

Modernizácia železničnej trate

**Žilina - Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš -  
Poprad Tatry (mimo), 5. etapa**

Projekt monitorovania  
podzemných a povrchových vôd

**Banská Bystrica, apríl 2024**

**Objednávateľ:****REHING CONSULT, a. s.**

Tomášikova 14366/64A, 831 04 Bratislava

**Zhotoviteľ geologických prác:****ENVIGEO, a. s.**

Kynceľovská cesta 2/8, 974 01 Banská Bystrica

**Názov stavby:**

Modernizácia železničnej trate Žilina - Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš - Poprad Tatry (mimo), 5. etapa

**Názov geologickej úlohy:**

Projekt monitorovania podzemných a povrchových vôd

**Číslo geologickej úlohy:**

42/0608/5/24 (Reming), 12001 (ENVIGEO)

**Druh geologických prác:**

monitorovanie geologických faktorov životného prostredia

**Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy:**RNDr. Jaroslav Schwarz  
odborná spôsobilosť 25/2021

.....

**Schválenie projektu geologickej úlohy:**

Štatutár objednávateľa:

Ing. Dalibor Krupa  
predseda predstavenstva

.....

Dátum:

.....

## Obsah

<b>A. GEOLOGICKÁ ČASŤ .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Úvod.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Cieľ geologickej úlohy.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Všeobecné údaje .....</b>	<b>4</b>
3.1 Miestopisné určenie skúmaného územia.....	4
3.2 Prírodné pomery.....	6
3.2.1 Geomorfologická charakteristika .....	6
3.2.2 Klimatická charakteristika.....	6
3.2.3 Geologické pomery .....	6
3.2.4 Hydrogeologické pomery .....	8
3.2.5 Chránené územia .....	9
<b>4. Doterajšia geologická preskúmanosť .....</b>	<b>13</b>
<b>5. Druh, špecifikácia, počet a rozsah geologických prác.....</b>	<b>14</b>
5.1 Monitorovanie povrchových vôd .....	14
5.1.1 Metodika odberu vzoriek povrchových vôd.....	14
5.1.2 Rozsah sledovaných ukazovateľov .....	15
5.2 Monitorovanie podzemných vôd.....	15
5.2.1 Metodika odberu vzoriek podzemných vôd.....	15
5.2.2 Miesta odberu vzoriek podzemných vôd .....	16
5.2.3 Laboratórne práce.....	17
5.3 Geologické činnosti.....	18
<b>6. Záver.....</b>	<b>19</b>
<b>B. TECHNICKÁ ČASŤ.....</b>	<b>20</b>
<b>C. HARMONOGRAM PRÁC .....</b>	<b>20</b>
<b>D. ROZPOČET PRÁC .....</b>	<b>21</b>
<b>E. AUTORI A PODPISY.....</b>	<b>22</b>

## Prílohy

Príloha č. 1 Položkový rozpočet geologickej úlohy / výkaz výmer

Príloha č. 2 Revízia existujúcich HG vrtov v trase železnice (stav k 04.04.2024)

Príloha č. 3 Situácia objektov podzemných a povrchových vôd navrhnutých na monitorovanie  
(Časť A, B, C)

Príloha č. 4 Situačná mapa s vyznačením prvkov ochrany prírody a krajiny

## A. GEOLOGICKÁ ČASŤ

### 1. Úvod

Projekt geologickej úlohy je vypracovaný na základe objednávky č. 42/0608/5/24 spoločnosti REMING CONSULT, a.s., Bratislava zo dňa 04.03.2024.

Monitorovanie geologických faktorov životného prostredia, čo je druh prác riešených predkladaným projektom, sa riadi ustanoveniami zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach v znení neskorších predpisov (geologický zákon) a vyhlášky Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov.

### 2. Cieľ geologickej úlohy

Hlavným cieľom monitorovania geologických faktorov životného prostredia v danom úseku železničnej trate je sledovanie kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov podzemných a povrchových vôd a ich zmien, vzťahujúcich sa k budovaniu a prevádzke železničnej trate (pred výstavbou, počas výstavby, v čase prevádzky). Zistené hodnoty majú slúžiť na objektívne poznanie charakteristík životného prostredia a hodnotenie ich zmien v sledovanej oblasti.

Monitorovanie zložiek životného prostredia, za účelom posúdenia vplyvu líniovej stavby na zložky životného prostredia bude vykonávané v troch etapách:

- monitorovanie pred začatím výstavby, pre získanie vstupných informačných údajov o kvalite monitorovaných zložiek životného prostredia,
- monitorovanie počas výstavby, vykonávaný za účelom kontroly dodržiavania stanovených podmienok,
- monitorovanie počas prevádzky, pre kvantifikovanie vplyvu prevádzky stavby na kvalitu monitorovaných zložiek životného prostredia, ktoré bude možné porovnať so vstupnými informačnými údajmi.

### 3. Všeobecné údaje

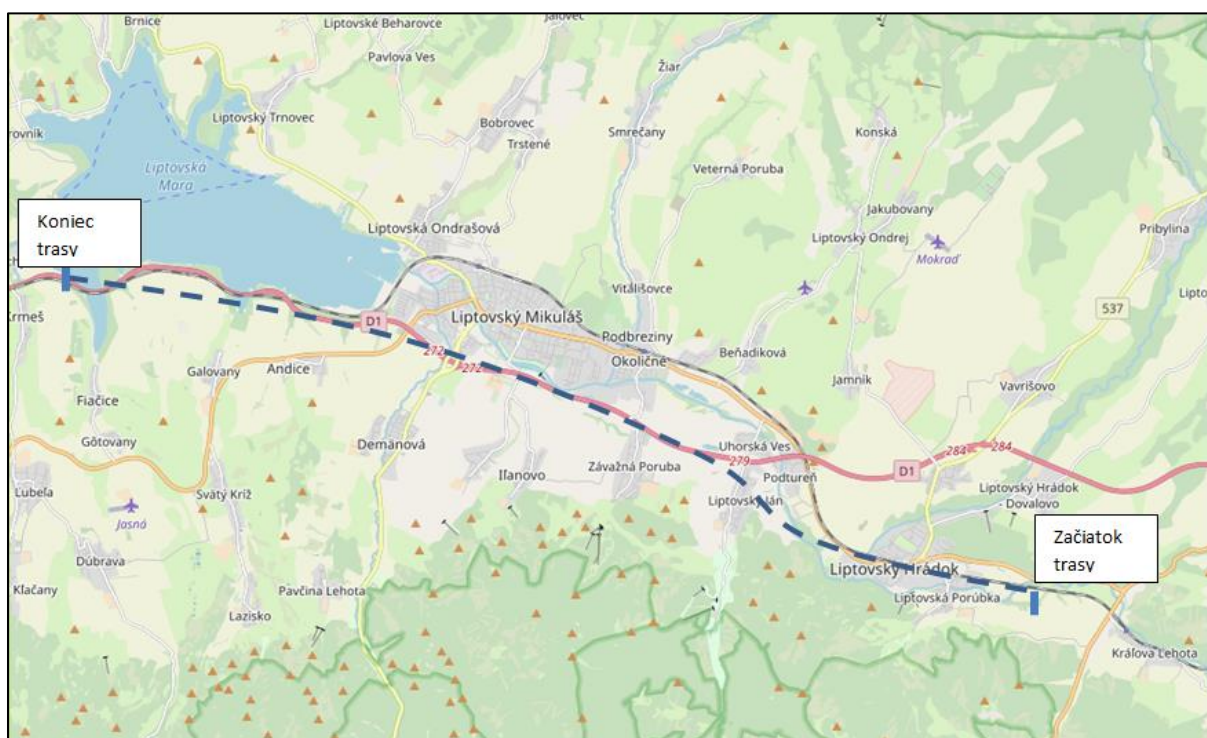
#### 3.1 Miestopisné určenie skúmaného územia

