľka 1. - Základné administratívne údaje o lokalite

Názov obce - mesta	Demänovská Dolina
Číselný kód	510386
Názov okresu	Liptovský Mikuláš
Kód okresu	505
Názov kraja	Žilinský
Kód kraja	5
Názov katastrálneho územia	Demänovská Dolina
Kód katastrálneho územia	810304
Parcelné číslo	2944/77
Číslo mapového listu v mierke 1 : 10 000	36-21-09
Číslo mapového listu v mierke 1 : 25 000	36-212
Číslo mapového listu v mierke 1 : 50 000	36-21

Skúmané územie sa nachádza na území Národného parku Nízke Tatry (ďalej len „NP Nízke Tatry“), kde podľa zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny platí III. stupeň územnej ochrany a na území Chránenej vodohospodárskej oblasti Nízke Tatry – východná časť (ďalej len „CHVO Nízke Tatry“) vyhlásenej NV SSR č. 13/1987 Z. z. o niektorých chránených oblastiach prirodzenej akumulácie vôd.

1.3 CIEĽ GEOLOGICKÝCH PRÁČ

Cieľom odborného geologického posúdenia bolo :

- objasnenie celkových geologických a hydrogeologických pomerov,
- objasnenie inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov staveniska.

2. CHARAKTERISTIKA SKÚMANÉHO ÚZEMIA A DOTERAJŠIA GEOLOGICKÁ PRESKÚMANOSŤ

2.1 GEOMORFOLOGICKÉ POMERY

Podľa regionálneho geomorfologického členenia SR (*Mazúr, Lukniš, 1980*) patrí dotknuté územie do Alpsko-himalájskej sústavy, podsústavy Karpaty, provincie Západných Karpát, subprovincie Vnútorne Západné Karpaty, Fatransko-tatranskej oblasti, celku Nízke Tatry, podcelku Ďumbierske Tatry.

Dynamika reliéfu charakteristická pre vlastné územie Nízkych Tatier predstavuje výškové rozpätie 360 - 2043 metrov. Najvyššími bodmi sú vrchol Ďumbier (2043 m n. m.) a Chopok (2024 m n. m.). Samotné pohorie Nízkych Tatier je charakteristické existenciou elevácií, depresí a príkrovov s povahu klenbohráste vytvorenej počas terciérnych pohybov.

Skúmané územie je z prevažnej časti budované kryštalickými horninami tatrika, na ktorom sa vplyvom exogénnych vplyvov počas glaciálnych zaľadnení, vyvinul recentný erózo-denudačný typ reliéfu. Medzi južnou kryštalicou a severnejšou vápencovo-dolomitickou časťou ostro kontrastuje glacifluviálna plošina Lúčky. Homoľovité vrcholy v žulovej časti územia prechádzajú v strmé vežovité bralá vápencovo-dolomitických komplexov. Na rozdiel od územia budovaného horninami kryštalinika, kde sú viditeľné stopy po glaciálnej erózii, je vápencovo-dolomitová časť charakteru hlbokého a úzkeho kaňonu so strmými zrázmi bralných stien krasového pahorkatinového typu reliéfu, ktorý počas svojho vývoja bol tvarovaný tokom Demänovka, a v ktorom sa vyvinuli vplyvom vodnej činnosti podzemné krasové formy.

2.2 HYDROLOGICKÉ A KLIMATICKÉ POMERY

HYDROLOGICKÉ POMERY

Územie Demänovskej doliny spadá do povodia Váhu, ktoré je na Liptove tvorené viacerými povodiami tretieho rádu. Medzi ne patrí aj povodie toku Demänovka s hlavnými prítokmi Luková, Priečny potok, Otupianka, Zadná voda a Radový potok.

Hlavným tokom Demänovskej doliny je Demänovka. Pramennou a zbernou oblasťou Demänovky a jej prítokov – Priečny potok a Zadná voda sú severné svahy Chopku, Derešov a Poľany v centrálnom chrbte Nízkych Tatier budovanom granitoidnými horninami a kvartérnymi glacigénnymi a galcifluviálnymi sedimentami.

V hornej časti územia vytvárajú toky dve hydrologické povodia:

- povodie Demänovky a Priečneho potoka 4-21-02-028 s plochou 19,22 km². Povodie je vyčlenené geograficky, zaberá aj časť krasového územia. Dolná hranica prebieha pod dolinou Machnatá až k sútoku Demänovky a Zadnej vody,
- povodie Zadnej vody a Otupianky 4-21-02-029 s plochou 19,07 km², ku ktorému je tiež pričlenená časť krasového územia až po sútok s Demänovkou, resp. Objavný ponor jaskyne Slobody.

Spádové pomery Demänovky sú nevyrovnané a v každom úseku toku rozdielne. Sklon Demänovky od jej prameňa po sútok so Zadnou vodou – vzdialenosť 7 km, výškový rozdiel 779 m je 110,9 promile.

Tento veľký sklon podmieňuje intenzívnu hĺbkovú eróziu a transport balvanitého materiálu hlavne v období topenia snehu.

V strednej časti toku až po vyústenie do kotliny sa sklon znižuje. Na vzdialenosť 4,45 km pri výškovom rozdieli 131 m dosahuje 30,5 promile, čo sa prejavuje v ukladaní hrubších balvanov a transporte drobnejšieho štrkového materiálu ďalej.

Hustota riečnej siete klesá s rastúcou priepustnosťou hornín podložia a stúpa s množstvom zrážok. Povrchové toky vrchnej kryštalinickej časti územia majú teda hustejšiu riečnu sieť, ktorá je výrazná hlavne v povodí Zadnej vody, kde je znásobená plochým, kotlovitým reliéfom v dôsledku glaciálnej činnosti. Naproti tomu malé čiastkové povodie Priečného potoka sa vyznačuje ostro zarezaným údolím tvaru V, typickým pre kryštalinikum bez výrazného kvartérneho pokryvu.

Odtokové pomery skúmaného územia možno hodnotiť na základe dlhodobých charakteristických prietokov (viď tabuľky nižšie).

Priečný potok má ráz horskej, silne štrkonosnej bystriny s veľkými rozdielmi minimálneho a maximálneho prietoku.. Na rozhraní kryštalinika a usadených vápencových a dolomitových hornín v hornej časti povodia sa časť Priečného potoka tesne pred sútokom s Demänovkou stráca v ponore a následne preteká jaskynným systémom Demänovskej jaskyne Slobody ako súčasť podzemnej Demänovky. Podzemná Demänovka vystupuje na povrch v mohutnej krasovej vyvieracke v ústí dolinky Vyvieranie, ktorá je spolu s prameňom Štôla vodárenským zdrojom pre Demänovú a Liptovský Mikuláš.

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky podľa zákona o vodách vyhláškou č. 211/2005 Z. z. ustanovilo zoznam vodohospodársky významných vodných tokov a vodárenských vodných tokov. Do tohto zoznamu je zaradený aj Priečný potok:

Názov toku	Číslo hydrologického poradia	Vodárenský vodný tok v úseku	
		od km	do km
Priečný potok	4-21-02-028	0,00	3,60

Súčasťou základnej pozorovacej siete SHMÚ bol objekt :

Číslo objektu	Lokalita	Tok	Plocha povodia (km ²)	Pozorované od roku
5565	Jasná	Priečný potok	1,70	1984

V rámci hydrogeologického prieskumu mezozoika SZ svahov Nízkych Tatier bola základná pozorovacia sieť doplnená účelovou sieťou, ktorej súčasťou bol objekt:

Číslo objektu	Lokalita	Tok	Plocha povodia (km ²)	Režimné pozorovanie (hydrologické roky)
5568	Demänovská dolina	Priečný potok	3,5	1984,1985,1986,1987,1988

Tabuľka 2. - Priemerné mesačné prietoky (l.s⁻¹)

Tok – profil	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	ROK
Priečný potok,r.km1,5	60	25	15	20	15	95	175	80	35	40	55	45	55

Zdroj: SHMÚ

Tabuľka 3. - Odvođené hodnoty M-denných vôd (l.s⁻¹)

Tok – profil	Povodie (km ²)	Q priem. (l/s)	Q ₃₆₄ (l/s)	Q ₃₅₅ (l/s)	Q ₃₃₀ (l/s)	Q ₂₇₀ (l/s)	Q ₁₈₀ (l/s)	Q ₉₀ (l/s)	Q ₃₀ (l/s)
Priečný potok, Záhradky – r.km 1,5	1,70	55	3	6	9	13	30	55	145

Zdroj: SHMÚ

Tabuľka 4. - Základné údaje z režimového pozorovania na toku Priečný potok – č. obj. 5565

Štatistické hodnoty	Hydrologické roky							
	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1984-90
Tok: Priečný potok, č.obj. 5565, plocha povodia 1,70 km ²								
Min.prietok l.s ⁻¹	2,00	2,0	7,0	5,0	4,0	2,0	7,0	2,0
Priem.prietok l.s ⁻¹	37,52	34,27	35,88	40,42	31,36	39,65	38,78	36,84
Max.prietok l.s ⁻¹	600,00	209,0	208,0	496,0	267,0	513,0	535,0	600,0
Špec.odtok l.s ⁻¹ .km ⁻²	22,07	20,16	21,11	23,78	18,14	23,32	22,81	21,67
Koef.variácie	2,003	1,029	0,882	2,059	1,379	1,773	1,378	1,611
Q ₉₀	27,0	50,0	43,0	22,0	28,0	39,0	46,0	-
Q ₁₂₀	23,0	38,0	33,12	20,0	25,0	30,0	31,0	-
Q ₃₀₀	6,0	5,0	12,0	8,0	9,0	5,0	12,0	-
Q ₃₃₀	4,0	4,0	9,0	7,0	8,0	4,0	10,0	-