<b>Kraj:</b>	5 Žilinský
<b>Okres:</b>	505 Liptovský Mikuláš
<b>Číselný kód a názov obce:</b>	558281 Liptovská Porúbka; 510726 Liptovský Hrádok; 510947 Podtureň, 510262 Liptovský Mikuláš, 511099 Uhorská Ves, 510734 Liptovský Ján, 511196 Závažná Poruba, 510262 Okoličné, 510262 Benice, 510416 Galovany
<b>Dotknuté katastrálne územie:</b>	832448 Liptovská Porúbka; 832618 Liptovský Hrádok 847721 Podtureň, 832707 Liptovský Mikuláš, 866351 Uhorská Ves, 832677 Liptovský Ján, 872644 Závažná Poruba, 843385 Okoličné, 802638 Benice, 814628 Galovany

Trasa železničnej trate je situovaná do údolnej nivy rieky Váh, resp. na jeho ľavobrežné terasy medzi prítokmi Štiavnica, Il'anovianka, Demänovka, Palúdzanka a Dúbravka. Trasa začína v nžkm<sup>1</sup> 244,200 (cca sžkm<sup>2</sup> 247,282) za železničnou stanicou Liptovský Hrádok, odkláňa sa od pôvodného koridoru železnice na okraji aluviálnej nivy Váhu a mostným objektom prekonáva štátnu cestu I/18. Ďalej trasa pokračuje rovinným územím aluviálnej nivy Váhu násypom s mostom nad poľnou cestou, pričom následne prekonáva mostným objektom rieku Váh a zarezáva sa do ľavobrežnej terasy Váhu pred obcou Liptovský Ján. Od nžkm 245,900 až po nžkm 247,500 vedie trasa v záreze premenlivej hĺbky, pričom najhlbšia časť zárezu je v mieste križovania jestvujúcej cesty do Liptovského Jána (15 m).

Ďalej trasa pokračuje okrajom aluviálnej nivy rieky Váh, resp. zasahuje do ľavobrežných terás, prevažne je vedená na násypoch. Od nžkm 251,400 vedie trasa územím terás, prevažne na násypoch a v odrezoch. Od nžkm 253,400 po 253,850 trasa vedie rovinatým územím aluviálnej nivy rieky Demänovka, kde tunelovými objektami prekonáva násypy diaľničnej križovatky. Následne vedie trasa prevažne zárezmi značnej hĺbky, len v miestach erózných údolí miestnych potokov je vedená na násypoch a mostnými objektami. Úsek cca nžkm 257,200 až 257,800 je vedený tunelom Palúdzka. Následne trasa prekonáva mostom a násypom Galoviansku zátoku VN Liptovská Mara a napája sa na jestvujúcu železničnú trať vo výhybni Palúdzka.

Obrázok 1: Prehľadná situácia skúmaného úseku trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), 5. etapa



Zdroj: <https://mapa.zoznam.sk/>

<sup>1</sup> nžkm - nový železničný kilometer

<sup>2</sup> sžkm - starý (existující) železniční kilometer

### 3.2 Prírodné pomery

#### 3.2.1 Geomorfologická charakteristika

Z geomorfologického hľadiska (Mazúr - Lukniš, 1980) patrí predmetné územie do Fatransko-tatranskej oblasti, celku Podtatranská kotlina, podcelku Liptovská kotlina, častí Liptovské nivy a Ľubel'ská pahorkatina.

Úsek Liptovský Mikuláš - Liptovský Hrádok patrí do častí Liptovské Nivy, Galovianske háje a Ľubel'ská pahorkatina a Liptovský Hrádok - Kráľova Lehota zasahuje do celku Kozie Chrbty.

Predmetná stavba prechádza z hľadiska geomorfológie pomerne monotónnym územím, v trase železničnej trate je terén prevažne rovinatý, hlavné terénne vyvýšeniny tvorí terasa rieky Váh a antropogénne navážky. Oblasť terás je prerezávaná ľavostrannými prítokmi rieky, kde sa vytvárajú erózne ryhy a údolia, ktoré trasa prekonáva prevažne mostmi a násypmi. Úseky medzi eróznymi ryhami nadobúdajú v oblasti Galovian a Liptovského Mikuláša charakter mierne modelovaných pahorkov.

Územie je prevažne rovinaté, málo členité s malými výškovými rozdielmi. Nadmorská výška územia dosahuje 560 – 700 m n.m. V hodnotenom úseku je územie rovinaté, tvorené glacifluviálnymi akumuláciami, pričom nadmorská výška územia v blízkom okolí trate je cca 670 – 790 m n.m.

#### 3.2.2 Klimatická charakteristika

Vzhľadom na polohu a veľkú výškovú členitosť je klíma okresu Liptovský Mikuláš veľmi rôznorodá. Údolie Váhu v kombinácii s vplyvom vodnej nádrže Liptovská Mara ovplyvňuje klimatické prvky hodnoteného územia.

Typ režimu odtoku je snehovo-dažďový s akumuláciou v mesiacoch november – február a vysokou vodnosťou v mesiacoch máj - júl. Podružné zvýšenie vodnosti koncom jesene a začiatkom zimy je mierne výrazné.

Ročné úhrny zrážok dosahujú v najnižšej časti kotliny priemerne 600 – 700 mm, v januári je priemerný úhrn 30 – 40 mm, v júli 60 – 80 mm. Priemerný počet dní so zrážkami sa v údolí Váhu pohybuje okolo 110, smerom k horám tento počet stúpa až na 116 dní. Ročne je 280 (až 220 v najvyššie položených častiach okresu) dní s teplotou nad 0 °C. Letných dní s teplotou, ktorá vystúpi nad 25 °C, je 30 (10 v najvyššie položených častiach okresu). Mrazových dní s poklesom teploty pod 0 °C je 130 (až 180) a ľadových dní, s poklesom teploty celodenne pod 0 °C je 40 (až 70). Počet dní so snehovou pokrývkou v najnižšej časti kotliny je 60 – 80, v pohoriach dosahuje aj 160 dní. Ročné priemery oblačnosti sa v kotline pohybujú v rozmedzí 63 - 65 %. Najvyššia oblačnosť je v zimných mesiacoch, naopak najnižšia v septembri (Jasík et al., 2011).

Záujmové územie sa nachádza v klimatickom okrsku C1 – mierne chladný s teplotami v júli v rozmedzí 12 až 16 °C (Lapin et al. in Atlas krajiny SR 2002).