Mérová, E., 1990

Tabuľka 5. - Základné údaje z režimového pozorovania na toku Priečný potok – č. obj. 5568

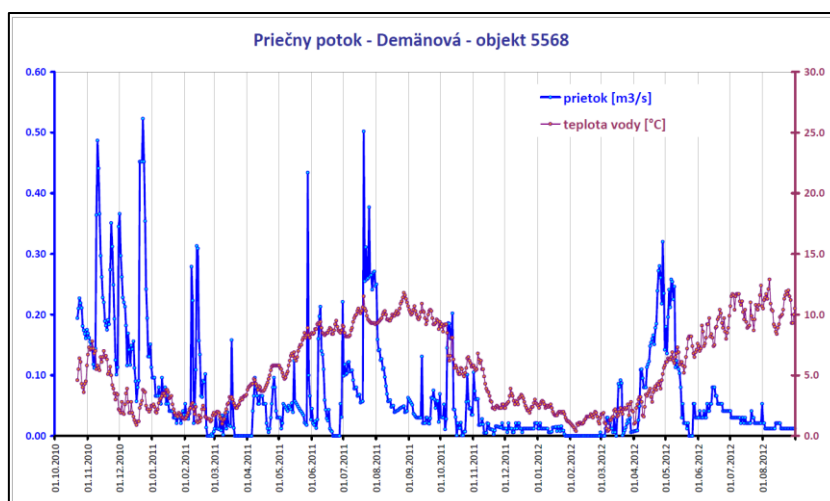
Štatistické hodnoty	Hydrologické roky				
	1985	1986	1987	1988	1985-88
Tok: Priečný potok, č.obj. 5568, plocha povodia 3,5 km ²					
Min.prietok l.s ⁻¹	11,0	14,0	7,0	11,0	7,0
Priem.prietok l.s ⁻¹	54,0	67,0	70,0	71,0	65,5
Max.prietok l.s ⁻¹	369,0	407,0	670,0	350,0	670,0
Špec.odtok l.s ⁻¹ .km ⁻²	15,43	19,14	20,0	20,28	17,71
	90,62	96,69	148,19	94,21	-
Koef.variácie %	77,0	84,0	51,0	82,0	-
Q ₉₀	60,0	64,0	40,0	69,0	-
Q ₁₂₀	15,0	24,0	18,0	26,0	-
Q ₃₀₀	11,0	18,0	16,0	18,0	-
Q ₃₃₀					-

Mérová, E., 1990

Na základe uvedených údajov možno zovšeobecniť že v režime povrchových vôd možno rozlíšiť dva typy sezónneho dopĺňania:

- jarné zvýšenie prietokov v dôsledku topenia snehu – výrazné
- zvýšenie prietokov vplyvom infiltrácie z intenzívnejších letných zrážok – menej výrazné
- niekedy dochádza k spojeniu jarných zvýšených stavov s letnými

V období od 15. 10. 2010 boli obnovené režimové pozorovania prietokov a teplôt vody na objekte 5568 Priečný potok – Demänovská dolina, ktoré sú vykonávané dodnes.



OBR. Č. 1: REŽIM PRIETOKOV NA PRIEČNOM POTOKU

KLIMATICKÉ POMERY

Horský masív v dolinách Nízkych Tatier charakterizuje podnebie zrážkovou činnosťou a veľkým počtom veterných dní a s drsným podnebím vyznačujúcim sa chladnou a studenou zimou.

Podľa klimatickogeografických typov (Kočícký, Ivanič, 2011) patrí dotknuté územie do typu horskej klímy s nasledujúcimi charakteristikami:

Klimaticko-geografický typ	horská klíma
Klimaticko-geografický subtyp	studená
Priemerné januárové teploty [°C]	-6 až -7
Priemerné júlové teploty [°C]	11,5 až 13,5
Amplitúda priemerných mesačných teplôt [°C]	18 až 20
Ročné úhrny zrážok [mm]	1000 až 1400
Suma teplôt 10° a viac	500 až 1200

Tabuľka 7. - Priemerné mesačné teploty vzduchu [°C] v roku 2015 a 2016 zo stanice Chopok

Rok / Mesiac	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Rok 2015	-7,4	-6,9	-5,3	-3,3	3,1	6,8	10,3	12	4,8	1,7	-0,6	-2,4	1,1
Rok 2016	-9	-5,5	-5,7	-3	2,5	8,0	8,8	8,0	6,8	-1,7	-4,5	-5,6	-0,1

Zdroj: www.shmu.sk

Tabuľka 8. - Priemerné mesačné úhrny atmosférických zrážok [mm] v roku 2015 a 2016 zo stanice Chopok

Rok / Mesiac	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Rok 2015	158,6	53,4	94,1	62,6	180,3	102,4	84,2	43,2	108,7	124,7	108,4	31,1	1152
Rok 2016	64,1	360,0	104,0	76,6	108,2	80,8	222	111,4	115,1	119,8	91,6	90,9	1544,5

Zdroj: www.shmu.sk

Veternosť v území so vzrastajúcou nadmorskou výškou rastie a v oblasti Chopku dosahuje v priemere 8-9 m/s. Veternosť je najvyššia v zimnom období. Prúdenie vzduchu je v tejto oblasti modifikované reliéfom a prevládajúci vietor je od severozápadu až severu a z juhu.

2.3 GEOLOGICKÉ POMERY ŠIRŠIEHO OKOLIA

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

Podľa geologickej mapy Nízkyh Tatier M 1: 50 000 celé záujmové územie patrí do podcelku Ďumbierskych Tatier. Tie sú tvorené tektonickými jednotkami **tatrika**, predstavujú najhlbšiu formáciu, budovanú prevažne kryštalicými bridlicami a granitoidmi (Biely, A. et al., 1992) s fragmentmi sedimentárnych obalových vrstiev hlboko zvrásnených do jadra kryštalinika. Nad tatrikom, v západnej a severnej časti, ležia mezozoické súbory **veporika** krížňanského príkrovu, sekvencie zliechovskej v západnej časti a ilanovskej vo východnej časti. Z troch čiastkových príkrovov **hronika** vyvinutých na severných svahoch Nízkyh 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-fluválne sedimenty.

2.4 HYDROGEOLOGICKÉ POMERY ŠIRŠIEHO OKOLIA

Hydrogeologické pomery sú odrazom geologicko-tektonickej stavby územia, blízkosti vodných tokov a nádrží, litologických pomerov, mechanicko-fyzikálnych a chemických vlastností hornín, ktorými podzemná voda preteká, zrážkovej činnosti, reliéfu terénu, vegetačného pokryvu a činnosti človeka.

Podľa hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba, 1984) patrí lokalita do hydrogeologického rajónu MG 017 – Mezozoikum a kryštalinikum severozápadných svahov Nízkyh Tatier.

Generálny smer prúdenia podzemných vôd je v tomto rajóne od juhu k severu (od rozvodnice do Liptovskej kotliny), kde dochádza k odvodňovaniu podzemných vôd. Vody tatrika spolu s glaci-fluviálnymi sedimentami a zrážkami sa tak zúčastňujú na doplňovaní krasových vôd. Prítomnosť glaci-fluviálov sa odráža na vysokých hodnotách odtoku z nekrasovej časti povodia. Priemerný podzemný špecifický odtok z príľahlej časti tatrika, ktorý odvodňuje Demänovka, Priečny potok a Zadná voda je $17,37 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ z plochy $29,5 \text{ km}^2$.

Kryštalinikum

Granitoidné horniny tatrika sú nízko zvodnené s puklinovou priepustnosťou. Obeh podzemných vôd je viazaný na pukliny, zóny zvetrávania a porušenia masívu, ktoré podmieňujú vzájomnú komunikáciu obehu podzemných vôd kryštalinika s kvartérnymi sedimentmi. Priepustnosť sa s narastajúcou mocnosťou znižuje. Sú odvodňované prameňmi suťového typu s priemernými výdatnosťami do $0,1 - 0,2 \text{ l.s}^{-1}$, ďalej puklinového alebo tektonického pôvodu s výdatnosťou až niekoľko l.s^{-1} . Obeh podzemných vôd v horninách kryštalinika je plytký a z časového hľadiska ide o krátku dobu zdržania

v horninovom prostredí. 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 jarých 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. Tomuto privilegiu vďačí až niekoľko 100 m mocného pruhu triasových dolomitov a vápencov medzi Revúckou a Demänovskou dolinou. Vďaka tektonickej stavbe (vytvorenie vrásových elevácií a depresii) je výskyt typu a mocnosti 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 ponormi, horizontálny obeh vo freatickej a vertikálna cirkulácia vo vadóznej zóne, odvodňovanie vyvieraciami a ostatnými krasovými prameňmi.

Kvartér

Kvartérne sedimenty záujmového územia významne ovplyvňujú hydrogeologické pomery kryštalinika. Glacigénne morénové sedimenty sú z hľadiska priepustnosti budované veľmi priepustným materiálom (piesčitá, štrkovitá a balvanitá frakcia) a vytvárajú veľmi dobré podmienky pre infiltráciu atmosférických zrážok. Časť sa v nich akumuluje, časť presakuje do zóny porušenia a zvetrania skalného podložia a zvyšujúca časť zrážok vytvára povrchový odtok. Tieto sedimenty sa vyznačujú dobrým zvodnením. Majú stredný stupeň transmisivity s koeficientom filtrácie $1 \cdot 10^{-4} - 1 \cdot 10^{-3} \text{ m.s}^{-1}$. Ich akumulácia schopnosť je však pomerne nízka, čo spôsobuje, že podzemná voda preteká rýchlo cez morény ako podpovrchový podzemný prúd a rýchlo sa vracia na povrch v podobe prameňov na styku s podložnými horninami kryštalinika alebo na styku s menšie priepustnými, hlinitými polohami v morénových sedimentoch. Akumulácia schopnosť morénových sedimentov je znižovaná tiež hlbokým vrezaním povrchových tokov do morén. Časť vsiaknutých vôd prestupuje do porušeného horninového komplexu kryštalinika a zúčastňuje sa pomerne plytkého podpovrchového obehu. Podzemná voda sa zväčša vyskytuje v hĺbke 5 – 10 m.

Ostatné kvartérne sedimenty patria medzi málo zvodnené kolektory s nízkou a veľmi nízkou prietoknosťou

$1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-4}$ a $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$.

Hydrogeologická charakteristika lokality Lúčky

Okolie Lúčok predstavuje pôvodnú erózo-denudačnú zníženinu medzi Demänovskou a Priečnym potokom, ktorá vznikla v tektonicky oslabenej zóne trieštivou eróziou starších ľadovcov. Neskôr bola vyplnená sériami sedimentov kvartéru tavnými vodami mladších ľadovcov. Prevažne ide o: glacigénne uloženiny, glacifluviálne sedimenty a postglaciálne fluvialne uloženiny aluviálneho krytu okolia súčasných horských tokov.

Oblasť je budovaná obalovou sériou mezozoika (tatrikum) s neúplným vývojom jednotlivých členov: komplexom kremencov a pieskovcov (lúžňanské súvrstvie) a pieskovcovo-bridličnatým súvrstvom (verfenské vrstvy). Severnejšie vystupuje obalová séria tatrika na menších plochách, je extrémne redukovaná a plocho sa ponára pod krížňanský príkrov (veporikum). Tu je tvorená len kremencami

s vložkami pestrých bridlíc, na báze lokálne so zlepenkami, ďalej pestrými bridlicami a pieskovecami (spodný trias) a rauwakmi. Východne od Lúčok sú vymedzené lúžňanské súvrstvie a rauwaky spodného – (stredného) triasu – skýtu tatrika.

Na základe realizovaných vrtov a geofyzikálneho prieskumu možno povedať, že hranica medzi kryštalinikom a mezozoikom je na väčšine plochy lokality Lúčky prekrytá kvartérnymi sedimentmi s hrúbkou približne 30 - 90 m. Okrem rôznych geofyzikálnych prostredí boli identifikované aj subvertikálne odporové rozhrania (tektonika?), ktorých prevládajúcim smerom je SV – JZ. Pomerne výrazne sa prejavuje aj línia smeru SZZ – JVV.

Porovnaním týchto subvertikálnych hraníc odporových zmien (tektonických línií) so známymi „závrtmi“ (resp. prehĺbeninami v tvare závrto) sa ukázala zhoda – „závrty“ sú pravdepodobne viazané na predpokladané tektonické línie v podloží glaciogénnych sedimentov. Na základe uvedeného možno predbežne predpokladať, že zistené subvertikálne odporové rozhrania sú s najväčšou pravdepodobnosťou tektonickými poruchami, z ktorých niektoré môžeme pokladať za preferované cesty pre prúdenie podzemnej vody.

2.5 CHRÁNENÉ ÚZEMIA

Skúmané územie je súčasťou Národného parku Nízke Tatry (ďalej len „NP Nízke Tatry“), kde podľa zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny platí III. stupeň územnej ochrany a na území Chránenej vodohospodárskej oblasti Nízke Tatry – východná časť (ďalej len „CHVO Nízke Tatry“) vyhlásenej

NV SSR č. 13/1987 Z. z. o niektorých chránených oblastiach prirodzenej akumulácie vôd.

Lokalita bola zaradená do Zoznamu mokradí medzinárodného zoznamu 17.11.2006 pod číslom 1647. Jej plocha zaberá na povrchu 1448 ha. Ide o najreprezentatívnejšiu a zároveň najzraniteľnejšiu časť podzemného krasového a hydrologického systému Demänovskej doliny. Lokalita predstavuje reprezentatívny typ podzemných krasových a jaskynných hydrologických systémov. Vyznačuje sa prítomnosťou mnohých zraniteľných a ohrozených druhov jaskynnej fauny a zároveň reprezentuje lokalitu významnú z hľadiska zachovania biologickej diverzity jaskynných bezstavovcov Západných Karpát.

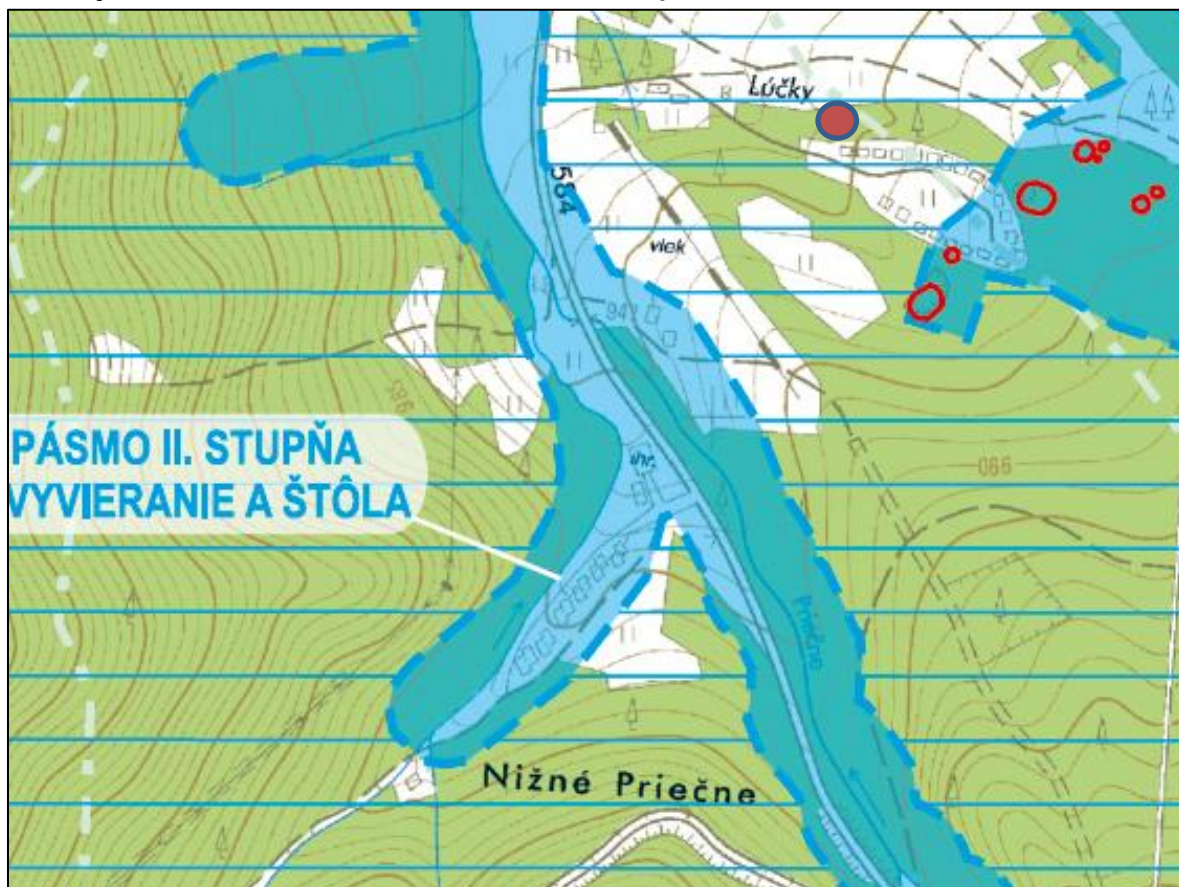
2.6 VYUŽÍVANIE A OCHRANA VÔD V ZÁUJMOVOM ÚZEMÍ

V súčasnej dobe najdôležitejším vodárenským zdrojom v Demänovskej doline a pre mesto Liptovský Mikuláš je odber vôd z vyvieracky krasového systému Demänovskej doliny vytvoreného v karbonátoch triasu krížňanského príkrovu - zdroj Vyvieranie. Režim podzemných vôd krasovej oblasti mezozoika, ich kvantita a kvalita priamo súvisí s povrchovými i podzemnými vodami vrchnej časti povodia, ktorá je budovaná horninami kryštalinika.