#### 3.2.3 Geologické pomery

V zmysle regionálneho členenia (Mahel' et al., 1967) je širšie územie v okolí železničnej trate budované horninami geotektonickej jednotky centrálne západné Karpaty. Trasa projektovanej železnice zasahuje rozličnou mierou do nižšie opísaných geologických celkov, budujúcich územie.

Liptovská kotlina je budovaná horninami **centrálnokarpatského paleogénu**. V tomto geologickom komplexe možno vyčleniť nasledujúce súvrstvia:

- *hutianske súvrstvie* - ílovcová litofácia (vrchný eocén - priabón) je zložená z premenlivo vápnitých sivých ílovcov, s ojedinelými lavicami pieskovcov, siltovcov, drobnozrnných zlepcov a šošovkovitých polôh paleokarbonátov, dosahujúcich hrúbku 10 – 25 cm. Pomer pieskovcov k ílovcom dosahuje 1 : 4 až 1 : 10. Je rozšírený v okolí Liptovského Hrádku, t.j. v strede Liptovskej kotliny. Horniny sú prevažne nízko až silne zvetrané, lokálne tektonicky porušené, v zóne elúvia sú silno zvetrané až rozložené. Vyznačujú sa nízkou až veľmi nízkou pevnosťou, sú málo odolné voči zvetrávaniu a majú veľkú hustotu diskontinuit. V zóne rozloženia (elúvium) majú až charakter ílovitých zemín. Vo väčšine úsekov trasy je paleogénne súvrstvie uložené subhorizontálne, prípadne s malým sklonom (10 – 15°) smerom k severu, iba v exponovaných zónach v blízkosti mladších zlomov sú vrstvy zvrásnené, lokálne až vo vztýčenej polohe – najmä v miestach v okolí výrazných eróznych rýh. Z hydrogeologického hľadiska predstavuje prostredie izolátor s priepustnejšími polohami pieskovcov. Smerom do hĺbky dochádza k utesňovaniu masívu;
- *zuberecké súvrstvie* - *flyšová litofácia* (vrchný priabón - spodný oligocén) sa vyznačuje striedaním pieskovcov a ílovcov. V sledovanom území boli rozlíšené subfácie normálneho flyšu, flyšu s prevahou ílovcov a flyšu s vývojom hrubých pieskovcových lavíc.

V oblasti Podturne a Liptovského Hrádku je podložie kotliny budované horninovými komplexami mezozoika, ktoré tvoria geologickú stavbu jadrového pohoria Nízke Tatry a pohoria Kozie chrbty. Mezozoikum zastupujú horniny **malužinského a chočského príkrovu** (Biely – Bezák, 1997). Z hľadiska litológie je komplex budovaný rozličnými typmi karbonatických hornín stredného a vrchného triasu (dolomity, vápence reflinského, dachteinského a guttensteinského typu, rohovcové vápence a p.) a komplexom bridlíc lunzských vrstiev (karn), kde vystupujú tmavé bridlice a pieskovce (v okolí Liptovského Hrádku). Mezozoické komplexy sa ponárajú pod paleogénnu výplň Liptovskej kotliny. Medzi súvrstvia, ktoré sa vyskytujú v koridore železnice patria:

- *lunzske vrstvy (spodný karn)* – ide o súvrstvie flyšového charakteru, so striedaním sivých až čiernych rozpadavých bridlíc s jemnozrnnými pieskovecami sivej až zelenkastej farby. Hrúbka súvrstvia je premenlivá, polohy bridlíc prevládajú nad vrstvami pieskovcov. Bridlice sú horniny rýchle podliehajúce zvetrávaniu a sú rozpadavé na charakteristické ihlice a čriepky. Pukliny sú otvorené a vyplnené ílovitým materiálom, smerom do hĺbky sa utesňujú. Hydrogeologicky predstavujú bariéru (okrem rozpukaných polôh pieskovcov) a zároveň vhodné prostredie na vznik napätých horizontov podzemnej vody;
- *chočské dolomity (pelsón)* – sú lavicovité, len zriedka nezreteľne vrstevnaté, sivej a tmavosivej farby, kalové, cukrovité i laminované, miestami s vrstvami sedimentárnych brekcií. Predstavujú vysokopevné avšak krehké horniny s charakteristickým ostrohranným rozpadom. V tektonicky porušených zónach a v zóne rozloženia nadobúdajú charakter dolomitovej múčky – brizolitu. Z hydrogeologického hľadiska predstavujú kolektor podzemnej vody s puklinovou a miestami až krasovou priepustnosťou.

**Kvartérne sedimenty** na území zahŕňajú rad genetických typov vyznačujúcich sa variabilným litologickým zložením, pestrú faciálnou skladbou i rôznym vekom od najstaršieho pleistocénu až do holocénu. V sledovanom území sú vyvinuté sedimenty

- *fluviálneho komplexu* - prevažne štrky korytovej fácie veľkých vodných tokov a horských tokov, v oblasti údolných nív sú štrkové komplexy prekryté holocénnymi náplavovými sedimentmi charakteru pieskov a ílov, ďalej ide o sedimenty poriečnych terás a sedimenty náplavov horských tokov;



- proluviálneho komplexu – prevažne zle vytriedené až nevytriedené štrkovité a hlinité zeminy pri vyústeniach bočných dolín do údolnej nivy Váhu;
- deluviálneho komplexu – zvyčajne svahové sute rozličného zloženia, na paleogénnych podložínych komplexoch s miernymi svahmi sa vyskytujú prevažne hlinité a ílovité deluviálne sedimenty;
- glaciáluviálneho komplexu – prevažne štrkovité až balvanité sedimenty s prímiesou jemnozrnej frakcie a výskytom organických zemín;
- polygenetického komplexu (eolicko-deluviálneho) – prevažne hlinité a ílovité sedimenty s podielom štrkovitej frakcie;
- komplexu organických sedimentov – jedná sa o rašelinu;
- antropogénneho komplexu – ide predovšetkým o navážky telies jestvujúcej železničnej trate, diaľnice, ciest; lokálne sa vyskytujú navážky komunálneho a stavebného odpadu nevýrazných hrúbok, ako aj zásypy terénnych depresí po ťažbe štrkov.

### 3.2.4 Hydrogeologické pomery

Hydrogeologické pomery v širšom okolí železničnej trate sú odrazom geologickej a geomorfologickej stavby územia a jeho tektonických pomerov. Z hydrogeologického hľadiska možno podzemné vody v hodnotenom území priradiť k nasledovným hydrogeologickým celkom:

- podzemné vody mezozoika
- podzemné vody paleogénu
- podzemné vody kvartérnych komplexov.

Z hľadiska regionálneho hydrogeologického členenia hodnotené územie zasahuje do hydrogeologického rajónu M 010 – Mezozoikum chočského príkrovu severovýchodných svahov Nízkych Tatier, rajónu QP 016 – Paleogén a kvartér západnej a strednej časti Liptovskej kotliny a do rajónu QG 009 – Kryštalinikum Západných Tatier a kvartér Liptovskej kotliny.