Ochranné pásma vodných zdrojov

Rozhodnutie, ktorým ustanovuje ochranné pásma na ochranu výdatnosti, akosti a zdravotnej nezávadnosti vodných zdrojov Demänovská Dolina pod číslom ŠVS 1920/1995–MK, vydal OBÚŽP

Liptovský Mikuláš, 7.11.1995. Skúmaná lokalita je súčasťou OP druhého stupňa vodárenského zdroja Vyvieranie a leží v oblasti so sprísnenými opatreniami. V súčasnosti, s využitím výsledkov prieskumu realizovaného v rokoch 2010 – 2012, je spracovávaný návrh na prehodnotenie OP vodárenských zdrojov v Demänovskej doline v súlade s Vyhláškou MŽP SR č. 29//2005 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o určovaní ochranných pásiem vodárenských zdrojov, o opatreniach na ochranu vôd a o technických úpravách v ochranných pásmach vodárenských zdrojov. **Podľa pripravovaného návrhu je skúmané územie súčasťou OP tretieho stupňa.**



Ochranné pásma vodárenských zdrojov Demänovská dolina pre SKV Liptovský Mikuláš boli vyhlásené OU-LM-OSZP-ŠVS-2015/00024-6/Mk zo dňa 8.10.2015.

V súčasnej dobe najdôležitejším vodárenským zdrojom v Demänovskej doline a pre mesto Liptovský Mikuláš je odber vôd z vyvieracky krasového systému Demänovskej doliny vytvoreného v karbonátoch triasu krížňanského príkrovu (zdroj Vyvieranie).

Režim podzemných vôd krasovej oblasti mezozoika, ich kvantita a kvalita priamo súvisí najmä s povrchovými vodami aj vrchnej časti povodia, ktorá je budovaná horninami kryštalinika. V území kryštalinika sa nachádzajú vodné zdroje využívané pre rekreačnú oblasť Demänová – Jasná.

Vodárenské zdroje v kryštaliniku reprezentované sú odberom z povrchového toku Zadná voda, v súčasnosti nevyužívaným odberom z prameňov P-12 a P-12a a prameňmi Luková, Rovná hoľa, Záhradky, Staré Koliesko a Pod Orlou skalou. Tieto vodné zdroje nemôžu byť navrhovanou činnosťou nijako dotknuté.

V blízkosti skúmaného územia je situovaný vrt LHG-2 (viď obrázok 2), ktorý slúži ako vodný zdroj pre objekty v okolí. Tento vodný zdroj má ochranné pásmo I. stupňa chrániace ústie vrtu. Ochranné pásmo II. stupňa vrtu LHG-2 vzhľadom na už existujúcu ochranu územia nebolo navrhnuté a vyhlásené.

Pre ochranné pásmo III. stupňa je požadované dodržiavať nasledovné opatrenia a zásady :

Všeobecné :

- Zásah do vymedzeného územia môže byť realizovaný len za vykonania zabezpečujúcich technických opatrení po prejednaní so zainteresovanými orgánmi a organizáciami.
- Územie je potrebné obhospodarovať tak, aby sa postupne vytvárali podmienky pre spomalenie odtoku vody a procesov erózie v celom území OP – na strmých úsekoch drobných vodných tokov, stržiach a erózných ryhách budovať hrádzky na zamedzenie odnosu materiálu pri prívalových dažďoch a pod..
- Všetky stavby a objekty vrátane inžinierskych sietí prechádzajúcich cez OP III. stupňa musia byť zabezpečené pred únikom nebezpečných, alebo znečisťujúcich látok do horninového prostredia, podzemnej alebo povrchovej vody.
- Odvedenie odpadových vôd musí byť zabezpečené tesnou kanalizáciou. V odôvodnených prípadoch ak nie je možné odvedenie vôd verejnou kanalizáciou, môžu byť splaškové vody z menších objektov po prečistení vypúšťané do horninového prostredia na základe výsledkov a odporúčaní hydrogeologického prieskumu. Odvedenie dažďových odpadových vôd je možné riešiť vsakovaním do horninového prostredia.
- Všetky stavby a činnosti je potrebné projektovať a vykonávať s dôrazom na ochranu územia pred eróziou, t.j. minimalizovať plochy narušenia pôdneho krytu, stavby realizovať v čo najkratšom čase tak, aby doba narušenia pôdneho krytu bola čo najkratšia, ihneď po ukončení stavby vykonať účinné protierózne opatrenia a obnovu narušeného povrchu.
- Pravidelne vykonávať kontrolu dodržiavania opatrení v celom vymedzenom rozsahu cestou správcu zdrojov v spolupráci s Okresným úradom Liptovský Mikuláš, odbor starostlivosti o ŽP a SIŽP.

Pre objekty a zariadenia cestovného ruchu a ostatné objekty a zariadenia :

- Odvedenie dažďových odpadových vôd je možné riešiť vsakovaním do horninového prostredia.
- Zabezpečiť vykonanie kontroly kamerovým systémom a v prípade potreby zabezpečiť rekonštrukciu kanalizačných prípojk.
- Kontrolu tesnosti kanalizačných prípojk vykonávať pravidelne najmenej 1 x za 10 rokov.
- Súčasťou spracovania projektu akýchkoľvek stavieb musí byť hydrogeologické posúdenie zamerané na overenie možného negatívneho vplyvu plánovanej stavby na množstvo a/alebo kvalitu podzemnej vody (stanovenie hrúbky kvartérnych sedimentov, typu a priepustnosti predkvartérneho podlažia, identifikácia krasových javov v území stavby, identifikácia hydraulického vzťahu podzemnej a povrchovej vody a vzťahu hodnotenej lokality k systému krasových vôd). Súčasťou posúdenia musí byť návrh na vykonanie hydrogeologického prieskumu v prípade, že existuje možnosť ohrozenia vôd, alebo zdôvodnenie prečo ohrozenie nie je reálne – tento posudok
- monitoring kvality podzemných a povrchových vôd musí byť vykonávaný v blízkosti všetkých objektov v ktorých sa nakladá, alebo bude nakladať s látkami ktoré môžu

zhoršiť kvalitu vôd (neverejné čerpace stanice PHM, dielne, lokálne ČOV, parkoviská, lapoly, kanalizácia).

Ramsarská lokalita Jaskyne Demänovskej doliny

Lokalita bola zaradená do Zoznamu mokradí medzinárodného zoznamu 17.11.2006 pod číslom 1647. Jej plocha zaberá na povrchu 1448 ha. Ide o najreprezentatívnejšiu a zároveň najzraniteľnejšiu časť podzemného krasového a hydrologického systému Demänovskej doliny. Lokalita predstavuje reprezentatívny typ podzemných krasových a jaskynných hydrologických systémov. Vyznačuje sa prítomnosťou mnohých zraniteľných a ohrozených druhov jaskynnej fauny a zároveň reprezentuje lokalitu významnú z hľadiska zachovania biologickej diverzity jaskynných bezstavovcov Západných Karpát.

2.7 PRESKÚMANOSŤ ÚZEMIA

V záujmovom území a jeho širšom okolí bolo v minulosti realizovaných viacero geologických úloh zameraných či už na kvantitatívne alebo kvalitatívne zhodnotenie hydrogeologického prostredia danej lokality, alebo posúdenie inžiniersko-geologických vlastností horninového prostredia.

Geologické a hydrogeologické pomery záujmového územia hodnotíme na základe prác:

1. Auxt, A. a kol., 2012 : Doplnkový hydrogeologický prieskum ramsarskej lokality – jaskyne Demänovskej doliny; záverečná správa
2. Auxt, A. a kol., 2013a : Demänovská dolina – Údolná stanica lanovej dráhy Lúčky – Priečno – hydrogeologický a inžinierskogeologický prieskum, záverečná správa
3. Auxt, A. a kol., 2013b : Demänovská dolina – Rezidence Lúčky - hydrogeologický prieskum a inžinierskogeologický prieskum, záverečná správa,
4. Auxt, A. a kol., 2013c : Demänovská Dolina, návrh ochranných pásiem vodárenských zdrojov
5. Auxt, A. a kol., 2017 : Demänovská Dolina – vodný zdroj pre Apartmánový dom Lúčky, hydrogeologický prieskum, záverečná správa

Zhodnotenie výsledkov geologických úloh realizovaných v blízkosti skúmaného územia

Auxt, A. a kol., 2012 : Doplnkový hydrogeologický prieskum ramsarskej lokality – jaskyne Demänovskej doliny; záverečná správa

Výsledky vykonaného prieskumu potvrdili zložitú geologickú stavbu a komplikované hydrogeologické pomery hodnoteného územia a zároveň aj vysokú zraniteľnosť krasového systému, najmä krasových podzemných vôd. Prieskum priniesol nové a zrejme prekvapujúce výsledky najmä pri detailnejšom poznaní geologickej stavby lokality Lúčky a preukázal smery prúdenia podzemných vôd a identifikoval lokality s priamym prepojením povrchových a krasových podzemných vôd :

- ponory v koryte povrchovej Demänovky pod jej sútokom so Zadnou vodou
- ponory pod sútokom povrchovej Demänovky s Priečnym potokom
- ponory v koryte povrchovej Demänovky nad jej sútokom s Priečnym potokom po sútok so Zadnou vodou
- tok v Machnatej dolinke

- tok v Pustej dolinke
- tok v dolinke Vyvieranie
- tok v dolinke Okno

Aj výsledky hydrometrovacích prác, režimových meraní a izotopových analýz dokumentujú prepojenie a významný vplyv povrchových vôd na krasové podzemné vody.

Na základe vykonaných prác a ich výsledkov pre zlepšenie ochrany krasových vôd autori doporučili ochranu krasových podzemných vôd sústrediť v prvom rade na vyššie uvedené miesta s veľmi vysokou zraniteľnosťou. Okrem toho bolo územie rozčlenené podľa zraniteľnosti na tri stupne.