#### Podzemné vody mezozoika

Mezozoický komplex reprezentujú silne popukané a čiastočne skrasovatené vápence a dolomity triasového veku, v oblasti Podturne a Liptovského Hrádku i flyšové súvrstvia pieskovcov a ílovcov (lunzske vrstvy). Puklinové a puklinovo-krasové vody týchto komplexov vyvierajú vo forme bariérových prameňov na styku s nepriepustným flyšovým súvrstvom, resp. ako vrstevné pramene. Karbonáty sú okrem prameňov a zamokrených miest odvodňované i skrytými prestupmi podzemných vôd do povrchových tokov. Takéto prestupy sú medzi Kráľovou Lehotou a Liptovským Hrádkom evidované ako vývery.

#### Podzemné vody paleogénu

Vzhľadom na priaznivé spádové pomery oblasti a celkovú pomerne malú priepustnosť podkladu a ako aj jeho zvetralín prevláda povrchový odtok vôd, infiltrácia je teda obmedzená. Obeh vody je viazaný prevažne na vrstvy pieskovcov s pórovito-puklinovou priepustnosťou a na rozvoľnenú zónu zvetrania, kde kolektorom môžu byť i rozpukané ílovce. Pramene sú vrstevnaté, vývery sústredené prípadne rozptýlené – vznikajú zamokrené územia. Výdatnosť je niekoľko desiatín l/s.



Z paleogénneho komplexu hornín najväčší význam majú sedimenty bazálnej transgresívnej litofácie s puklinovou až puklinovo-krasovou priepustnosťou (podobne ako u hornín mezozoického, karbonatického komplexu, s ktorým tvoria jeden zvodnený celok).

### Podzemné vody kvartérnych komplexov

Najvýznamnejším kvartérnym kolektorom podzemných vôd sú fluválne sedimenty Váhu, prípadne väčších prítokov Váhu (Belá). Filtračné vlastnosti sú závislé od zahĺbenia, rádovo sa pohybujú v rozmedzí  $10^{-4}$  až  $10^{-3}$  m.s<sup>-1</sup>. (Tužinský, 1971). V úseku Liptovský Hrádok - Liptovský Mikuláš je hladina podzemnej vody v priamej hydraulickej spojitosti s Váhom. Smer prúdenia je totožný so smerom toku.

Terasové fluválne sedimenty sú pre akumuláciu podzemných vôd menej významné. Sedimenty sú odvodňované prostredníctvom potokov, ktoré sú do štrkov zarezané. Toto prostredie je však priaznivé pre vznik a vývoj zosuvov.

Glacifluviálne sedimenty sú dobre priepustné s priepustnosťou rádovo  $k_f = n \cdot 10^{-4}$  až  $n \cdot 10^{-2}$  m.s<sup>-1</sup>. Podstatne priepustnejšie sú glaciálne sedimenty, v ktorých je koeficient filtrácie rádovo  $k_f = n \cdot 10^{-4}$  až  $n \cdot 10^{-3}$  m.s<sup>-1</sup> (Zakovič et al., 1990). Pramene v nich obsahujú väčšie výdatnosti, ale sú závislé od zrážok.

Deluviálne sedimenty sú pre svoju litologickú skladbu a miesto výskytu pre akumuláciu podzemných vôd málo významné a majú variabilnú priepustnosť. Na miernych svahoch tvoria prevažne hlinité a ílovité komplexy a sú prakticky nepriepustné, pričom sa na nich tvoria zamokrené územia. Na strmších svahoch s vyšším podielom sutí môžu byť deluviálne sedimenty hlavným kolektorom podzemnej vody.

Pre sledovanie úrovne hladín podzemnej vody boli vybrané prieskumné diela zabudované ako trvalé monitorovacie objekty.

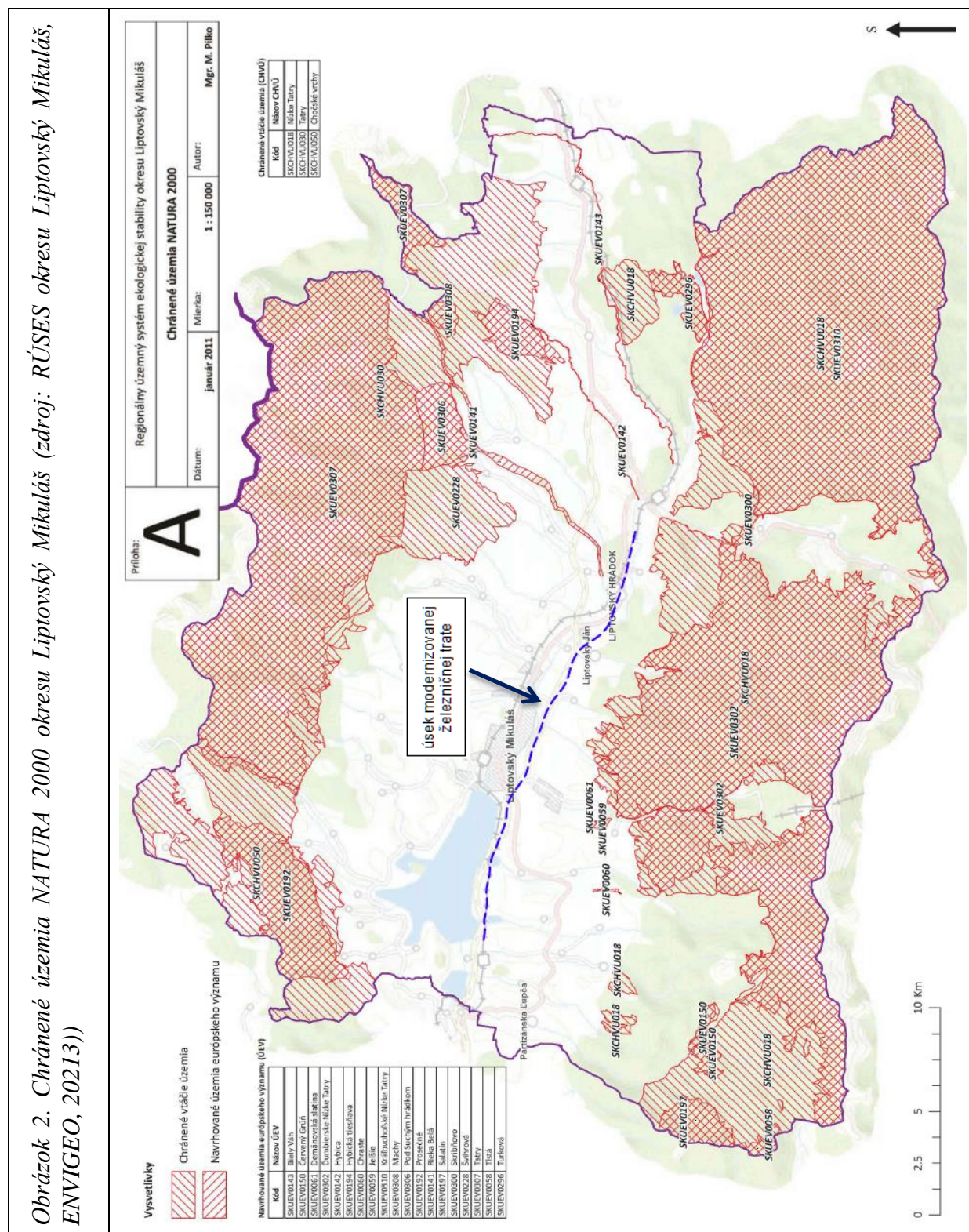
### Minerálne vody

Všeobecne je Lipovská kotlina je bohatá na výskyt minerálnych vôd. Vývery minerálnych vôd v trase sú viazané na centrálnu a južnú časť kotliny pozdĺž Z-V zlomovej línie najmä na križovaní s priečnymi zlomami S-J smeru. V širšom okolí trasy je výskyt v oblasti Liptovského Jána, Uhorskej Vsi a Podturne, ktoré patria k jednej hydrogeologickej štruktúre, vyvierajúcej cez kvartérne sedimenty z triasových dolomitov chočského príkrovu. V blízkosti trasy železnice medzi Podturnou a Uhorskou Vsou je zaznamenaný výver studenej uhličitej minerálnej vody s výdatnosťou do 0,25 l.s<sup>-1</sup>.