Geologický popis vrtov realizovaných v rámci geologickej úlohy :

Vrt V-1 (925,1 m n. m.)			
hĺbka (m)	Popis	vyhodnotenie	
Podľa lit.3			
00,0 – 01,2	hnedá piesčitá hlina (v intervale 00,0-01,0 m s humusom)	Glacigénne sedimenty koncovej (čelnej) a ablačnej morény posledného štádiálu W ₃ glaciálu würm	K V A R T É R
01,2 – 02,0	siltovitá sľudnatá hlina s hrubozrnným sľudnatým pieskom		
02,0 – 03,5	siltovitá sľudnatá hlina s balvanmi granitoidov (Ø 10 – 15 cm)		
03,5 – 11,5	balvany až bloky granitoidov s hrubopiesčitou maticou bez hlíny		
11,5 – 16,8	hrubozrnný kremitý sľudnatý piesok s obliakmi a úlomkami granitoidov	Glacifluviálne sedimenty ľadovcových tavných vôd interštádiálu W ₁ /W ₂ , uložené v lokálnom ľadovcovom, prietochom hradenom jazere vyvinutom v bezprostrednej proglaciálnej zóne na báze celého komplexu	
16,8 – 24,0	žltkasto zvetrané sivozelené nevápnité íly v striedaní so sivohnedými vápnitými ílmi s hojným obsahom angulárnych až semioválnych úlomkov hornín prevažne kryštalinika (Ø 0,5 – 0,8 cm) s občasným výskytom úlomkov gutenstenských vápencov triasu		
24,0 – 54,0	sivohnedé vápnité silty až hrdzavoškvrité nevápnité íly s premenlivým obsahom strednozrnného až hrubozrnného kremenného piesku a angulárnych úlomkov svetlo- i tmavosivých vápnitých ílovcov a vápencov		
54,0 – 57,0	sivé nevápnité piesčité íly, smerom nadol s narastajúcim podielom drobozrnných (Ø 0,5 – 1,0 cm) úlomkov ílovcov, karbonátov, kremencov, granitoidov ako aj iných metamorfovaných hornín		
57,0 – 59,5	sivé nevápnité piesčité íly s úlomkami rauvakov, kremitých pieskovcov až kremitých brekcií	Pieskovcovo-bridličnaté súvrstvie verfenských vrstiev, tektonicky porušené v kontaktnej zóne tatrika a veporika	MEZOZOIKUM
59,5 – 65,0	pestrofarebné (červené, sivé až sivožlté) nevápnité íly až silty s premenlivým obsahom jemno- až strednozrnného piesku a výrazným podielom zmesi úlomkov ílovcov a kremenných pieskovcov		

Vrt V-2 (961,9 m n. m.)			
hĺbka (m)	popis	vyhodnotenie	
Podľa lit.3			
00,0 – 00,3	hnedá humózna hlina s občasnými okruhliakmi granitoidov ($\varnothing \leq 2,5$ cm)	Glacigénne sedimenty koncovej (čelnej) a ablačnej morény posledného štádiálu W ₃ , glaciálu würm, vyznačujú sa narastajúcim podielom hrubých klastov na báze vrchnej série	K V A R T É R
00,3 – 01,9	svetlohnedá piesčitá hlina a opracované balvany až bloky granitov, nadol s postupným prechodom do siltovito-piesčitých hlin		
01,9 – 03,2	svetlosivý siltovito-ílovitý piesok až piesčito-ílovitá svetlohnedá hlina		
03,2 – 04,0	piesčitá hlina s opracovanými balvanmi až blokmi granitoidov ($\varnothing 0,3 - 0,6$ m)		
04,0 – 05,6	svetlohnedá piesčitá hlina s úlomkami tmavosivých gutensteinských vápencov a dolomitov	Glacifluviálne sedimenty ľadovcových tavných vôd najmladšieho interštádiálu W ₂ /W ₃ , uložené v bezprostrednej proglaciálnej zóne vo forme výplavového kužela	K V A R T É R
05,6 – 07,5	svetlohnedá piesčitá hlina s prevahou balvanov až blokov granitoidov a rôznych druhov vápencov		
07,5 – 14,2	bloky granitoidov ($\varnothing 0,5 - 0,6$ m) vo výplni s hrubozrnným, kremitým sľudnatým pieskom, (7,5 m – piesčitá hlina so zvyškami organickej hmoty)	Glacigénne sedimenty koncovej (čelnej) morény štádiálu W ₂ glaciálu würm, druhotne mierne redeponované	
14,2 – 50,0	sivé ílovité, prevažne kremenné piesky v mnohopočetnom striedaní s vápnitou i nevápnitou ílovitou hlinou až ílom s premenlivým obsahom drobnozrnných úlomkov karbonatických hornín, (49,0 – 49,5 m – hrdzavo-hnedý nevápnitý íl s úlomkami karbonátov)	Glacifluviálne sedimenty ľadovcových tavných vôd interštádiálu W ₁ /W ₂ , uložené v lokálnom ľadovcovom, prietočnom a striedavo zapíňanom jazere s prvkami subaerických prvkov zvetrania sedimentu	

Vrt V-3 (986,6 m n. m.)			
hĺbka (m)	popis	vyhodnotenie	
Podľa lit.3			
00,0 – 00,8	hnedá hrubopiesčitá humusová hlina s drobnými úlokami ($\varnothing \leq 3$ cm) granitoidov	Glacigénne sedimenty typického valu čelnej morény posledného štádiálu W ₃ , glaciálu würm, vyznačujú sa hruboklastickým materiálom v celom profile s častým striedaním intraformačných vložiek hrubozrnných pieskov, siltov a drobnej horninovej drviný	K V A R T É R
00,8 – 03,1	piesčitá hlina s obliakmi ($\varnothing \leq 5$ cm) až balvanmi ($\varnothing \leq 10$ cm) granitoidov		
03,1 – 03,5	siltovitý jemnozrnný nevápnitý piesok		
03,5 – 05,0	suboválné balvany až bloky granitoidov ($\varnothing$ 0,3 – 0,5 m) vo výplni so strednozrnným kremitým sľudnatým pieskom		
05,0 – 07,0	jemnozrnný sľudnatý piesok		
07,0 – 15,0	balvany až bloky granitoidov vo výplni s nevápnitým hlinitým pieskom		
15,0 – 17,4	strednozrnné až hrubozrnné sľudnaté piesky s časťými úlomkami až balvanmi granitoidov		
17,4 – 17,8	balvan tmavosivého gutensteinského vápenca s časťými kalcitovými žilkami		
17,8 – 22,0	blok sivého vápenca až dolomitického vápenca na vrstevnej ploche s tektonickým zrkadlom		
22,0 – 22,5	strednozrnný kremitý sľudnatý piesok s drobnými úlomkami granitoidov		
22,5 – 28,9	jemnozrnný svetlosivý sľudnatý nevápnitý piesok s ojedinelými úlomkami	Glacifluviálne	

	kremitých bridlíc a kremenca	sedimenty interštadiálu W ₂ /W ₃ , uložené v proglaciálnej zóne vo forme výplavového kužľa	
28,9 – 39,7	bloky svetlohnedých kremencov, tmavosivých kremitých bridlíc a kremenných pieskovcov spodného triasu (benkovské súvrstvie) vo výplni so strednozrnným kremenným i jemnozrnným vápnitým pieskom	Glacigénne sedimenty erózneho zvyšku bazálnej časti čelnej morény štadiálu W ₂ glaciálu würm	
39,7 – 41,8	strednozrnný kremitý sľudnatý piesok s úlomkami tmavosivých gutensteinských dolomitov a vápencov (v intervale 41,0 – 41,8 m – hrubozrnný vápnitý piesok s úlomkami karbonátov)		
41,8 – 45,1	jemnozrnný kremitý sľudnatý piesok s premenlivým obsahom úlomkov tmavosivých gutensteinských vápencov až dolomitov	Glacifluviálne sedimenty interštadiálu W ₁ /W ₂ , tavných vôd	
45,1 – 47,5	svetlosivý jemnozrnný sľudnatý piesok s úlomkami kremenca (karbonáty absentujú)	proglaciálnej zóny	
47,5 – 51,1	jemnozrnný kremitý sľudnatý piesok s premenlivým obsahom úlomkov kremencov, zelenosivých nevápntých bridlíc a tmavosivých gutensteinských vápencov až dolomitov	okraja čelnej morény a prietočného jazera	
51,1 – 60,0	ružovkastý až zelenosivý kremenec a pestrofarebný (zelenosivý, tmavosivý) nevápntý ílovec		MEZOZOIKUM
61,0 – 64,7	hrubozrnný ružovkastý kremenný piesok s úlomkami kremencov spodného triasu (rozvetrané kremence, kremenné pieskovce, resp. vrtná drť)	Kremence, kremenné pieskovce, pestré bridlice a rauwacky <i>lúžňanského súvrstvia</i>	
64,7 – 65,0	ružové kremence spodného triasu		

Vrt V-4 (909,26 m n. m.)			
hĺbka (m)	Popis		vek
	Podľa lit.5		
00,0 – 00,2	hnedá piesčitá hlina s humusom	Glacigénne sedimenty	kvartér
00,2 – 02,1	piesčitý štrk kremitý s úlomkami granitoidov do 5 cm		
02,1 – 07,4	hlinito-kamenitá suť s balvanmi granitoidov do 30 cm, prevažne do 10 cm		
07,4 – 08,0	balvan granitoidu		
08,0 – 09,5	hlinito-kamenitá suť s balvanmi granitoidov do 30 cm, prevažne do 10 cm		
09,5 – 17,5	dolomitické brekcie a zlepenice, menej tmavé bridlice porušené, pukliny vyplnené hlinito piesčitým materiálom prevládajú nad celistvými horninami – vrstva je charakteru hlinito – kamenitej sute s úlomkami uvedených hornín	Verfén a rauwaky (spodný trias)	mezo.
18,5 - 30,0	silne porušené rozpukané vrstevnaté vápence so známami vodnej erózie (krasovatenia), svetlé, v intervale 24,0-24,5 tmavo sivé až tmavozelené celistvejšie úseky : 22,7 – 23,6; 27,8 – 28,8 silne porušené : 22,0 – 22,5; 24,8 – 25,5; 27,0 – 27,4; 29,5 – 30,5 silne porušené úseky obsahujú vysoké % hlinitého a ílovito piesčitého materiálu	Gutensteinské vrstvy (stredný trias)	meozoikum
Hladina PV narazená : 29,85 m p.t., ustálená 30,14 m p.t.			

Auxt, A. a kol., 2013a : Demänovská dolina – Údolná stanica lanovej dráhy Lúčky – Priečno

Geologickými prácami boli zisťované inžinierskogeologické pomery pre tri rôzne stavby.

Inžinierskogeologické pomery pod technicko-hospodárskym objektom boli zisťované prostredníctvom vrtu LIG-1. Na povrchu územia do hĺbky 0,6 m boli zistené zeminy s prímiesou organických látok. Pod

pokryvnou vrstvou sa do hĺbky 1,5 m pod terénom nachádzali silty so strednou plasticitou, ktoré v zmysle STN 72 1001 patria medzi jemnozrnné zeminy triedy **F5, symbol MI**. Od hĺbky 1,5 m do 3,2 m pod terénom boli prieskumom identifikované piesky ílovité, ktoré v zmysle STN 72 1001 patria medzi piesčité zeminy triedy **S5, symbol SC**. V hĺbkach od 3,2 do 3,5 m, od 4,0 do 4,5 m a od 5,2 do 6,1 m sa na území nachádzali zvetrané vápnité íly, tvrdej konzistencie, strednej plasticity. V zmysle STN 72 1001 patria medzi jemnozrnné zeminy triedy **F6, symbol CI**. Medzi vrstvami ílov tvrdej konzistencie boli identifikované do hĺbky 5,2 m pod terénom íly piesčité tuhej až pevnej konzistencie, hnedej farby. Výplň tvoril hrubozrnný piesok a úlomky karbonátov (do 20 %) priemerov od 1 do 3 cm. V zmysle STN 72 1001 patria medzi jemnozrnné zeminy triedy **F4, symbol CS**. Od hĺbky 6,1 m do 10,0 m boli v skúmanom území identifikované eluviálne sedimenty. Jednalo sa o íly štrkovité, sivej, miestami bordovej farby, stredne plastické, tuhé až pevné. Štrkovú výplň tvorili zväčša ostrohranné úlomky karbonátov, prevažne šedých a bordových bridlíc. V zmysle STN 72 1001 možno tieto zeminy zaradiť medzi jemnozrnné zeminy triedy **F2, symbol CG**. Od hĺbky 10,5 m do 11,2 m boli identifikované úplne rozložené horniny mezozoika. Na základe ich vlastností ich autori zaradili medzi íly štrkovité, tmavo hnedej farby, stredne plastické, tuhé až pevné. V zmysle STN 72 1001 možno tieto zeminy zaradiť medzi jemnozrnné zeminy triedy **F2, symbol CG**.

Inžinierskogeologické pomery pod lanovkou boli zisťované prostredníctvom vrtu LIG-2. Na území sa do hĺbky 0,5 m nachádzali zeminy s prímесou organických látok. Pod pokryvnou vrstvou sa do hĺbky 1,5 m pod terénom nachádzali silty piesčité, ktoré v zmysle STN 72 1001 patria medzi jemnozrnné zeminy triedy **F3, symbol MS**. Od hĺbky 1,5 m do 2,8 m pod terénom boli prieskumom identifikované piesky ílovité, ktoré v zmysle STN 72 1001 patria medzi piesčité zeminy triedy **S5, symbol SC**. V hĺbkach od 2,8 do 3,4 m a od 4,9 do 5,0 m boli zistené zvetrané vápnité íly, tvrdej konzistencie, strednej plasticity. V zmysle STN 72 1001 patria medzi jemnozrnné zeminy triedy **F6, symbol CI**. Medzi vrstvami ílov tvrdej konzistencie v intervale 3,4 – 4,9 m pod terénom boli identifikované silty piesčité pevnej konzistencie, hnedej až hrdzavo hnedej farby triedy **F3, symbol MS**. Od hĺbky 5,0 m do 5,8 m boli v skúmanom území identifikované eluviálne sedimenty. Jednalo sa o íly štrkovité, hnedej farby, stredne plastické, tuhé až pevné triedy **F2, symbol CG**. Od 5,8 m sme do konečnej hĺbky vrtu 11,0 m boli identifikované horniny mezozoika v rôznom stupni zvetrania, ktoré autori na základe ich charakteru a laboratórnym skúškam zaradili do triedy **F2, symbol CG**.

Inžinierskogeologické pomery pod objektom garáže sedačiek boli zisťované prostredníctvom vrtu LIG-3. Základovú škáru pre hodnotený objekt, ktorá bola plánovaná v hĺbke 5,00 m tvorili eluviálne íly piesčité triedy **F4, symbol CS**. Pod eluviálnymi sedimentmi boli na skúmanom území identifikované horniny mezozoika v rôznom stupni zvetrania ktoré autori na základe ich charakteru a laboratórnym skúškam zaradili obdobne ako v predošlých prípadoch do triedy **F2, symbol CG**.

Auxt, A. a kol., 2013b : Demänovská dolina – Rezidencie Lúčky

Inžinierskogeologické pomery staveniska boli vyhodnotené na základe realizovaných vrtov I-1 až I-5 (každý z nich hlboký 5 m) a hydrogeologického vrtu V-4 (hlboký 30 m). Na skúmanom území boli identifikované horniny kvartéru (morénové sedimenty) a mezozoika. Z hľadiska stability je možné územie a jeho okolie označiť v súčasnosti ako vysoko stabilné.

Formácia kvartérnych morénových sedimentov – je budovaná štrkovito – siltovito - piesčitým materiálom, s výskytom balvanov do 25 %. Vrtmi I-1 až I-5 boli morénové sedimenty zistené do hĺbky 5

m pod úrovňou terénu, podľa vrtu V-4 dosahujú hrúbku 9,0 m - od 0,50 m – 9,50 m pod terénom. V zmysle STN 72 1001 možno identifikované morénové sedimenty zaradiť medzi štrkovité zeminy tried G3 až G4 a piesčité zeminy tried S3 až S5.

Horniny mezozoika – boli identifikované iba vo vrte V-4, a to od hĺbky 9,5 m od terénu (899,76 m n. m.). Tvorené sú prevažne z porušených vápencov, dolomitov, dolomitických zlepenčov a brekcií. V zmysle STN 72 1001 možno identifikované horniny mezozoika zaradiť do triedy R5.

Auxt, A. a kol., 2013c : Demänovská Dolina, návrh ochranných pásiem vodárenských zdrojov

Návrh ochranných pásiem bol spracovaný pre Liptovskú vodárenskú spoločnosť a.s. a bol podkladom pre ich vyhlásenie Rozhodnutím Okresného úradu Liptovský Mikuláš, odboru starostlivosti o životné prostredie - úseku štátnej vodnej správy č. OU-LM-OSZP-ŠVS - 2015/000241–6/Mk zo dňa 8.10.2015. Ochranné pásma sú popísané v kapitole 2.6.

Auxt, A. a kol., 2017 : Demänovská Dolina – vodný zdroj pre Apartmánový dom Lúčky, hydrogeologický prieskum, záverečná správa

Predmetom objednávky bola realizácia hydrogeologického prieskumu zameraného na overenie zdroja vody pre apartmánový dom (t.č. vo výstavbe) na parcelách 2944/61, 2944/2, 2944/59, 2944/5, 2944/42, 2955/2 v Demänovskej Doline - Lúčkach. Pre tento účel boli realizované vrty A-1 a A-2. Objednávateľ plánuje podzemnú vodu využívať pre zásobovanie objektu pitnou a úžitkovou vodou. Súčasťou hydrogeologického prieskumu je aj hodnotenie využiteľného množstva vody z existujúceho vrtu LHG-2, ktorý zostane zdrojom pitnej vody pre objekty ktoré sú z neho zásobované doteraz.

Súbežne s úlohou podrobného hydrogeologického prieskumu pre apartmánový dom spoločnosti APAL bola riešená aj úloha podrobného hydrogeologického prieskumu „Demänovská Dolina – Lúčky, polyfunkčný objekt p.č. 2944/45, 2944/38, vrty pre tepelné čerpadlo“. V rámci úlohy boli realizované vrt B-1 (čerpací pre tepelné čerpadlo) a B-2 (infiltračný pre odvádzanie vody z tepelného čerpadla). Polyfunkčný objekt je v bezprostrednej blízkosti apartmánového domu APAL. Vzájomná poloha vrtu LHG-2 a nových vrto A-1 a A-2 pre apartmánový dom a vrtu B-1 pre susediaci polyfunkčný objekt bola dôvodom predpokladu, že vrty sa budú navzájom ovplyvňovať. Preto bola realizovaná spoločná čerpacia skúška a využiteľné množstvá sú hodnotené pre využívanie vrto LHG-1, A-1, A-2 a B-1 spoločne v citovanej záverečnej správe. Výsledkom riešenia úlohy je návrh využiteľných množstiev vôd.