Minerálne vody boli zistené počas prieskumných prác vo vrtoch LM-103 a LM-104 v blízkosti Liptovského Jána. Výskyt minerálok bol nahlásený v zmysle zákona na Inšpektorát kúpeľov a žriediel MZ SR.

#### 3.2.5 Chránené územia

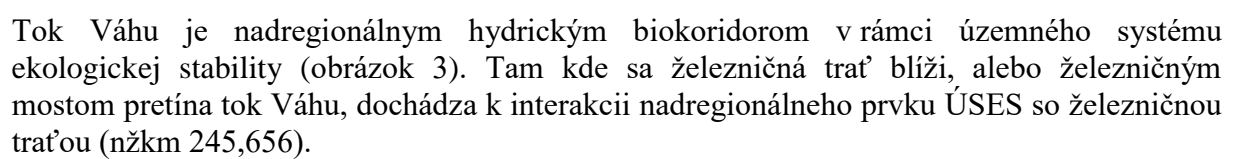
Úsek železničnej trate určený na modernizáciu (Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), 5. etapa) sa väčšinou nachádza v 1. (všeobecnom) stupni ochrany prírody a krajiny v zmysle zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov. Najbližším veľkoplošným chráneným územím je Národný park Nízke Tatry (NAPANT), ktorý svojim ochranným pásmom zasahuje do koridoru trate (obrázok 4) - žel. stanica Liptovský Mikuláš a zastávky Závažná Poruba a Liptovský Ján sa nachádzajú v ochrannom pásme NAPANT-u (v súčasnom trasovaní v nžkm 240,100–240,800).



Najbližšie maloplošné chránené územie je prírodná pamiatka Mašiansky balvan, nachádzajúci sa na začiatku predmetného úseku trate, asi 60 m od nej (nžkm 240,100).

Koridor železničnej trate v predmetnom úseku priamo nezasahuje do žiadneho územia Natura 2000 (obrázok 2), t. j. do chráneného vtáčieho územia ani do žiadneho územia európskeho významu, tieto sa nachádzajú až v jej širšom okolí.

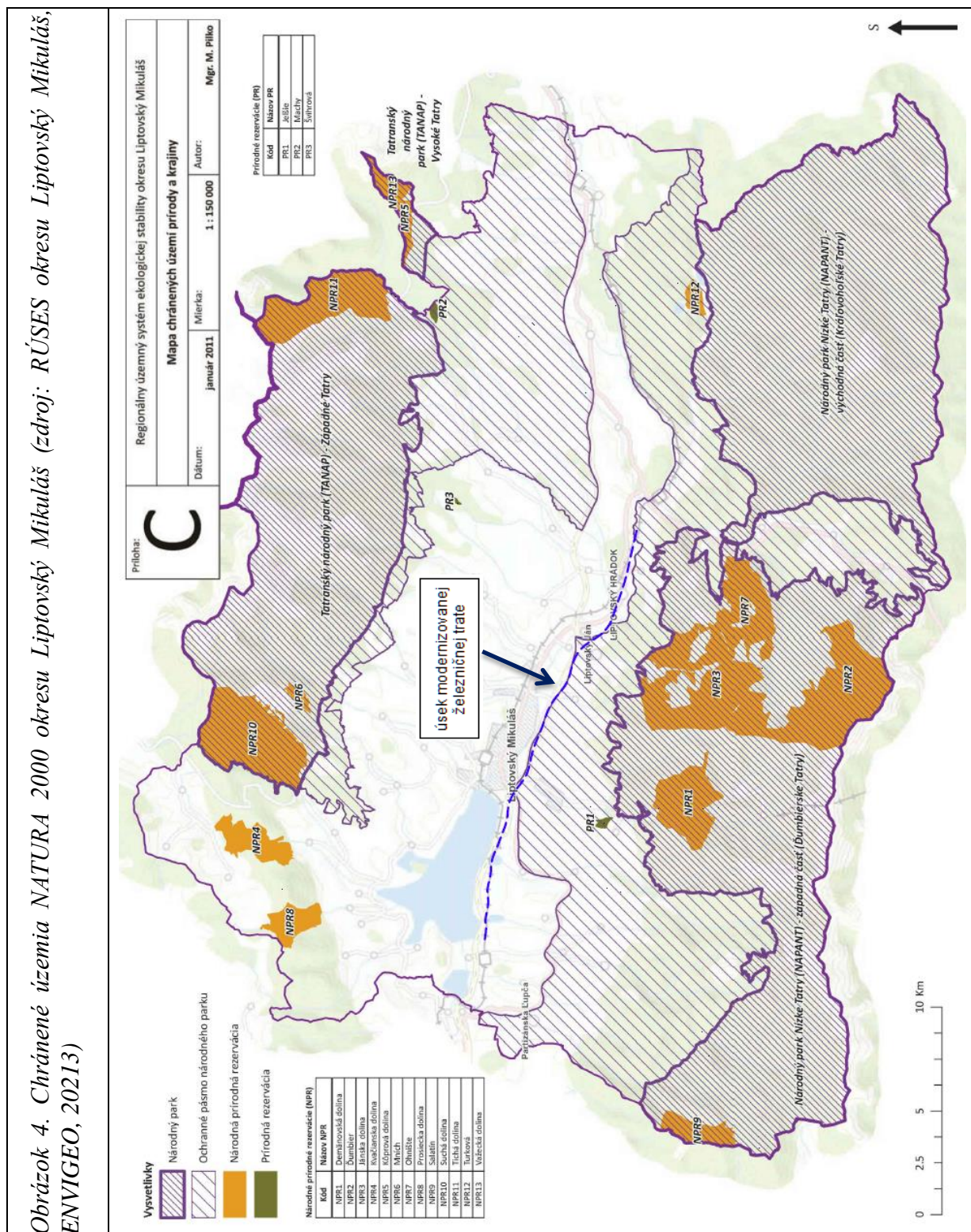






Realizácia monitorovacích prác nemá vplyv na chránené územia a územia Natura 2000. Práce sa budú realizovať v súlade požiadavkami zákona č. 543/2002 Z. z.

Situačná mapa úseku modernizovanej železničnej trare s vyznačením prvkov ochrany prírody a krajiny tvorí samostatnú prílohu č. 4



#### 4. Doterajšia geologická preskúmanosť

V skúmanom území bolo v minulosti realizovaných viacero geologických úloh, v nasledujúcom prehľade sa sústreďíme na tie s regionálnym dosahom a zameraním sa všeobecnú geologickú stavbu a inžinierskogeologické pomery:

- Gross P. a kol. (1980): Geologická mapa Liptovskej kotliny M 1 : 50 000.
- Kuvik M. a kol. (2007): ŽSR Modernizácia železničnej trate Liptovský Mikuláš – Poprad na rýchlosť do 160 km/h, geotechnický prieskum podvalového podlažia. GEOFOS s.r.o., Žilina;
- Lehocký M. (1969): Diaľnica D1 - stavba Ružomberok - Liptovský Hrádok, úsek Palúdzka - Liptovský Hrádok, orientačný IGP. IGHP Žilina. GEOFOND 21068;
- Lehocký M. - Kraus A. - Janovič L. (1969): Diaľnica D-1 - stavba Ružomberok - Liptovský Hrádok, úsek Palúdzka - Liptovský Hrádok, doplnujúci IGP. IGHP Žilina. GEOFOND 22036;
- Peterka I. (1970): Diaľnica D-1 Liptovský Mikuláš - Liptovský Hrádok, predbežný inžinierskogeologický prieskum. IGHP Žilina. GEOFOND 24048;
- Peterka I. - Hlubina L. - Tyleček B. (1970): Diaľnica D-1 Liptovský Mikuláš - Liptovský Hrádok, podrobný inžinierskogeologický prieskum. IGHP, Žilina. GEOFOND 24316;
- Tužinský Á. - Gross P. - Hanzel V. - Hlubocký B. - Hornung T. - Janík S. - Košecký E. - Mucha I. - Pelikán V. - Petráš I. (1971): Liptovská kotlina - paleogén, kvartér, vyhladávací HGP. IGHP n. p. Žilina. GEOFOND 30 411;

Text predkladaného projektu geologickej úlohy čerpal informácie predovšetkým zo záverečných prác inžinierskogeologického prieskumu, ktorý sa na danom úseku železničnej trate vykonával v r. 2008 (GEOFOS) a v r. 2010 (CAD-ECO):

- Kuvik M. a kol. (2008): ŽSR – Modernizácia železničnej trate Liptovský Mikuláš – Liptovský Hrádok pre rýchlosť do 160 km/h. Podrobný inžinierskogeologický prieskum. GEOFOS s.r.o., Žilina;
- Borovský M., Kuvik M., Bohyník J., Holeša Š., Šimek M., Coplák M., Sinak M. (2010): ŽSR - Modernizácia železničnej trate Žilina - Košice, úsek trate Liptovský Mikuláš - Poprad (mimo). Doplnkový stavebno-technický prieskum pre 5. etapu stavby. Doplnkový inžinierskogeologický prieskum. CAD-ECO a.s. Bratislava. GEOFOND 91910;

Navrhovaná sieť monitorovacích vrtov na monitorovanie kvality podzemnej vody využíva hydrogeologické vrty vybudované v rámci inžinierskogeologického prieskumu sp. GEOFOS (Kuvik a kol., 2008).

Pri príprave projektu geologickej úlohy bola dňa 04.04.2024 vykonaná revízia hydrogeologických vrtov, ktoré pripadali do úvahy pre potreby monitorovania kvality podzemnej vody v danom úseku modernizácie železničnej trate.

Dokumentácia výsledkov revízie je v prílohe č. 2 („Revízia existujúcich HG vrtov v trase železnice (stav k 04.04.2024)“).

## 5. Druh, špecifikácia, počet a rozsah geologických prác

Na základe požiadaviek objednávateľa a v súlade so zaužívanou praxou sa predkladaným projektom geologickej úlohy navrhuje monitorovanie povrchovej a podzemnej vody v úseku žel. trate Liptovský Mikuláš – Poprad Tatry (mimo), 5. etapa (trasa VN Liptovská Mara - Liptovský Mikuláš - Liptovský Ján - Liptovský Hrádok) v nasledovnom rozsahu:

Monitorované médium	Počet pozorovacích profilov / vrtov	Sledované ukazovatele	Dĺžka / frekvencia monitorovania
povrchová voda	5 profilov	kvalita	v prvom roku pred výstavbou: 2x ročne
podzemná voda	5 hydrogeologických vrtov	kvalita hladina podzemnej vody	počas výstavby (predpoklad 2 roky výstavby): 4x ročne v 1. roku prevádzky: 2x ročne

Počas výstavby bude monitorovanie vo frekvencii 4 x za rok aj v prípade, že sa čas výstavby predĺži na viac ako predpokladané 2 roky.

### 5.1 Monitorovanie povrchových vôd

Výber monitorovaných profilov tokov povrchových vôd bol urobený s ohľadom na miesta možného ohrozenia kvality povrchových vôd vplyvom stavebnej činnosti (stavebné dvory, premostenia, odstránenie presypov vodnej stavby). Monitorované profile boli vybrané tak, aby povrchová voda odrážala potenciálne vplyvy činnosti - modernizácie železničnej trate s jej stavebnými objektmi - na kvalitu vody v dotknutých vodných tokoch. Ide hlavne o križovania železničnej trate s povrchovými tokmi.

Na monitorovanie sú navrhované sú nasledovné profile tokov povrchových vôd:

Por.	Vodný tok	nžkm	Súradnice S-JTSK	
PV-1	Andický potok	257,026	Y-385 206,23	X -1 192 057,45
PV-2	Demänovka	253,826	Y-382 283,88	X -1 193 308,37
PV-3	Lažtek	251,033	Y -379 660,28	X -1 194 202,54
PV-4	Štiavnica	246,320	Y -375 901,32	X -1 196 179,49
PV-5	Váh	246,656	Y-375 294,18	X -1 197 046,10

Situácia navrhovaných monitorovacích profilov je v prílohe č. 3 („Situácia objektov podzemných a povrchových vôd navrhnutých na monitorovanie“ Časť A, B, C).

#### 5.1.1 Metodika odberu vzoriek povrchových vôd

Pri odbere vzoriek povrchových vôd budú dodržiavané zásady a techniky stanovené v norme

- STN ISO 5667-6 Kvalita vody. Odber vzoriek. Časť 6: Pokyny na odber vzoriek z riek a potokov,

Odber vzoriek povrchovej vody na fyzikálno-chemický rozbor bude realizovaný ponorením odbernej nádoby, resp. priamo vzorkovnice pod hladinu povrchovej vody v prúde monitorovaného povrchového toku.

Pri odbere vzoriek sa vykonávajú senzorické skúšky a terénne merania základných fyzikálno-chemických ukazovateľov vody terénnym multimetrom (napr. prístrojom WTW® Multi 3420, alebo podobným).

Namerané údaje budú zaznamenané v protokole o odbere vzoriek. Počas vzorkovania sa zdokumentujú aktuálne realizované stavebné práce, ktoré môžu mať vplyv na kvalitu dotknutých vodných tokov. Odobraté vzorky budú odvezené do akreditovaného laboratória.

### 5.1.2 Rozsah sledovaných ukazovateľov

Organoleptické (senzorické) skúšky (vykonané v teréne):

- farba, zákal (čírosť), zápach

Základné fyzikálno-chemické ukazovatele vody (merané v teréne):

- pH,
- obsah kyslíka (O<sub>2</sub>),
- merná elektrická vodivosť (EC),
- oxidačno-redukčný potenciál (ORP),
- teplota vody (T).

Ukazovatele kvality povrchovej vody (stanovované v laboratóriu):

- biochemická spotreba kyslíka (BSK<sub>5</sub>),
- chemická spotreba kyslíka dichrómanom (CHSKCr),
- dusičnanový dusík (N-NO<sub>3</sub>),
- amoniakálny dusík (N-NH<sub>4</sub>),
- vápnik (Ca),
- sírany (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>),
- fosfor celkový (P<sub>celk.</sub>),
- rozpustené látky žíhané pri 550°C (RL<sub>550</sub>),
- adsorbovateľné organicky viazané halogény (AOX),
- nepolárne extrahovateľné látky stanovené v infračervenej časti spektra (NEL-IČ).

## 5.2 Monitorovanie podzemných vôd

Monitorovanie je zamerané na sledovanie pohybu hladiny podzemnej vody v monitorovacích (hydrogeologických) vrtoch a vyhodnotenie vplyvov stavebných prác na kvalitu podzemnej vody.

### 5.2.1 Metodika odberu vzoriek podzemný vôd

Voda z monitorovacích (hydrogeologických) vrtov sa bude odoberať začerpaním, postupom podľa metodické príručky geologického prieskumu životného prostredia v znečistenom území<sup>3</sup>.

Vzorkovacie práce budú pozostávať z prípravy vzorkovníc a odberu vzoriek podzemnej vody z vybraných monitorovacích objektov (5 vrtov), uskladnenia, prepravy a vedenia dokumentácie vzoriek.

---

<sup>3</sup> Ministerstvo životného prostredia SR, Bratislava a Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, 2020 ([https://www.minzp.sk/files/sekcia-geologie-prirodných-zdrojov/538\\_mppp\\_fin\\_2021.pdf](https://www.minzp.sk/files/sekcia-geologie-prirodných-zdrojov/538_mppp_fin_2021.pdf))



Pred odberom sa odmeria úroveň hladiny podzemnej vody elektroakustickým hladinomerom. Pri odbere vzoriek sa vykonávajú terénne merania základných fyzikálno-chemických ukazovateľov vody terénym multimetrom (napr. prístrojom WTW® Multi 3420, alebo podobným). Namerané údaje budú zaznamenané v protokole o odbere vzoriek. Po odbere budú vzorky uložené v izotermických (chladených) boxoch a čo v najkratšom čase expedované do laboratória za účelom chemického rozboru.

### 5.2.2 Miesta odberu vzoriek podzemných vôd

V rámci podrobného inžinierskogeologického prieskumu sp. GEOFOS (Kuvik a kol., 2008) bolo realizovaných 15 hydrogeologických vrtov v celej dĺžke navrhovanej trasy (v danom úseku medzi VN Liptovská Mara a Liptovským Hrádkom).

V rámci prípravy projektu geologickej úlohy monitorovania geologických faktorov životného prostredia bola dňa 04.04.2024 vykonaná revízia týchto vrtov na urobený návrh na zaradenie 5 hydrogeologických vrtov do monitorovacej siete vplyvov modernizácie a prevádzky železničnej trate na danom úseku.

Výber vrtov na monitorovanie zohľadňoval ich distribúciu v rámci celého monitorovaného úseku železničnej trate a kritické miesta modernizácie železničnej trate s kumuláciou stavebných prác a zásahov do prostredia (premostenia, podchody, oporné múry, ...).

Do monitorovania podzemných vôd boli navrhnuté tieto vrty :

Vrt	Katastrálne územie	Súradnice S-JTSK		
LM-08	Galovany	Y -385 724,80	X -1 191 906,16	Z-terén 593,46
LM-29	Palúdzka	Y -384 016,54	X -1 192 431,69	Z-terén 598,78
LM-55	Liptovský Mikuláš	Y -381 287,91	X -1 193 571,55	Z-terén 593,22
LM-65	Liptovský Mikuláš	Y -380 535,96	X -1 193 797,63	Z-terén 594,05
LM-101	Liptovský Ján	Y -375 823,40	X -1 196 256,62	Z-terén 623,48

Dokumentácia stavu vrtov určených na monitorovanie je v prílohe č. 2 („Revízia existujúcich HG vrtov v trase železnice (stav k 04.04.2024)“) a situovanie vrtov ja na prílohe č. 3 („Situácia objektov podzemných a povrchových vôd navrhnutých na monitorovanie“).

Technické charakteristiky monitorovacích vrtov sú nasledovné

Vrt	Katastrálne územie	Hĺbka vrtu (m p.t.)	Priemer zárubnice (mm)	Hladina podz. vody*
LM-08	Galovany	25,47	112 mm	9,47
LM-29	Palúdzka	19,96	112 mm	5,22
LM-55	Liptovský Mikuláš	10,00	112 mm	3,70
LM-65	Liptovský Mikuláš	9,00	112 mm	4,50
LM-101	Liptovský Ján	10,05	112 mm	2,95

\* Stav k 04.04.2024 pri revízii

Pokiaľ v priebehu monitorovania dôjde k znefunkčneniu alebo poškodeniu monitorovacieho vrtu, zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy v súčinnosti s objednávatel'om geologických prác rozhodne o jeho náhrade iným monitorovacím vrtom spôsobilým na monitorovanie, alebo o vybudovaní nového vrtu podľa aktuálnej potreby.

*Obrázok 5. Fotodokumentácia hydrogeologických vrtov určených na monitorovanie kvality podzemných vôd a výšky hladiny podzemných vôd*

	
LM-08 K.ú. Galovany (8,97 m p.t.)	LM-29 K.ú. Palúdzka (5,22 m p.t.)
	
LM-55 K.ú. Liptovský Mikuláš (3,70 m p.t.)	LM-65 K.ú. Liptovský Mikuláš (4,50 m p.t.)
	
LM-101 K.ú. Liptovský Ján (2,95 m p.t.)	

### 5.2.3 Laboratórne práce

Rozsah analýz na monitorovanie kvality podzemnej vody vychádza z prílohy č. 11 Smernice MŽP SR č. 1/2015 – 7 na vypracovanie analýzy rizika znečisteného územia („Minimálny rozsah analytických prác podľa činností pri prieskume znečisteného územia“), z výberu ukazovateľov pre činnosť „doprava - železničné depo a stanica“. Vzhľadom na to, že monitorovacie vrty sú lokalizované mimo železničnú trať a objekty infraštruktúry železnice, rozsah laboratórne stanovovaných ukazovateľov je redukovaný s ohľadom na mobilitu a potenciálnu prítomnosť znečisťujúcich látok v podzemnej vode.

Organoleptické (senzorické) skúšky (vykonané v teréne):

- farba, zákal (čírosť), zápach

Základné fyzikálno-chemické ukazovatele vody (merané v teréne):

- pH,
- obsah kyslíka (O<sub>2</sub>),
- merná elektrická vodivosť (EC),
- oxidačno-redukčný potenciál (ORP),
- teplota vody (T).

Ukazovatele kvality podzemnej vody (stanovované v laboratóriu):

- uhl'ovodíkový index (C<sub>10</sub>–C<sub>40</sub>, aj ako NEL-GC - nepolárne extrahovateľné látky stanovované v plynovom chromatografe),
- arzén (As),
- kadmium (Cd),
- chróm (Cr),
- meď (Cu),
- monocyklické aromatické uhl'ovodíky - benzén, toluén, etylbenzén, xylény (BTEX).

## 5.3 Geologické činnosti

Postup geologických prác bude riadiť na lokalite zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy.

Geologické činnosti budú pozostávať z nasledovných prác:

- sled, koordinácia, riadenie: príprava pred odchodom do terénu, príprava vzorkovníc, kalibrácia meracích zariadení, koordinácia odovzdania a prevzatia vzoriek laboratórnym strediskom a podobne,
- odber vzoriek povrchovej a podzemnej vody,
- meranie hladiny podzemnej vody,
- dokumentácia prác v teréne: vyplnenie dokumentačných protokolov, označenie vzorkovníc, fotodokumentácia a podobne,
- doprava vzoriek do laboratória, potvrdenie zadávacích listov,
- vyhodnotenie výsledkov laboratórných prác,
- zostavenie čiastkových záverečných správ a záverečnej správy v projekte stanovených časových obdobiach.

Výsledky terénnych a laboratórných prác budú zdokumentované a vyhodnotené formou čiastkových záverečných (ročných) správ a záverečnej správy podľa zákona 569/2007 Z. z. v znení neskorších predpisov a vyhlášky MŽP SR č. 51/2008 Z. z. v znení neskorších predpisov.

Počas monitorovania sa vyžaduje predložiť:

- čiastkové záverečné (ročné správy) z obdobia pred výstavbou (začatím modernizácie železničnej trate) - predpoklad 1 ročná správa,
- čiastkové záverečné (ročné) z obdobia výstavby (počas modernizácie železničnej trate) - predpoklad 2 ročné správy,
- záverečná správa z monitorovania po uplynutí 1 roka od sprevádzkovania úseku železničnej trate (1 sumárna záverečná správa).

## 6. Záver

Monitorovanie povrchových a podzemných vôd pred začatím, počas a po ukončení výstavby - modernizácie železničnej trate na úseku Liptovský Mikuláš - Poprad (mimo), 5. úsek (medzi VN Liptovská Mara a Liptovským Hrádkom) - je navrhnuté v nasledovnom rozsahu:

Monitorované médium / monitorovacie objekty	Sledované ukazovatele	Rozsah terénnych meraní a laboratórnych analýz	Frekvencia odberov
<i>Povrchová voda - 5 profilov</i> PV-1 Andický potok PV-2 Demänovka PV-3 Lažtek PV-4 Štiavnica PV-5 Váh	kvalita	<ul style="list-style-type: none"> <li>• farba, zákal, zápach</li> <li>• pH, O<sub>2</sub>, EC, ORP, T</li> <li>• BSK<sub>5</sub>, CHSK<sub>Cr</sub>, N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, Ca, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, P<sub>celk.</sub>, RL<sub>550</sub>, AOX, NEL-IČ</li> </ul>	pred výstavbou: 2x ročne (predpoklad 1 rok)  počas výstavby: 4x ročne (predpoklad 2 roky)
<i>Podzemná voda - 5 monit. vrtov</i> LM-8 LM-29 LM-55 LM-65 LM-101	kvalita  hladina podzemnej vody	<ul style="list-style-type: none"> <li>• farba, zákal, zápach</li> <li>• pH, O<sub>2</sub>, EC, ORP, T</li> <li>• C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>, As, Cd, Cr, Cu, BTEX</li> </ul>	v 1. roku prevádzky: 2x ročne

V prípade nevyhovujúcich výsledkov v prvom roku prevádzky navrhujeme pokračovať v monitorovaní aspoň 2 nasledujúce roky vo frekvencii 2x ročne.

Pokiaľ počas monitorovania dôjde k znefunkčneniu alebo poškodeniu monitorovacieho vrtu, zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy v súčinnosti s objednávatelom geologických prác rozhodne o jeho náhrade iným monitorovacím vrtom spôsobilým na monitorovanie, alebo o vybudovaní nového vrtu, podľa aktuálnej potreby.

Podobne je možné monitorovaciu sieť, rozsah laboratórnych analýz, ako aj frekvenciu odberov prispôbiť aktuálnej situácii a potrebám.

## B. TECHNICKÁ ČASŤ

Práce monitorovania geologických faktorov životného prostredia nevyžadujú realizáciu technických prác. Technickú časť projektu geologickej úlohy nie je potrebné vypracovávať.

## C. HARMONOGRAM PRÁC

Frekvencia monitoringu povrchových a podzemných vôd

Monitorovaný objekt	Pred výstavbou	Počas výstavby (2 roky)	Počas 1 roku prevádzky
<i>Povrchová voda</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- PV-1 Andický potok (nžkm 257,026)</li><li>- PV-2 Demänovka (nžkm 253,826)</li><li>- PV-3 Lažtek (nžkm 251,033)</li><li>- PV-4 Štiavnica (nžkm 246,320)</li><li>- PV-5 Váh (nžkm 246,656)</li></ul> <i>Podzemná voda</i> <ul style="list-style-type: none"><li>- LM-8</li><li>- LM-29</li><li>- LM-55</li><li>- LM-65</li><li>- LM-101</li></ul>	2 krát za rok	8x (4 krát ročne)	2 krát ročne

Frekvencia odberov sa môže na žiadosť objednávateľa zvýšiť, napr. pri potrebe operatívneho monitorovania po havárii (úniku znečisťujúcich látok).

Z rovnakých dôvodov sa môže upraviť monitorovacia sieť a rozsah stanovovaných ukazovateľov kvality. Podobné situácie budú riešené na základe úpravy zmluvných dodávateľsko-odberateľských vzťahov.

## D. ROZPOČET PRÁČ

Druh prác	Cena [EUR] (bez DPH)
<b><i>Sled, riadenie, koordinácia</i></b>	
Sled, riadenie a koordinácia geologickej úlohy v jednotlivých etapách riešenia (pred výstavbou , počas výstavby, po prvom roku prevádzky)	00,00
<b><i>Vzorkovacie a laboratórne práce</i></b>	
Odber vzoriek podzemných a povrchových vôd a laboratórne analýzy v navrhovanom rozsahu.	00,00
<b><i>Geologické práce</i></b>	
Vyhodnotenie výsledkov a spracovanie čiastkových záverečných správ (predpoklad 3 ČZS) a záverečnej správy (1 ZS)	00,00
<b>Spolu (bez DPH)</b>	<b>00,00</b>

K uvedeným cenám sa účtuje aktuálna sadzba DPH.

Položkový rozpočet / výkaz výmer tvorí prílohu 1.

## E. AUTORI A PODPISY

### Zodpovedný riešiteľ geologickej úlohy:

---

RNDr. Jaroslav Schwarz  
odborná spôsobilosť 25/2016

.....

### Autorský kolektív

---

RNDr. Jana Nigrínyová  
Bc. Tomáš Vasil'ko

### Zodpovedný zástupca sa zhotoviteľa

---

RNDr. Pavol Tupý  
predseda predstavenstva

.....

### Dátum:

---

.....