Geologický popis realizovaných vrto:

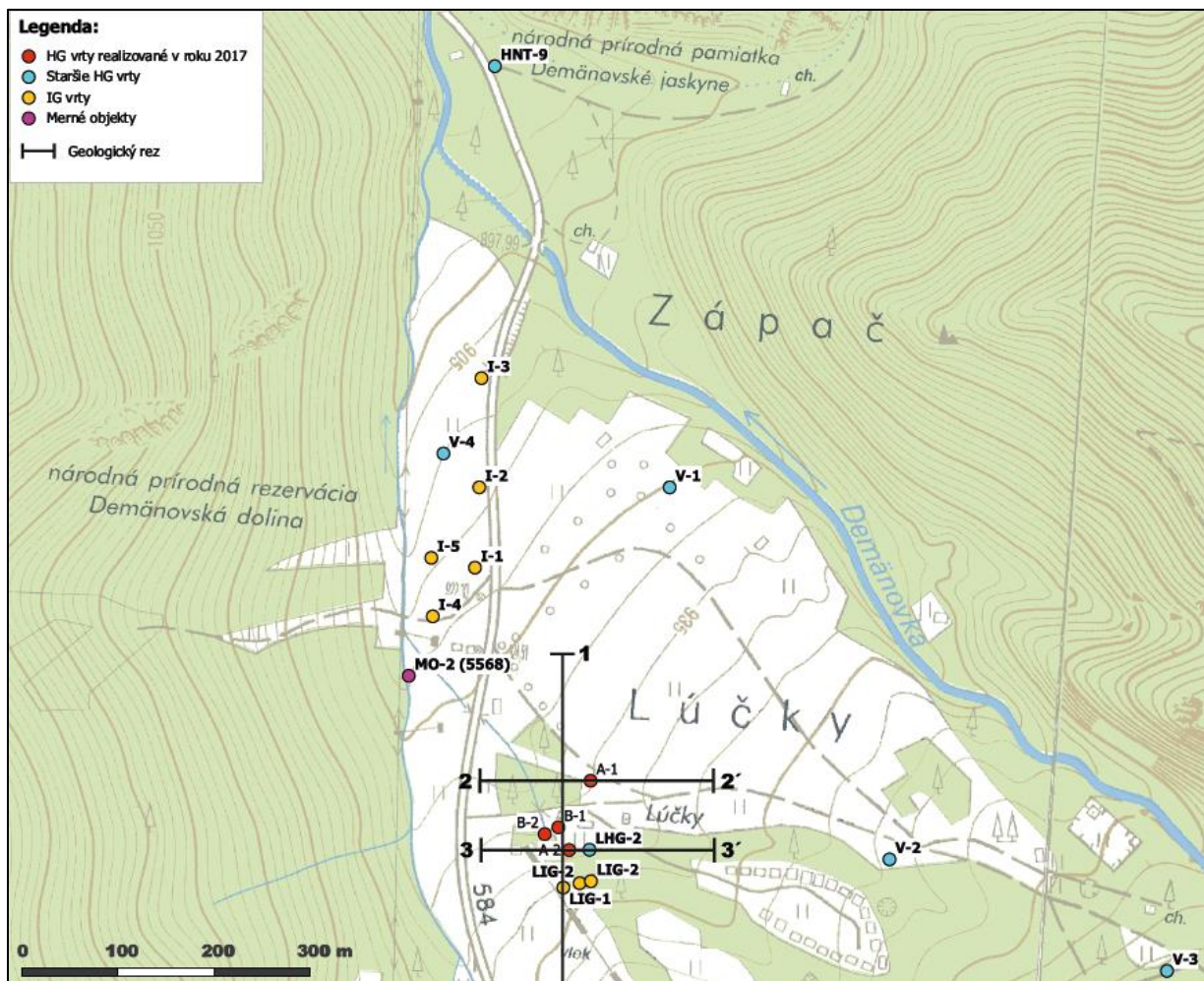
Vrt A-1 (935,65 m n. m.)			
hĺbka (m)	Popis		vek
	Podľa lit. 7		
00,0 – 00,5	Hnedá piesčitá hlina s humusom	Glacigénne a glaciľuviálne sedimenty	Kvartér
00,5 – 02,0	Piesčitý štrk kremitý s úlomkami granitoidov		
02,0 – 14,0	Hlinito-kamenitá suť s balvanmi granitoidov		
14,0 – 70,0	Sivé íľovité, prevažne kremenné piesky a silty s úlomkami karbonatických hornín a ružových pieskovcov a kremencov, v hornej časti (cca do 30 m) prevládajú íľovce s úlomkami karbonátov, s hĺbkou pribúda podiel pieskovcov a kremencov		
70,0 – 72,0	Porušené dolomity so známami krasovatenia	Rauwaky	Mezo-zoikum
Hladina PV narazená : 30,5 m p.t., ustálená 21,58 m p.t.			

Vrt A-2 (937,73 m n. m.)			
hĺbka (m p.t.)	Popis		vek
	Podľa lit. 7		
00,0 – 01,5	Hlinito kamenitá navážka	Glacigénne a glaciľuviálne sedimenty	Kvartér
01,5 – 07,0	Hlinito kamenité sedimenty s prevahou balvanov granitoidov		
07,0 – 30,0	Bridlice, pieskovce a dolomitické brekcie	Verfén (spodný trias)	Mezo-zoikum
Hladina PV narazená : 3,9 m p.t., ustálená 3,85 m p.t.			

Vrt B-1 (935,64 m n. m.)			
hĺbka (m p.t.)	Popis		vek
	Podľa lit. 7		
00,0 – 01,5	Hlinito kamenitá navážka	Glacigénne a glaciľuviálne sedimenty	Kvartér
01,5 – 07,5	Hlinito kamenité sedimenty s prevahou balvanov granitoidov		
07,5 – 30,0	Bridlice, pieskovce a dolomitické brekcie	Verfén (spodný trias)	Mezo-zoikum
Hladina PV narazená : 3,9 m p.t., ustálená 3,85 m p.t.			

Vrt B-2 (935,12 m n. m.)			
hĺbka (m p.t.)	Popis		vek
	Podľa lit. 7		
00,0 – 01,0	Hlinito kamenitá navážka	Glacigénne a glaciľuviálne sedimenty	Kvartér
01,0 – 07,0	Hlinito kamenité sedimenty s prevahou balvanov granitoidov		
07,0 – 10,0	Bridlice, pieskovce a dolomitické brekcie	Verfén (spodný trias)	Mezo-zoikum
Hladina PV narazená : 4,3 m p.t., ustálená 4,25 m p.t.			

Vrt LHG-2 (939,35 m n. m.)			
hĺbka (m)	Popis		vek
00,0 – 00,5	Hnedá piesčitá hlina s humusom	Glacigénne a glacifluviálne sedimenty	Kvarτέρ
00,5 – 02,0	Piesčitý štrk kremitý s úlomkami granitoidov		
02,0 – 06,0	Hlinito-kamenitá suť s balvanmi granitoidov		
06,0 – 48,0	Sivé ílovité, prevažne kremenné piesky a silty s úlomkami karbonatických hornín		
Hladina PV narazená : 20,0 m p.t., 20,09 m p.t.			



OBR. Č. 2: SITUÁCIA REALIZOVANÝCH VRTOV V SKÚMANEJ OBLASTI

3. VÝSLEDKY RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

3.1 PREDPOKLADANÉ INŽINIERSKOGEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMERY STAVENISKA A GEOTECHNICKÉ VLASTNOSTI ZEMÍN

Inžinierskogeologické pomery staveniska sú odvodené na základe výsledkov hydrogeologických a inžinierskogeologických prieskumov, podrobne popísaných v kapitole 2.7.

Na území budúcej výstavby chaty Horskej záchranej služby predpokladáme obdobné inžinierskogeologické pomery aké boli identifikované pod objektmi údolnej stanice lanovej dráhy Lúčky – Priečno.

Na území predpokladáme do hĺbky 0,5 m výskyt zemín s prímесou organických látok. Do hĺbky premŕzania pôdy (1,5 m pod terénom) a tesne pod ňou budú v skúmanom území vystupovať siltý piesčité, ktoré v zmysle STN 72 1001 patria medzi jemnozrnné zeminy triedy **F3, symbol MS**. Od hĺbky 1,5 m do 5,0 m pod terénom predpokladáme výskyt morénových sedimentov charakteru pieskov ílovitých (**S5, symbol SC**). Uvedená vrstva bude s vysokou pravdepodobnosťou obsahovať aj kamenitú a balvanovitú frakciu – cca 20 – 30 %.

Od hĺbky 5,0 m do 6,0 m možno v skúmanom území očakávať prítomnosť eluviálnych sedimentov charakteru ílov štrkovitých, pevnej konzistencie triedy **F2, symbol CG**. Od hĺbky cca 6,0 m pod terénom predpokladáme výskyt hornín mezozoika v rôznom stupni zvetrania, ktoré do hĺbky cca 2,0 m svojim charakterom zodpovedajú skôr zeminám triedy **F2, symbol CG**.

Súvislú hladinu podzemnej vody možno očakávať vo vrstvách eluviálnych sedimentov, teda v úrovni 5,0 m pod terénom. Podzemné vody v tejto oblasti vykazujú neagresívne, resp. slabo agresívne uhlíkaté chemické prostredie (XA1) na základové betónové konštrukcie, na styku so železom vykazujú zvýšenú agresivitu prostredia (agresivita prostredia III).

Z geologických prác popísaných v kapitole 2.7 možno predpokladať aj mierne odlišné základové pomery aké boli prezentované vyššie v texte. Priamo na predmetnom pozemku, resp. severne od neho možno očakávať tektonickú líniu oddeľujúcu komplex hornín mezozoika a komplex glaciálnych a glacifluviálnych sedimentov, ktoré nad tektonickou líniou môžu dosahovať aj 70 m. Uvedenú skutočnosť dokumentujú blízke archívne vrty LHG-2, A-1 a V-2.

Z inžinierskogeologického hľadiska to znamená, že základovú škáru v hĺbke väčšej ako hĺbka premŕzania (1,5 m pod upraveným terénom) budú tvoriť rovnako ako v prvom prípade morénové sedimenty charakteru pieskov ílovitých (**S5, symbol SC**), pričom podiel balvanovitej zložky môže byť vyšší, až 40 % a viac. Uvedené sedimenty možno očakávať až do spomínanej hĺbky 70 m. Hydrogeologické pomery zodpovedajú geologickej stavbe – morénovým sedimentom. Hladinu podzemnej vody v komplexe čisto morénových sedimentov možno očakávať v hĺbke okolo 20 m pod terénom.

Tabuľka 9. – Pevnostno-deformačné charakteristiky siltov piesčitých

triedy alebo popis zemín		F3 MS tuhá až pevná konzistencia
objemová tiaž	γ [kN.m ³]	18,0
parametre efektívnej šmykovej pevnosti	ϕ_{ef} [°]	26
	c_{ef} [kPa]	8 - 12
parametre totálnej šmykovej pevnosti	ϕ_u [°]	0
	c_u [kPa]	60
modul pretvárnosti	E_{def} [MPa]	6 - 8
tab. výp. únosnosť (hlbka založenia 1,5 m, šírka základu $\leq 3,0$ m)	R_{dt} [kPa]	175

Tabuľka 10. – Pevnostno-deformačné charakteristiky pieskov ílovitých

triedy alebo popis zemín		S5 SC stredne uľahlé až uľahlé
objemová tiaž	γ [kN.m ³]	18,5
parametre efektívnej šmykovej pevnosti	ϕ_{ef} [°]	26
	c_{ef} [kPa]	4
parametre totálnej šmykovej pevnosti	ϕ_u [°]	-
	c_u [kPa]	-
modul pretvárnosti	E_{def} [MPa]	5 - 12
tab. výp. únosnosť (hlbka založenia 1,5 m, šírka základu 0,5 m / 1,0 m)	R_{dt} [kPa]	125/175

Tabuľka 11. – Pevnostno-deformačné charakteristiky ílov štrkovitých

triedy alebo popis zemín		F2 G-F pevná konzistencia
objemová tiaž	γ [kN.m ³]	19,5
parametre efektívnej šmykovej pevnosti	ϕ_{ef} [°]	24 - 30
	c_{ef} [kPa]	18
parametre totálnej šmykovej pevnosti	ϕ_u [°]	10
	c_u [kPa]	60
modul pretvárnosti	E_{def} [MPa]	12 - 15
tab. výp. únosnosť (hlbka založenia 1,5 m, šírka základu $\leq 3,0$ m)	R_{dt} [kPa]	275

3.2 PODMIENKY A SPÔSOB ZAKLADANIA

Z výsledkov realizovaného podrobného inžinierskogeologického prieskumu vyplýva, že skúmané územie posudzované ako celok vykazuje jednoduché základové pomery. Na základe uvedeného zaraďujeme geotechnické konštrukcie do 1. geotechnickej kategórie.

Základovú škáru budú v požadovanej hĺbke zakladania vzhľadom na premfzanie tvoriť horniny s dostatočnou únosnosťou (zeminy triedy S5, prípadne zeminy triedy F3). Menší problém pri výbere vhodného základu predstavuje charakter morénových sedimentov. Z inžinierskogeologického hľadiska sa totiž vzhľadom na prítomnosť balvanov jedná o heterogénny materiál s rozdielnymi fyzikálno-mechanickými vlastnosťami. Preto odporúčame pod základ realizovať roznášací štrkový vankúš minimálnej hrúbky 35 cm. Navrhujeme ho realizovať po vrstvách, pričom spodnú vrstvu by tvoril zhutnený štrk hrubšej frakcie a postupne by sa na ňu ukladali a zhutňovali vrstvy so štrkom jemnejšej frakcie. Pri návrhu optimálnej hrúbky základu odporúčame použiť smerné charakteristiky zemín a hornín uvedené v kapitole 3.1.

Podzemná voda

Ako už bolo uvedené, prítomnosť súvislej hladiny podzemnej vody možno očakávať v hĺbke väčšej ako 5,0 m pod terénom, v prípadne až v hĺbke 20 m pod terénom. Pri návrhoch základov preto nie je potrebné počítať s účinkami podzemnej vody, ani s jej čerpaním zo stavebnej jamy. Keďže však v čase mimoriadne intenzívnych zrážok nevylučujeme vznik občasného zvodnenia morénových sedimentov siahajúcich k základovej škáre, odporúčame okolo objektu realizáciu obvodovej drenáže, ktorú je potrebné umiestniť minimálne 0,50 m pod základovú škáru.

Odporúčanie:

Pred zahájením výkopových prác pre základovú konštrukciu je nutné vyššie uvedené inžinierskogeologické pomery základovej škáry overiť minimálne dvomi kopanými sondami do hĺbky 3,5 m pod terénom. Uvedené práce je nutné vykonať za prítomnosti geológa s odbornou spôsobilosťou na inžinierskogeologický prieskum v zmysle zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon). Odhadovaná čiastka za geologické činnosti je 150.00 € bez DPH.

3.3 POSÚDENIE STABILITY ÚZEMIA

Z hľadiska stability je možné územie a jeho okolie označiť v súčasnosti ako stabilné, bez zjavných znakov zosuvnej činnosti.

3.4 KATEGORIZÁCIA ZEMÍN

V zmysle STN 73 3050 „Zemné práce“, zaraďujeme popisované zeminy do nasledovných tried ťažiteľnosti :

- pôda tr. 2 - 3
- zeminy triedy F3 tr. 3
- hrubozrnné piesčité sedimenty (S5) tr. 3 – 6 (tr. 5 - 6 pre výskyt balvanov)

3.5 SEIZMICITA ÚZEMIA

Podľa STN EN 1998-1 (STN 73 0036) hodnotené územie patrí do oblasti, v ktorej sa v historicky známom období vyskytli seizmické otrasy o intenzite 7° MSK-64. Územie sa nachádza v štvrtej zdrojovej oblasti seizmického rizika so základným seizmickým zrýchlením $a_{gR} = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$. Základné seizmické zrýchlenie zodpovedá zemetraseniu s periódou výskytu 475 rokov a vzťahuje sa na stavebné objekty so súčiniteľom významnosti $\gamma = 1,0$ a priemernou životnosťou 50 – 100 rokov. Z hľadiska kategorizácie podlažia zaraďujeme územie budúceho staveniska do kategórie B, podlažie tvorené horninami mezozoika do kategórie A.

4. ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY A OSOBNÝCH PRAMEŇOV

- ✚ Nariadenie vlády Slovenskej socialistickej republiky č. 13/1987 Zb. o niektorých chránených oblastiach prirodzenej akumulácie vôd
- ✚ Nariadenie vlády č. 354/2006 Z. z., ktorým sa ustanovujú požiadavky na vodu určenú na ľudskú spotrebu a kontrolu kvality vody určenej na ľudskú spotrebu v znení neskorších predpisov,
- ✚ STN 72 1001 Klasifikácia zemín a skalných hornín.
- ✚ STN 73 0090 Geologický prieskum pre stavebné účely.
- ✚ STN 73 1001 Geotechnické konštrukcie – zakladanie stavieb.
- ✚ STN 73 3050 Zemné práce.
- ✚ STN EN 1998-1 (STN 73 0036) Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť.
- ✚ STN EN 206-1 – hodnotenie agresívnych vlastností podzemnej vody na betónové konštrukcie.
- ✚ STN 03 8375 Agresivita pôd a vôd na oceľ.
- ✚ Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon).
- ✚ Zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny.
- ✚ Zákon č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov
- ✚ Vyhláška MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov.
- ✚ Auxt, A. a kol., 2012 : Doplnkový hydrogeologický prieskum ramsarskej lokality – jaskyne Demänovskej doliny; záverečná správa.
- ✚ Auxt, A. a kol., 2013 : Demänovská dolina – Údolná stanica lanovej dráhy Lúčky – Priečno – hydrogeologický prieskum, záverečná správa.
- ✚ Auxt, A. a kol., 2013 : Demänovská dolina – Rezidencie Lúčky - hydrogeologický prieskum, záverečná správa.
- ✚ Auxt, A. a kol., 2013 : Demänovská Dolina, návrh ochranných pásiem vodárenských zdrojov.
- ✚ Auxt, A. a kol., 2017 : Demänovská Dolina – vodný zdroj pre Apartmánový dom Lúčky, hydrogeologický prieskum, záverečná správa
- ✚ Biely, A., a kol., 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier. ŠGÚDŠ Bratislava.
- ✚ Šuba J. et al, 1984: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava.