

**Vypracovanie projektu geologickej úlohy na realizáciu
podrobného inžinierskogeologického a hydrogeologického
prieskumu s tunelom Karpaty na stavbe D4 Bratislava,
Rača – Záhorská Bystrica**

Zodpovedný riešiteľ:

Prof. RNDr. Miloslav Kopecký, PhD.



Zodpovedný riešiteľ hydrogeologickej časti:

Mgr. Peter Dobrovoda

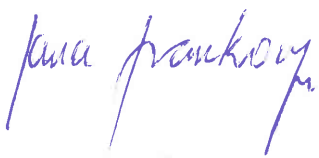


Spoluriešitelia :

Prof. Ing. Jana Frankovská, PhD.

Doc. Mgr. Martin Ondrášik, PhD.

RNDr. Martin Brček, PhD.



Bratislava, február 2025

A GEOLOGICKÁ ČASŤ

1. Všeobecná časť

1.1 Identifikačné údaje

Názov stavby:	Diaľnica D4 Rača – Záhorská Bystrica
Etapa prieskumu:	podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum
Objednávateľ / investor:	Národná diaľničná spoločnosť a.s. Dúbravská cesta 14, 841 04 Bratislava
Zhotoviteľ:	Slovenská Technická Univerzita v Bratislave Stavebná fakulta – Katedra geotechniky Radlinského 11 810 05 Bratislava

1.2 Úvod

Návrh projektu geologickej úlohy (PGÚ) na realizáciu podrobného inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu s tunelom Karpaty na stavbe D4 Bratislava, Rača - Záhorská Bystrica sme vypracovali na základe objednávky č. OBJ/112407/2024 od NDS a.s. Bratislava zo dňa 20.12. 2024.

Cieľom bolo navrhnuť PGÚ v zmysle záverečného stanoviska EIA MŽP SR razenie tunela metódou TBM, ktorý zahŕňa druh, rozsah, metodiku, lokalizáciu, časovú postupnosť prác prípadne špeciálne práce, prostredníctvom ktorých sa majú získať čo najkomplexnejšie informácie o inžinierskogeologických, hydrogeologických a geotechnických pomeroch v trase úseku diaľnice D4 a v jej dotknutom okolí, vrátane prác, ktoré by umožnili prognózu a sledovanie zmien vyvolaných stavbou.

Návrh PGÚ zahŕňa aj predĺženia existujúceho polovičného profilu D4 od križovatky Záhorská Bystrica smerom Stupava, juh až po kruhovú križovatku smer Volkswagen.

Požiadavky na návrh PGÚ:

- Práce geologickej služby (archívna excerpčia, projektovanie, sledovanie, riadenie, vyhodnotenie prác, trvalý dozor, dokumentovanie, mapy špecifických vlastností, záverečné spracovanie a pod.).
- Inžinierskogeologické mapovanie (druh, rozsah, geologická náročnosť, zdôvodnenie, technicko-kvalitatívne podmienky).
- Hydrogeologické mapovanie (druh, rozsah, geologická náročnosť, zdôvodnenie, technicko-kvalitatívne podmienky).
- Geofyzikálne práce (druh, rozsah, metódy, ciele a pod.).
- Technické práce (druh, rozmiestnenie, hĺbky, účel, parametre, vystrojenie, zdôvodnenie).
- Terénne skúšky a merania (v banských dielach, vrtoch, špecifikácia, rozsah skúšok).

- Vzorkovacie práce (zeminy, horniny, voda, chémia, izotopy).
- Laboratórne skúšky (zeminy, horniny, voda, špecifikácia, pravdepodobný rozsah, zdôvodnenie).
- Hydrogeologické práce (hydrometrické merania vo vrtoch, prameňoch, tokoch, hydrodynamické skúšky, osadenie snímačov hladín vrátane cementácie, ich prevádzka, stopovacie skúšky, špeciálne práce, stanovenie veku vôd, prognóza ovplyvnenia režimu podzemných vôd).
- Geodetické práce (druh, rozsah, metódy meraní a pod).
- Likvidačné práce (návrh na spätnú úpravu terénu po realizácii prieskumných prác, skartácia, tamponáž, rekultivácia, a pod.).
- Monitoring (druh, rozmiestnenie, účel, parametre, frekvencie, vystrojenie, zdôvodnenie a pod.).
- Predpokladaný harmonogram geologických prác, trvanie prác od zadania až po odovzdania ZS (záverečnej správy) z Inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu vrátane HG monitoringu v trvaní 3 roky pred začatím výstavby včítane legislatívnych lehôt, vybavovanie vstupov na pozemky, vytyčovanie inžinierskych sietí.
- V ďalšom období navrhnuť „udržiavací monitoring“ pod dobu 12 rokov
- "Výkaz výmer" prác s položkami a rozsahom prác postačujúci pre ocenenie prác .

1.3 Stručná charakteristika prírodných pomerov

Projektovaná trasa diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica sa nachádza na území Bratislavského kraja. Trasa diaľnice na tomto úseku prekonáva významnú terénnu prekážku – masív Malých Karpát, pričom podstatná časť trasy je vedená tunelom. Portálová oblasť východného portálu leží v mierne svahovitom teréne v päte pohoria na okraji podunajskej nížiny, pričom terén dosahuje nadmorskú výšku 140 – 180 m n.m. Lokalita západného portálu leží na západných svahoch pohoria pri obci Marianka, v nadmorskej výške cca 190,0 až 220,0 m n.m. V trase tunela nadmorská výška pohoria v hrebeňovej časti dosahuje cca 470 – 580 m n.m.

Miestopisné určenie skúmaného územia

kraj: Bratislavský

okres (KOK): 107 Pezinok
106 Malacky
103 Bratislava III
104 Bratislava IV

Obec (IČZÚJ): 508233 Stupava
508080 Marianka
507831 Borinka
507989 Svätý Jur
529362 Vajnory
529354 Rača
529427 Záhorská Bystrica

katastrálne územie (IČÚTJ): 822884 Svätý Jur
805700 Vajnory

805866 Rača
803693 Borinka
871796 Záhorská Bystrica
836079 Marianka
859346 Mást II
871818 Hrubé lúky
859320 Mást I

1.3.1 Geomorfologické pomery

Podľa aktuálneho geomorfologického členenia Slovenska (Kočík – Ivanič, 2011) najväčšia časť trasy diaľnice bude zasahovať do geomorfologického celku Malé Karpaty, východná časť územia zasahuje do celku Podunajská rovina a západná časť trasy sa nachádza v celku Borská nížina. Detailnejšie geomorfologické členenie je uvedené v nasledujúcej tabuľke 1.

Tabuľka 1 Geomorfologická rajonizácia

sústava / systém	Alpsko-himalájska				
podsústava / podsystém	Panónska panva			Karpaty	
provincia	Západopanónska panva			Západné Karpaty	
subprovincia	Malá Dunajská kotlina		Viedenská kotlina	Vnútorné Západné Karpaty	
oblasť	Podunajská nížina		Záhorská nížina	Fatransko-tatranská	
celok	Podunajská rovina		Borská nížina	Malé Karpaty	
podcelok			Podmalokarpatská zníženie	Pezinské Karpaty	
časť	Šúr			Homoľské Karpaty	Stupavské predhorie

Prevažná časť plánovanej trasy diaľnice D4 v úseku Rača – Záhorská Bystrica prechádza geomorfologickým celkom Malé Karpaty a to tunelom. Okrajové časti trasy diaľnice sú situované v geomorfologickom celku Podunajská rovina (oblasť východného portálu) a v geomorfologickom celku Borská nížina (západná časť tunela, povrchová časť trasy po napojenie s diaľnicou D2). Morfológicky najvýraznejšie sa javí kontakt poklesových štruktúr Borskej a Podunajskej nížiny s elevačnou štruktúrou Malých Karpát, ktorú ostro ohraničujú zlomy SV-JZ smeru. Súčasný reliéf formovali najmä vertikálne pohyby s poklesom Viedenskej a Dunajskej panvy a zdvihom masívu Malých Karpát.

Počas pliocénu a kontinuálne pokračujúc v kvartéri bolo územie postihnuté viacerými fázami relatívne nerovnomerných tektonických pohybov, prerušovaných obdobiami tektonického pokoja. To malo za následok, že na pozitívnych štruktúrach Malých Karpát a čiastočne tiež na okrajoch pohoria dochádzalo ku kvalitatívnym zmenám v striedaní sa laterálnej a hĺbkovej fluvialnej a proluvialnej erózie a akumulácie. Naopak, na výrazne negatívnych štruktúrach Podunajskej roviny bolo zaznamenaných niekoľko cyklov fluvialnej akumulácie v superpozičnom vývoji.

Tektonickým výzdvihom Malých Karpát počas kvartéru sa opäť zintenzívnila hĺbková erózia, sprevádzaná v studených klimatických obdobiach kratšími úsekmi laterálnych fáz erózie. Takto vznikli napríklad série stupňov terasovaných proluvialnych sedimentov (kuželov) po obvode pohoria

a série riečnych terás. Vplyvom hĺbkovej erózie došlo retrográdne k prehĺbovaniu dolín všetkých malokarpatských tokov a k modelovaniu horských a medzidolinových chrbátov.

Na hranici pliocénu a pleistocénu bola časť povrchu územia relatívne zarovnaná v tzv. **poriečnu roveň**. Jej morfológické pozostatky, dnes už zväčša bez zachovania fluvio-limnických, resp. fluvialných sedimentov, možno pozorovať na mnohých miestach medzidolinových a medziúvalinových chrbátov. Povrch pozostatkov poriečneho systému zarovnania vystupuje všade vo výškach 230 – 270 m n. m. (Lukniš, 1964; Mazúr & Činčura, 1964). Starší povrch zarovnania, formovaný už v období panónu, je identifikovateľný najmä v južnej časti Pezinských Karpát a situovaný je vo výškach 300 – 520 m n. m.

Podľa Činčuru (in Mazúr a Jákel, 1980) sa na území nachádzajú horniny I. až IV. stupňa morfolologickej odolnosti. Najodolnejšie proti zvetrávaniu, erózii a denudácii sú komplexy granodioritov a metamorfítov Pezinských Karpát. Druhý stupeň odolnosti majú masívne vápence, tretí má komplex peliticko-psamitických hornín neogénu vyznačujúci sa mäkkým, hladko modelovaným reliéfom (Stupavské predhorie). Štvrtý uzatvárajú kvartérne prolúviálne a deluviálne sedimenty.

Malé Karpaty – predstavujú morfológicky najvýraznejšiu morfológickú štruktúru, ktorej vznik súvisí najmä s vertikálnymi tektonickými pohybmi jednotlivých horninových blokov. Pezinské Karpaty sú zároveň najmohutnejšou časťou Malých Karpát, ktorej strednú a východnú časť buduje kryštalinikum s hladko modelovaným reliéfom a zachovaným systémom erózných (denudačných) plošín. Miestami nad plošinami vystupujú vyvýšeniny z relatívne odolnejších hornín. Pre východný okraj Pezinských Karpát je príznačný vrchovinný, stredne rezaný, rázsochovitý reliéf so sklonom svahov 14 – 24°.

Strmšie svahy s výskytom skalných útvarov sa vyskytujú v území, kde podložie tvoria karbonátové horniny s náchylnosťou ku krasovateniu. V karbonátoch bol zaznamenaný čiastočný fluvialno-krasový proces s tvorbou krasových a polokrasových foriem vrátane fluvialno-subaerického procesu vyvetrávania. Výsledkom uvedených geodynamických javov v tejto oblasti je vznik kaňonovitého údolia Stupavského potoka.

Stupavské predhorie reprezentuje silno zvlnený reliéf prolúviálno-deluviálnej pahorkatiny s priemerným sklonom svahov 2 – 6°. Pre úpätie Pezinských Karpát je charakteristický prolúviálno-akumulačno-eróznny proces kombinovaný s výmoľovou eróziou. Pahorkatinná časť Stupavského predhoria sa vyznačuje fluvialno-eróznymi procesmi s rozovretými úvalinovými dolinami s miernym pohybom svahov. Charakteristický je výmoľový proces s tvorbou dún a presypov.

Borská nížina - je súčasťou oblasti Záhorská nížina, ktorá je ako celok členená na plošiny, zníženiny, pláňavy, nivy a pahorkatiny. Reliéf je výsledkom geologicko-tektonickej stavby, je prevažne nížinný, z časti pahorkatinový. Hodnotený úsek diaľnice D4 prechádza územím Borskej nížiny, ktorú tvorí niekoľko podcelkov, z ktorých v trase diaľnice sa nachádza Podmalokarpatská zníženina, tiahnúca sa pozdĺž západného úpätia Malých Karpát. Má charakter priekopovej prepadliny s prolúviálnymi kužeľmi, ktoré sú v strednej a severnej časti prekryté fluvialnymi náplavami menších tokov popri ktorých sa hojne vyskytujú zamokrené územia s výskytom rašelin.

Novoveská plošina je najjužnejším oddielom Borskej nížiny, tvorená na juhu terasovými náplavami Dunaja, v severnej časti prevažne neogénnymi sedimentmi a menej fluvialnymi náplavami Moravy.

Hlavným činiteľom, ktorý ovplyvňoval vývoj územia v nedávnej geologickej minulosti, bola najmä eróznno-akumulačná činnosť rieky Morava a jej prítokov v danej oblasti spolu s eróznno-akumulačnou činnosťou vetra a v súčinnosti s tektonickými procesmi - poklesávaním jednotlivých kryh neogénnej výplne kotliny. Výsledkom tejto činnosti je súčasný veľmi plochý reliéf s minimálnymi

výškovými rozdielmi. Medzi najvýraznejšie tvary v teréne v súčasnosti patria najmä antropogénne prvky (násypy).

Podunajská rovina – z hľadiska reliéfu je širšie územie v oblasti alúvia Dunaja prevažne rovinaté, s malými výškovými rozdielmi a s miernym generálnym sklonom smerom k východu až juhovýchodu. V teréne sú dodnes zreteľné priebehy meandrov starých ramien Dunaja, ktorých tvar bol zotretý poľnohospodárskou činnosťou v posledných storočiach a prejavujú sa už len ako terénne depresie s charakteristickým oblúkovitým tvarom. Lokálne sa zachovali mŕtve ramená Dunaja. Smerom k úpätiu Malých Karpát je terén viac zvlnený a prechádza až do pahorkatiny, pričom tvary terénu sú aj tu veľmi mierne a oblé. Kým nadmorská výška územia v okolí Dunaja dosahuje 128 - 135 m n.m., v oblasti východného portálu tunela na úpätí Karpát sa nadmorská výška pohybuje v rozsahu cca 150 - 180 m n.m. Východné úpätie pohoria Malé Karpaty je lemované vejármí terasovaných i naložených viacgeneračných náplavových kužeľov, pričom územie je charakteristické prolúviálnym akumuláčno-eróznym procesom, kombinovaným s výmoľovou eróziou. V súčasnosti je najdôležitejším geologickým fenoménom v oblasti činnosť človeka.

1.3.2 Klimatické pomery

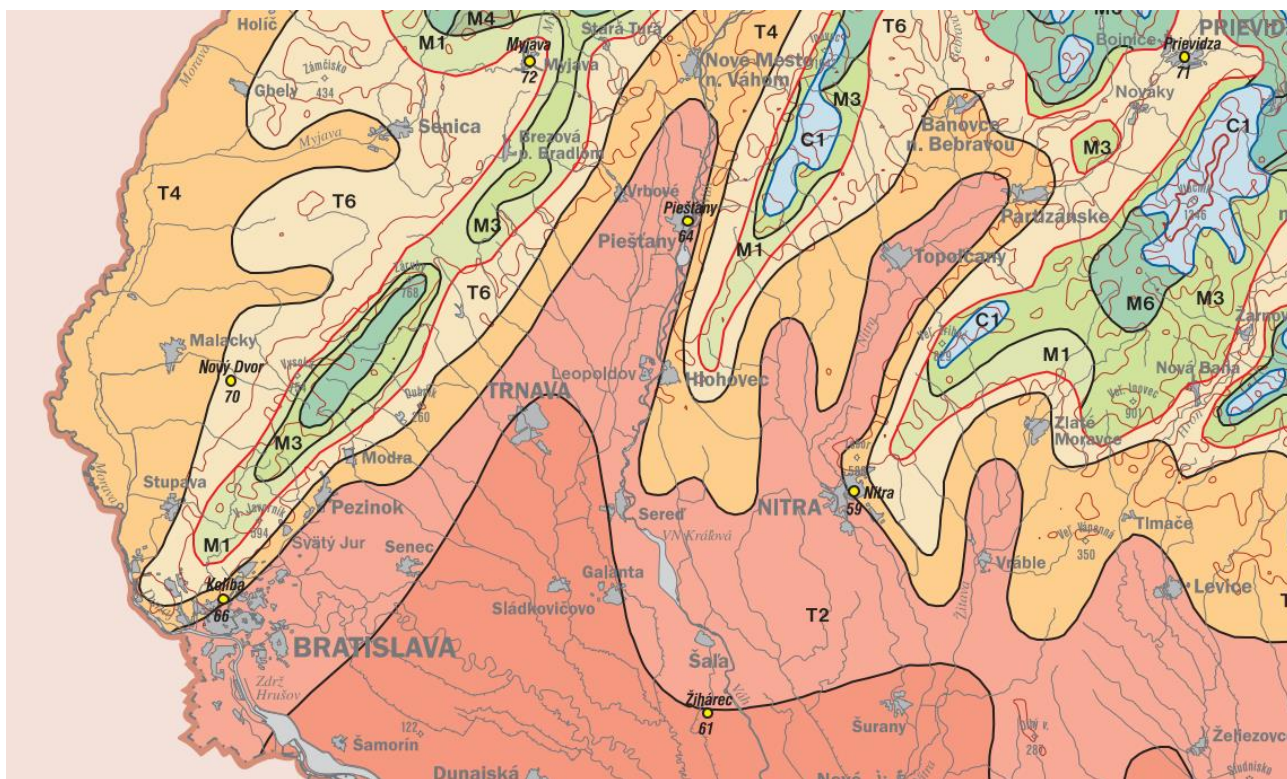
V zmysle staršej klasifikácie E. Quitta (1971) patrí záujmové územie v oblasti portálov a povrchovej časti trasy diaľnice D4 do teplej klimatickej oblasti T2 a T5, priľahlé svahy pohoria a hrebeňová časť Malých Karpát je charakterizovaná mierne teplou klimatickou oblasťou MT5, MT9 a MT11. Základné klimatické charakteristiky oblasti T2 a T5 sú uvedené v nasledujúcej tabuľke 2.

Tabuľka 2 Základné klimatické charakteristiky – stará klasifikácia (Quitt, 1971)

Klimatické charakteristiky	T2	T5	MT9	MT5	MT11
Počet letných dní	50 – 60	60 – 70	40 – 50	30 – 40	40 – 50
Počet let. dní s teplotou 10 ° a viac	160 – 170	> 180	140 – 160	140 – 160	140 – 160
Počet mrazových dní	100 – 110	90 – 100	110 – 130	130 – 140	110 – 130
Počet ľadových dní	30 – 40	< 30	30 – 40	40 – 50	30 – 40
Priemerná teplota v januári °C	-2 – -3	-1 – -2	-3 – -4	-4 – -5	-2 – -3
Priemerná teplota v júli °C	18 – 19	19 – 20	17 – 18	16 – 17	17 – 18
Priemerná teplota v apríli °C	8 – 9	9 – 10	6 – 7	6 – 7	7 – 8
Priemerná teplota v októbri °C	7 – 9	9 – 10	7 – 8	6 – 7	7 – 8
Priemerný počet dní so zrážkami 1 mm a viac	90 – 100	80 – 90	100 – 120	100 – 120	90 – 100
Zrážkový úhrn vo vegetačnom období	350 – 400	300 – 350	400 – 450	350 – 450	350 – 400
Zrážkový úhrn v zimnom období	200 – 300	200 – 300	250 – 300	250 – 300	200 – 250
Počet dní so snehovou pokrývkou	40 – 50	< 40	60 – 80	60 – 100	50 – 60

Z klimatického hľadiska (Lapin et al. in Atlas krajiny SR, 2002) podľa novších klimatických klasifikácií dotknuté územie v oblasti portálov prevažne patrí do **teplého okrsku T2, T4 a T6**, mierne vlhkého až suchého, s miernou zimou. Teplota v januári je nad -3°C, počet letných dní nad 50, $I_z = -20$ až 60 (Konček - Tarábek, 1980). Hrebeňová časť masívu Malých Karpát patrí do mierne teplej oblasti, **mierne teplého okrsku M1 (až M3)**, mierne vlhkého, pahorkatinového až vrchovinového. Teplota v januári je nad -3°C, teplota v júli je viac ako 16°C, $I_z = 0 - 60$. Výrez z mapy klimatických oblastí podľa Lapina je na obrázku 1.

V súlade s ON 73 6196 je hĺbka premrzania pre klimatické oblasti T2 a T5 stanovená v závislosti od počtu mrazových dní T_m , pri použití mrazového súčiniteľa s hodnotou $\alpha_0 = 52$ pre $T_m = 90 - 110$, podľa vzťahu $h_{pr} = \sqrt{2 \cdot \alpha_0 \cdot T_m}$ nasledovná: **$h_{pr} = 96$ až 107 cm.**



Obrázok 1 Výrez z mapy klimatických oblastí (Lapin et al. in Atlas krajiny SR, 2002)

V zime sa obvykle striedajú vpády chladného a teplejšieho vzduchu, preto sa nevyskytujú dlhodobšie periody mrazov. Leto má dlhšie trvajúce teplé obdobie. Prehľad priemerných mesačných teplôt vzduchu na stanici Bratislava – Koliba je uvedený v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Priemerné mesačné teploty vzduchu v °C zo stanice (Bratislava - Koliba) Zdroj: www.shmu.sk

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
2015	2,3	2,0	6,5	11,4	15,6	20,4	24,4	23,8	16,2	10,3	7,4	3,0
2016	-0,4	6,1	6,2	11,0	15,5	20,9	22,5	20,2	18,7	9,8	4,7	0,6
2017	-4,4	3,0	9,5	10,5	17,3	22,7	22,8	23,3	15,7	12,0	6,1	3,0
2018	3,4	-0,4	3,7	15,8	19,2	21,5	22,9	23,7	17,6	13,3	6,5	2,3
2019	0,3	4,6	8,7	15,2	19,4	21,7	22,2	23,4	17,2	11,9	8,2	3,7
2020	0,8	6,2	7,2	12,4	14,6	19,8	22,1	22,7	17,3	11,5	5,6	3,5
2021	1,6	2,5	5,9	9,1	13,8	23,0	24,0	20,5	17,4	10,3	5,9	2,5
2022	1,7	4,9	6,4	9,4	17,4	21,6	22,4	22,7	14,8	12,4	6,4	1,5
2023	3,2	3,3	7,3	8,5	14,9	19,7	23,1	21,2	19,9	14,1		

Pezinské Karpaty vytvárajú klimatickú bariéru pre prevládajúce vlhké vetry, preto dochádza k zmene klimatických pomerov s nadmorskou výškou a vzdialenosťou od pohoria. Teplota vzduchu klesá o cca 0,5 °C na 100 m. Zrážkové pomery Malých Karpát, Záhorskej a Podunajskej nížiny určujú cyklóny z oblasti Atlantického oceánu, ktoré zvyšujú vlhkosť na návetiernej strane. Zrážkový úhrn na JV svahoch ovplyvňujú cyklóny stredomorského frontálneho pásma, preto je plošné rozloženie zrážok nerovnomerné. Priemerné dlhodobé mesačné zrážkové úhrny uvádzame

v tabuľke 4, kumulované mesačné zrážkové úhrny pre meteorologickú stanicu Bratislava – Koliba sú uvedené v tabuľke 5.

Tabuľka 4 Dlhodobé priemerné mesačné úhrny zrážok v mm (Bratislava - Koliba) za obdobie 1961 - 2010

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
1961 - 2010	42,4	42,6	45,6	47,5	63,6	72,3	65,8	69,5	59,0	45,4	61,4	52,3

Tabuľka 5 Kumulované mesačné úhrny atmosférických zrážok v mm (Bratislava - Koliba)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
2015	68,0	29,8	30,0	26,0	49,0	15,0	30,0	74,0	34,0	82,0	29,0	21,0
2016	41,0	61,8	21,0	64,2	80,4	51,7	106,2	28,4	24,7	49,2	61,4	11,6
2017	13,6	22,8	17,9	19,7	16,5	20,0	61,7	23,2	56,5	44,7	51,2	51,3
2018	36,3	23,8	32,5	24,8	85,6	89,4	71,1	29,5	94,5	14,7	31,7	80,3
2019	59,7	17,9	27,3	25,2	79,2	81,8	74,2	28,1	68,4	20,0	68,0	57,0
2020	16,0	37,0	47,0	1,0	54,0	92,0	64,0	66,0	57,0	177,0	30,0	63,0
2021	39,0	24,0	3,0	15,0	73,0	12,0	59,0	105,0	75,0	14,0	53,0	52,0
2022	23,9	24,7	19,9	24,6	70,4	102,0	47,5	66,0	68,3	14,2	29,8	58,1
2023	74,2	28,4	12,9	92,3	128,5	52,6	34,4	147,8	25,1	82,3	98,2	120,9
2024	58,7	48,8	58,2	77,1	72,3	66,6	28,0	18,7	274,3	53,0	11,2	22,5

V dlhodobom priemere je ročný úhrn zrážok v dotknutom území 600 mm, atmosférické zrážky sa vyskytujú 133 dní v roku, z toho priemerný počet dní s úhrnom zrážok vyšším ako 10 mm je 18 – 19. Na zrážky sú najbohatšie mesiace máj, jún a júl. Najmenej zrážok pripadá na január a február.

Snehové pomery sú v Bratislave značne premenlivé. Je to spôsobené kolísaním denných teplôt v zimných mesiacoch okolo 0°C, takže obdobia mrazu sa striedajú s obdobiami odmäku, čo neprispieva k stabilite snehovej pokrývky. Najvyššiu a najstabilnejšiu snehovú pokrývku možno očakávať vo februári.

Z dlhodobejšieho hľadiska (cca 2014- 2024) priemerná teplota v záujmovej oblasti mierne vzrástla a priemerný úhrn zrážok klesol. Priemerné úhrny zrážok sa stávajú značne rozkolísané s výraznými extrémami. Príkladom je september 2024, kedy spadlo za 1 týždeň 268,7mm zrážok, čo je 35% celoročného úhrnu! Pritom mesiac predtým (august) spadlo 18,7mm zrážok, čo je iba 26% dlhodobého normálu za august.

1.3.3 Geologická stavba území

Na geologickej stavbe územia v trase navrhovanej diaľnice D4 sa podieľajú horniny geotektonických jednotiek Centrálna Západné Karpaty, Panónska panva a Viedeňská panva.

1.3.3.1 Viedeňská panva – Borská nížina

Viedeňská panva predstavuje neogénnu tektonickú panvu, vyplnenú prevažne neogénnymi a kvartérnymi zeminami a horninami. Fundament (podložie) panvy predstavujú horniny mezozoika a kryštalinika.

Neogénna výplň Viedeňskej panvy tvoria morske až sladkovodné sedimenty miocénneho až pliocénneho veku. V skúmanom území dominujú miocénne sedimenty reprezentované **gbelským, čárskym a bzeneckým súvrstvím**. Gbelské súvrstvie (vrchný panón) sa vyskytuje v severnej časti územia, tvorené je štrkami, pieskami a pestrými ílmi. V ich podloží sa nachádza čárske súvrstvie (vrchný panón) ílov, uhoľných ílov a lignitu. Bázu tvorí bzenecké súvrstvie (spodný až stredný panón) ílov, pieskov, štrkov a lignitu (Fordinal et al., 2012). V území prevláda čárske a bzenecké súvrstvie.

Neogénne sedimenty sú vo veľkej hrúbke a na ucelených plochách prekryté **kvarternými sedimentmi** rôznej genézy a pestrej litologickej skladby.

Z celkového množstva zachovaných genetických typov dominujú v území **eolické sedimenty**, ktoré sú v území južne od rieky Myjavy zastúpené výhradne eolickými pieskami, ktoré vytvárajú dominantný a reliéfový prvok. Eolické piesky sa vyskytujú vo viacerých pásmach Boru a Podmalokarpatskej zníženiny. Tvoria plošne rozsiahle dunové komplexy vrchnopleistocénneho a mladšieho veku. Sú zložené zo strednozrnných a jemnozrnných žltých, svetlosivých a svetlohnedých kemitých pieskov. V zníženinách sú najlepšie vytriedené a opracované a dosahujú hrúbku max. 20 – 50 m. V ostatných častiach územia tvoria piesky ploché pokryvy alebo mierne vyvýšeniny hrúbky do 5 – 10 m.

Významné zastúpenie v území majú **fluviálne akumulácie** rieky Morava a jej prítokov. Po eolických pieskoch sú druhým najrozšírenejším kvarterným komplexom Záhorskej nížiny. Stratigrafický rozsah fluviálnych sedimentov je od spodného pleistocénu po holocén. Fluviálne sedimenty tvoria systém *riečnych terás* (spodný až vrchný pleistocén) a *dnových akumulácií* (vrchný pleistocén) *s holocénnym pokryvom ílov a siltov*. Sedimenty riečnych terás sa zachovali hlavne pozdĺž ľavého brehu toku Moravy, v relatívnej výške 3 – 25 m. Tvoria ich piesčité, dobre opracované štrky, ale hlavne piesky so štrkom, ktoré vytvárajú akumulácie hrúbky 5 – 15 m. Terasy sú na povrchu často prekryté eolickými pieskami. Dnové akumulácie fluviálnych pieskov a štrkov dosahujú v údolnej nive Moravy hrúbku v rozpätí 3 – 6 m a v nízkej terase 8 – 10 m. V nive Myjavy sa hrúbka dnovej akumulácie pohybuje v rozmedzí 2 – 5 m. Fluviálne sedimenty holocénnej nivnej fácie predstavujú plošne najrozsiahlejšie súvrstvie. Zachované sú v dvojstupňovom kryte Moravy, kde tvoria prikorytovú časť resedimentovaných štrkov, pozdĺž ktorých sú zachované zvyšky fluviálnych pieskov agradačných valov (Fordinal a kol., 2012). Podstatnú časť riečnych nív všetkých tokov zaberajú hlinité a piesčito-hlinité povodňové sedimenty hrúbky 0,5 – 3 m.

Územie údolnej nivy Moravy je spestrené sieťou mŕtvych ramien a iných znížení reliéfu, ktoré sú vyplnené **organickými zeminami** – kalovými, hnílokalovými humóznymi piesčitými hlinami, rašelinovými hlinami a slatinami. Ide prevažne o organogénne humózne rašelinové hliny, slatiny a slatinové pôdy, prípadne siltovité a piesčité zeminy s vysokým obsahom organických látok.

Súčasťou kvarterných sedimentov v území sú **antropogénne sedimenty** v podobe navážok, účelových násypov (násypy železnice, cestných komunikácií, ochranných hrádzia pod.), skládok a hald pri kameňolomoch a zemníkoch v okolí železničnej trate. Tiež sem je potrebné rátať aj zásypy pôvodných korýt vodných tokov, ktoré sú dnes zväčša regulované.

1.3.3.2 Panónska panva – Podunajská nížina

Panónska panva – z geologického hľadiska je predmetné územie budované sedimentami neogénu a kvartéru. Neogénne sedimenty panónskeho veku majú charakter jazerných, jazerno-riečnych a morských sedimentov a v tejto časti územia Podunajskej nížiny sú zastúpené litologicky hlavne slieňitými ílmi až ílovcami, ktoré sa striedajú so siltovitými a ílovitými pieskami, menej s polohami štrkov. Hrúbka komplexu dosahuje až niekoľko tisíc metrov. Súvrstvie má charakteristické pestré sfarbenie - modrošedé, šedo zelené, zelenomodré, vo zvetranom stave hrdzavé až hnedé. Sedimenty si zachovávajú pôvodný charakter s nízkym stupňom spevnenia. Neogénne sedimenty nevystupujú na povrch a sú úplne prekryté kvarternými sedimentami.

Neogénne sedimenty – tvoria bezprostredné podložie kvarterným sedimentom, ktoré v skúmanej oblasti predstavujú štrkopiesčitú výplň širokej údolnej nivy (vnútrozemskej delty) rieky Dunaj, pokrytú piesčitými a siltovitými sedimentami holocénneho veku. Granulometricky sa jedná o štrky a piesky v rôznom pomere zastúpenia týchto frakcií navzájom, v závislosti od ich genézy. Štrkopiesčitý komplex je pokrytý komplexom nivných jemnozrnných piesčitých, siltovitých až

ílovitých sedimentov. Ojedinele možno pozorovať až sprašoidný charakter pokryvných sedimentov, teda je možný i vplyv eolickej činnosti na vznik sedimentov (previevanie pieskov). V holocéne v tejto oblasti Dunaj svojou eróznou činnosťou rozrušoval štrkopiesčité náplavy, ktorých povrch je silne rozčlenený na množstvo meandrov a ramien. Mnoho ramien bolo po ich eróznom oddelení od hlavného toku vyplnených bahnými sedimentami s vysokým stupňom organickej prímesi. Erózna činnosť Dunaja a tektonické pohyby sa taktiež prejavili aj na predkvartérnych neogénnych sedimentoch, čoho výsledkom je rozličná hĺbková úroveň neogénnych sedimentov. Kvartérne sedimenty vďaka týmto faktorom dosahujú hrúbku od niekoľkých metrov až po niekoľko desiatok metrov.

Dominujúcim členom sedimentov sú sivé jemné piesčité slienité íly, na báze s pieskom, štrkom a úlomkami granitov. V tomto období dochádza aj k tektonickému osamostatneniu masívu Malých Karpát spojených so vznikom okrajových poklesových zlomov, ktorými je Podunajská nížina ohraničená na SZ. Po prerušení sedimentácie vplyvom moldavskej fázy nasleduje nová transgresia začiatkom sarmatu, hlavné zastúpenie majú zelenosivé slienité íly s polohami pieskov, na báze s hrubými pieskami a štrkami s obliakmi malokarpatských granitov.

Začiatkom pontu ústredná časť Podunajskej nížiny silne poklesla a sedimentácia nadobudla jazerný ráz. Sedimenty pontu sú zastúpené piesčitými ílmi s polohami slienitých pieskov, často stmelených. Sedimentácia trvala až do konca pontu, jej najvyššie členy sú štrkopiesčité uloženiny. Usadením týchto vrstiev končí vývoj neogénu Podunajskej nížiny, jej klesajúca tendencia však pretrváva dodnes.

1.3.3.3 Malé Karpaty – Pezinské Karpaty

Kryštalínium – Bratislavský a modranský masív predstavujú staropaleozoické metabazity, metasedimenty a magmatity vrchnosilúrskeho až spodnodevónskeho veku (Cambek a Plandera, 1985), do ktorých intrudovali granitoidy bratislavského a modranského masívu v spodnom karbóne (Kohút, 2009).

Metamorfované kryštalínium – je tvorené niekoľkými horninovými celkami, medzi ktoré patria:

- pernecká skupina vznikala vo vrchnej časti oceánskej kôry a tvorili ju bazalty, gabrá a hlbokovodné sedimenty,
- pezinskú skupinu tvorili klastické sedimenty, ktorých zdrojovou oblasťou bola kontinentálna kôra spodnodevónskeho veku. Sedimentácia sa uskutočňovala v riftovom bazéne, ktorý sa nachádzal v tyle magmatického oblúku.

V čase intrudácie granitov boli obidve skupiny v príkrovovej pozícii (turnén – visén). Pezinskú skupinu tvoria svorové ruly až biotitické pararuly, ktoré sa rytmický striedajú s ílovitými bridlicami, pieskovcami a kvarcitickými bridlicami. Vo vrchnej časti sú čierne bridlice s vrstvami tmavosivých kvarcitov a čiernych lícitových bridlíc so stredným stupňom metamorfózy. Vyskytujú sa v oblasti od Lamača po Marianku. Minerálnu asociáciu reprezentujú: kremeň, plagioklas, biotit, muskovit. Predpokladá sa, že sedimentovali v kambricko - silúrskom období a majú polymetamorfný charakter, pričom varíjska periplutonická metamorfóza prekryla staršie metamorfné procesy.

Pernecká skupina vystupuje v osovej zóne metamorfovaného kryštalínika. Hlavným litotypom sú rekryštalizované bazalty a tufitické horniny. Pri metamorfóze je pozorovateľný periplutonický a tektometamorfný účinok intrudujúcich granitov. Typickými pre ňu sú: fylity, kremité fylity, biotiticko - muskovitické svorové fylity, ktoré patria do komplexu hornín vyššej časti, pôvodne hercýnskej kôry. Základnými minerálmi fylitov sú: kremeň, albit, chlorit, muskovit a biotit.

Mezozoikum – je zastúpené borinskou sukcesiou, ktorá vystupuje na SZ svahoch a predhorí Malých Karpát v pruhu medzi Bratislavou a Pernekom. Na povrchu ju tvoria jurské uloženiny (Plašienka, 2006) - pozri litostratigrafickú tabuľku borinskej sukcesie.

Borinská sukcesia je odlišná od ostatných jurských jednotiek Západných Karpát, preto bola zaradená do infratatrika (Plašienka et al., 1997). Styk sukcesie s fundamentom je tektonický, reprezentovaný zlomami násunového, priešmykového a bočne posuvného charakteru. Horniny sú slabo metamorfované a deformované v blízkosti násunu bratislavského príkrovu.

Borinská sukcesia pozostáva z klastických až hruboklastických jurských sedimentov rozdelených na päť súvrství. Sú v nej zastúpené: borinské masívne, hrubolavicovité až celistvé vápence, brekciovité vápence (sinemúr - toark) so šošovkami kremenných pieskovcov (toark), ktoré prevládajú v súvrství Prepadlého. Mariánske bridlice sa vyznačujú prevahou tmavosivých a čiernych ílovitých a vápnitých bridlíc s polohami čiernych krinoidovo-piesčitých detritických vápencov, typických pre mariánske súvrstvie. Pestré, masívne a brekciovité vápence, prechádzajúce do sivých vápencov sa nachádzajú v súvrství Somára, v ktorom hlavnou zložkou sú nestratifikované polymiktné brekcie zložené z rozličných typov fylitov a metabazitov.

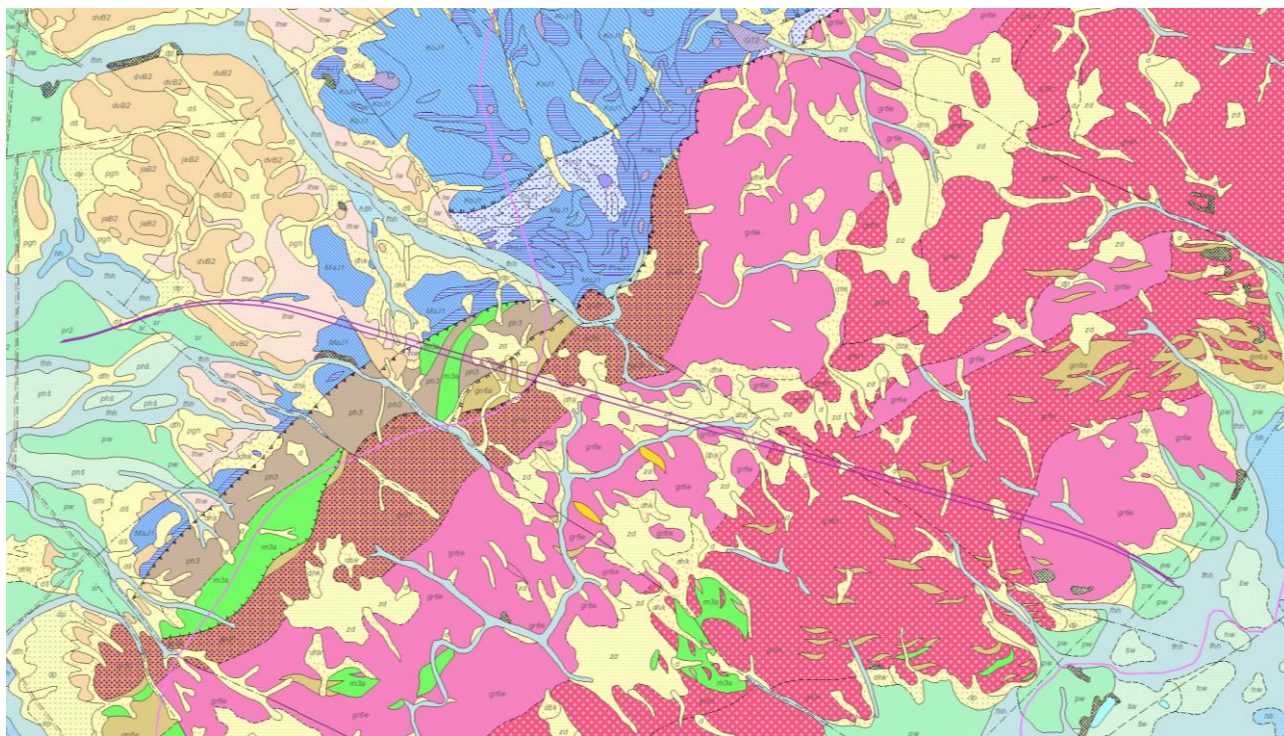
Neogén – Viedenská panva vznikla štajerskou orogenezou, ktorá sa začala v spodnom bádene. Jej staršie jednotky sú zvrásnené a postihnuté epigenetickou zlomovou tektonikou so štruktúrami V-Z smeru. Mladšia poštajerská panva má po inverzii reliéfu SV-JZ až SSV-JJZ smer a uplatňuje sa v nej sedimentárna tektonika so systémom hrástí a prepادلín (Buday, 1962). Osobitným tektonicky postihnutým útvarom je stupavsko-lamačská depresia, ktorá vznikla vo vrchnom pleistocéne. V okolí Marianky vystupuje na povrch devínskonovoveské súvrstvie, v ktorom sa nachádzajú piesky s lavicami pieskovcov vrchného bádenu. Svojim charakterom naznačuje príbrežnú sedimentáciu. V pieskoch sa nachádzajú odvápnené schránky lastúrníkov.

Kvartér – zloženie kvartérnych sedimentov Záhorskej nížiny dokumentuje litostratigrafická tabuľka. Južne od obce Marianka vystupujú na povrch terasové akumulácie, ktoré sú prekryté suťovými hlinami červenohnedej farby. V štrkoch granulometricky prevažuje stredne až hrubozrnná frakcia s priemerom 2 - 5 cm, v menšej miere 10 - 15 cm. Obliaky sú stredne až dobre opracované. V petrografickom zložení štrkov prevládajú navetrané kremence, kremene a žuly. Pri vyústení Mariánskeho potoka do Záhorskej nížiny sú proluviálne piesčité štrky, piesky a silty.

Neogéne súvrstvia sú medzi nasypaným portálom a križovatkou Záhorská Bystrica pokryté sprašami hrúbky 2 - 3 m. Zložené sú z jemnozrnných pieskov, nad ktorými sú piesčité silty. Smerom do masívu pribúdajú piesčité silty so štrkami, resp. úlomkami čiernych bridlíc.

Masív Malých Karpát je súvisle pokrytý eluviálno - deluviálnymi sedimentmi. V západnej časti masívu dominujú siltovité piesky, v ktorých chýbajú, resp. ojedinele sa vyskytujú malé úlomky materskej horniny. V hrebeňovej časti, ktorá má charakter plošiny, sa vyskytujú balvany stredne až slabo opracovaných granitov. V morfológicky exponovaných miestach (napr. kóta 426 m n. m. „Pri zabíto“) sú kamenité sute s prevahou granitov.

Tektonické pohyby a klimatické zmeny v kvartéri podmienili vznik niekoľkých terasových stupňov s uplatňovaním periglaciálnych procesov, pri ktorých vznikli mohutné náplavové kužele na styku Malých Karpát a Podunajskej nížiny resp. Záhorskej nížiny.



Obrázok 2 Výrez zo základnej geologickej mapy SR 1 : 50 000 (zdroj: www.geology.sk)

1.3.4 Tektonická stavba

Z hľadiska regionálnej tektonickej stavby sa na hodnotenom území nachádzajú horninové komplexy nasledujúcich tektonických jednotiek:

- Západné Karpaty – zastúpené pohorím Malé Karpaty, ktoré predstavujú sústavu čiastkových príkrovov, zahrňujúcich predalpínsky fundament (kryštalinikum) a viacerých mezozoických sukcesí;
- Panónska panva – zastúpená celkom Podunajská nížina. Panvová štruktúra je vyplnená sedimentárnymi horninami neogénu a kvartéru;
- Viedenská panva – zastúpená celkom Záhorská nížina, ktorá pozostáva zo sedimentárných hornín neogénu a kvartéru.

Viedenská panva - na stavbe a vývoji panvy sa najvýraznejšie podieľajú pozdĺžne zlomové línie SV-JZ a SSV-JJZ smeru. Zlomová tektonika kopíruje smer rozhraní austroalpínskych jednotiek v podloží sedimentov Viedenskej panvy. V niektorých oblastiach ich zakrývajú zlomy SZ-JV a V-Z smeru, t. j. priečne zlomy, ktoré boli aktívne počas spodného miocénu (in Fordinal, 2012). Malé Karpaty tvoria hrásť, ktorá od seba oddeľuje neogénnu výplň Viedenskej a Dunajskej panvy. S ohľadom na hrúbku a charakter sedimentov sa predpokladá najintenzívnejšie poklesávanie územia na začiatku kvartéru a v starom pleistocéne (Hrašna - Vlčko, 1985).

Panónska panva - tvorí panvu vyplnenú sedimentmi neogénu a kvartéru. Centrálna depresia Podunajskej panvy je voči Malým Karpatom výrazne tektonicky ohraničená okrajovými malokarpatskými dislokáciami. Zo SV strany ju voči Trnavskej a Nitrianskej pahorkatine ohraničuje systém zlomov SZ-JV smeru. Tieto zlomy usmerňujú zväčšovanie hrúbok kvartérnych sedimentov smerom do centra depresie a ohraničujú depresiu voči vyšším kryhám východnej časti Podunajskej nížiny. Od SZ okraja (od Malých Karpát) báza kvartéru centrálnej depresie

Podunajskej nížiny prudko klesá po obce Bodíky, Šuľany, Horný Bar do hĺbky 450 – 500 m, pričom vrtmi najväčšie zistené hĺbky sú pri Gabčíkove (468 m). Pre Podunajskú nížinu je počas kvartéru charakteristické neustále poklesávanie bázy a terénu, a to v centrálnej časti na maďarskom území až 600 m. Najmenšie hrúbky štrkopiesčitých náplavov, do 10 m, sú v oblasti Bratislava – Rača – Pezinok, na styku Podunajskej nížiny s Malými Karpatami. Podložie neogénu tvorí kryštalinikum Malých Karpát, ktoré počas druhohôr a začiatkom treťohôr bolo vystavené silnej denudácii a jeho povrch bol značne zarovnaný. Obdobie neogénu je významnou zmenou v geologickom vývoji Podunajskej nížiny. Sedimentácia v jej okrajovej časti začína morskou transgresiou vo vrchnom bádene.

Malé Karpaty – sú súčasťou tektonickej jednotky Centrálne Západné Karpaty, a predstavujú jej najzápadnejšie jadrové pohorie tatransko-fatranského pásma, ktoré vystúpilo po systéme zlomov JZ-SV smeru. Hranica medzi masívom Karpát a Viedenskou panvou sa viaže na malokarpatský zlom, ktorý nadväzuje na litavsko-ábsky zlomový systém Východných Álp (strednomiocénneho veku) a pokračuje do oblasti Považia až k Žiline. Malokarpatský zlom je mladoneogénneho až kvartérneho veku a oddeľuje Dunajskú panvu od Malých Karpát. Priečne zlomové systémy smeru SZ-JV podmienili vznik priečných depresíí ako sú: lamačská a devínska brána. Z tektonických jednotiek sa na území nachádzajú neogénne sedimenty a tatrikum.

Malé Karpaty predstavujú sústavu čiastkových príkrovov, zahrňujúcich predalpínsky fundament (kryštalinikum) a viacero mezozoických sukcesíí. Medzi tatrické jednotky patria:

- borinská a orešanská jednotka - subautochtónne jednotky;
- bratislavský príkrov, ktorý buduje devínska, kuchynská, kadlupská a solivarská jednotka - alochtónne jednotky.

1.3.5 Inžinierskogeologické pomery

Podľa inžinierskogeologickej rajonizácie Slovenska (Matula a Pašek, 1986) patrí západná časť záujmového územia do regiónu **neogénnych tektonických vkleslín** a do oblasti vnútrohorských nížin (73 – Záhorská nížina), podobne aj východná časť v oblasti východného portálu po MKÚ Rača (74 – Podunajská nížina). Centrálne časť územia s tunelom Karpaty patrí do regiónu **Jadrových pohorí**, oblasti jadrových stredohorí (6 – Malé Karpaty). V území možno vyčleniť nasledovné litologické formácie:

- formácia kvartérnych pokryvných sedimentov;
- molasová formácia;
- pestrá pieskovcovo-slieňovcovo-vápencová formácia;
- vápencovo-dolomitická formácia;
- formácia variských granitoidov.

V geologickej **formácii kvartérnych pokryvných sedimentov** možno vyčleniť niekoľko základných rajónov:

- **rajón údolných riečnych náplavov (Fn)** – sedimenty výplne údolnej nivy Dunaja resp. Moravy, prevažne stredne až slabo uľahnuté, zastúpené striedajúcimi sa štrkovitými a piesčitými sedimentmi, na povrchu prekryté hliníťmi a piesčitými sedimentmi nivnej fácie. V rajóne dominujú strednozrnné, menej drobnozrnné piesčité štrky, stredne uľahnuté až uľahnuté, striedajúce sa s pieskami. V blízkosti kanálov, mŕtvych ramien riek a v najvrchnejších častiach náplavov pozdĺž niektorých tokov sa na povrchu náplavov nachádzajú mäkké zeminy so zvýšeným obsahom organických látok. Hrúbka

fluviálnych náplavov kolíše v závislosti od tektonického rozčlenenia nížiny, pričom v tektonických depresiách môže byť hrúbka fluviálnych náplavov väčšia. Hladina podzemnej vody je v hĺbke do 2 m pod terénom. Reliéf územia je prevažne plochý so sklonom do 2°. Podmienky pre zakladanie objektov sú vzhľadom na vysokú úroveň hladiny podzemnej vody, jej agresívne účinky a možnosť výskytu mäkkých organických zemín prevažne podmiennečne vhodné až nevhodné;

- **rajón terasových riečnych sedimentov (Ft)** – predstavuje prevažne piesčité a štrkovité zeminy nízkej terasy Dunaja a Moravy na kontakte s deluviálnymi sedimentami podhoria Karpát, prevažne stredne až slabo uľahnuté. Vrstva zemín najčastejšie dosahuje hrúbku do 5 m miestami 8 – 12 m. Niektoré terasy sú na povrchu prekryté 2 – 5 m hrubou vrstvou eolických pieskov alebo polygenetických eolicko-fluviálnych zemín. Zloženie terás je pestré, od štrkovitých po siltovité litotypy. Štrky sú najčastejšie piesčité, strednozrné až drobnozrné, ojedinele hrubozrné, uľahnuté a zvetrané. Terasové piesky sa striedajú so štrkami, ojedinele vytvárajú samostatné, niekoľko metrov hrubé vrstvy. Povrch územia terás je veľmi plochý so sklonom do 2°, strmšie sú len hrany terás. Hĺbka hladiny podzemnej vody je v závislosti od morfolologickej pozície a hrúbky terasových náplavov, a to v úrovni 2 – 5 m pod terénom a hlbšie ako 5 m;
- **rajón mŕtvych ramien (Fs)** – ide prevažne o siltovité a piesčité bahnité sedimenty s vysokým obsahom organických látok, slabo uľahnuté, ktoré sa môžu vyskytnúť v oblasti nížin (v alúviu Moravy i Dunaja);
- **rajón náplavov horských tokov (Fh)** – predstavujú sedimentárnu výplň dna údolí v rámci Malých Karpát, pričom ide prevažne o štrkovité sedimenty s rozličným podielom jemnozrnnej frakcie;
- **rajón proluviálnych sedimentov (P)** – sedimenty širokých výplavových kužeľov pri vyústeniach dolín Malých Karpát do Podunajskej alebo Záhorskej nížiny, pričom ide o prevažne štrkopiesčité sedimenty s rozličným stupňom zahlinenia
- **rajón antropogénnych navážok (An)** – predstavuje komplex stavebných navážok, účelových násypov (železničné násypy, cestné násypy, staré ochranné hrádze a pod.), skládok komunálneho a stavebného odpadu (divoké skládky, drobné smetiská heterogénneho zloženia v jamách a ťažobných priestoroch) a environmentálnych záťaží či zásypov iných terénnych depresií. Hrúbka antropogénnych navážok je premenlivá. Z hľadiska zakladania stavieb ide o zvláštne zeminy nevhodné pre zakladanie stavebných objektov, výnimku tvoria staršie skonsolidované telesá násypov dopravných stavieb, ktoré sú zvyčajne vhodné na zakladanie;
- **rajón polygenetických sedimentov (Lp)** - eolicko-fluviálny pokryv najnižšieho terasového stupňa sa vyskytuje v časti Záhorskej nížiny. Rajón tvoria sprašové hliny (silty), menej spraše, hrúbky 2 – 12 m. V zrnitostnom zložení sprašových zemín prevláda prachovité zložka nad piesčitou, konzistencia zemín je pevná až tvrdá. Ide prevažne o silty a prachovité piesky. Reliéf územia je typicky pahorkatinový s plochými zaoblenými chrbtami, s malým sklonom svahu (3 – 5°). Hladina podzemnej vody sa nachádza v hĺbke viac ako 10 m p. t. Zeminy rajónu sú presadavé, resp. náchylné na presadanie. Zo súčasných geodynamických procesov sa v období intenzívnych zrážok uplatňuje výmoľová erózia;
- **rajón deluviálnych sedimentov (D)** – sedimenty pokryvu svahov v oblasti Malých Karpát, patria sem sute rozličného zloženia, ílovité a hlinité zeminy;

- **rajón sedimentov úvalín (Du)** – predstavuje výplň údolí s občasným vodným tokom (počas zrážok a topenia snehu);
- **rajón koluviálnych sedimentov (C)** – sedimenty zvetralinového plášťa granitoidných hornín s minimálnym transportom.

V geologickej **molassej formácii**, ktorá má zastúpenie na východnom i západnom konci hodnoteného územia ako neogénna výplň nížin (Podunajskej a Záhorskej), dominujú miocénne morske sedimenty, ďalej miocénne prechodné (brakické) sedimenty a pliocénne jazerno-riečne sedimenty. Z hľadiska inžinierskogeologického rajónovania sa vyskytujú nasledujúce inžiniersko-geologické rajóny:

- **rajón neogénnych zlepcových sedimentov (Nz)** – ide o slabo až dobre spevnené neogénne horniny, prípadne v zóne zvetrania až charakterov štrkovitých a piesčitých zemín;
- **rajón striedajúcich sa jemnozrnných a štrkovitých sedimentov (Nk)** – predstavuje charakteristickú sedimentárnu formáciu v hodnotenom území, kde sú zahrnuté jemnozrnné i piesčité spevnené i nespevnené sedimenty (íly, ílovce, silty, siltovce, piesky, pieskovce). Charakteristika ílov je podobná ako v rajóne jemnozrnných sedimentov, približne rovnako sú zastúpené íly so strednou a vysokou plasticitou. Piesky sú viac ílovité a prachovité. V štrkových polohách ide prevažne o polymiktnésiltovité a ílovité štrky, ktoré sa vyznačujú vysokým stupňom zvetrania. Reliéf územia rajónu je podobný ako v rajóne ílovito-prachovitých sedimentov. Hladina podzemnej vody sa v územiach nížin nachádza v hĺbke do 5 m, ojediniele v hĺbke do 2 m. Vo väčších hĺbkach (do 15 – 20 m) je možný výskyt niekoľkých aj napätých horizontov podzemnej vody. Vzhľadom na značnú litologickú premenlivosť zemín a polohu hladiny podzemnej vody predstavuje územie rajónu podmiennečne vhodné staveniská so zložitými základovými pomermi;
- **Rajón jemnozrnných sedimentov (Ni)** je tvorený súvrstvom ílov s polohami uhoľného ílu, lignitu, piesku a štrku. Súdržné zeminy sú sivé, modrosivé, zelenosivé alebo hnedosivé až sivohnedé. Smerom do vnútra panvy pribúda ílovitá zložka a plasticita ílov sa zvyšuje na vysokú až extrémne vysokú. Íly často obsahujú rozptýlený uhlíčitý vápenatý, miestami organické látky a minerály illit a montmorillonit. Obsah CaCO_3 konkrécií sa viaže hlavne na prachovité íly. Reliéf územia rajónu je málo členitý s plochými až miernymi svahmi, v oblasti Záhorskej nížiny dosahuje sklon 2 – 6°. Podzemná voda sa viaže na vložky piesčitých alebo prachovitých sedimentov, je mierne napätá a vyznačuje sa síranovou alebo uhlíčitánovou agresivitou. Z geodynamických javov sa v území uplatňujú hlavne objemové zmeny a namŕzanie ílovitých sedimentov. Neogénne íly sú namŕzavé až nebezpečne namŕzavé a náchylné na objemové zmeny (napučiavanie a zmršťovanie). Sú nevhodné do podlažia násypov a málo vhodné až nevhodné do násypov. Pre bežné typy stavieb predstavujú vhodné až podmiennečne vhodné staveniská.

Pestrá pieskovcovo-slieňovcovo-vápencová formácia a vápencovo-dolomitická formácia v hodnotenom území sú zastúpené nasledovnými rajónmi:

- **rajón vápencovo-dolomitických hornín (Sv)** – zastúpený rozličnými typmi karbonatických hornín, predovšetkým vápencami a dolomitmi v rozličnom stupni porušenia a zvetrania. Horniny sú náchylné na krasovatenie, zvyčajne majú dobrú

puklinovú až krasovú priepustnosť. Horniny majú zvyčajne strednú až vysokú triedu pevnosti (R2 – R3);

- **rajón vápencových hornín (Sw)** – vápence v rozličnom stupni porušenia a zvetrania (skrasovatenia), zvyčajne s výskytom krasových povrchových i podzemných javov. Z hľadiska hydrogeológie predstavujú prostredie mimoriadne citlivé na znečistenie. Horniny majú zvyčajne strednú až vysokú triedu pevnosti (R2 – R3);
- **rajón ílovcovo-vápencových hornín (Ss)** – súvrstvia ílovcov, siltovcov, slienitých vápencov až slieňovcov v rozličnom stupni porušenia a zvetrania. Zvyčajne pôsobí v karbonatickom komplexe ako hydrogeologický izolátor. Dosahujú nízku až strednú triedu pevnosti (R3 – R4).

Formácia epimetamorfovaných hornín, formácia vysokometamorfovaných hornín a formácia variských granitoidov predstavujú najcharakteristickejšie horninové celky v trase plánovaného tunela. Zastúpené sú nasledovnými rajónmi:

- **rajón intruzívnych hornín (Ih)** – je v hodnotenom území zastúpený najmä muskovitickými a dvojsľudnými granitmi a granodioritmi a ich žilnými ekvivalentami (pegmatitmi a aplitmi), v rozličnom stupni zvetrania a porušenia, prípadne alterácie. Charakteristická je puklinová priepustnosť. Trieda pevnosti hornín je stredná až veľmi vysoká (R1 – R3);
- **rajón vysokometamorfovaných hornín (Mv)** – biotitické pararuly, amfibolity, biotitické pararuly s vločkovým grafitom, v rozličnom stupni zvetrania ;
- **rajón nízkometamorfovaných hornín (Mn)** – fylity, sľudnaté bridlice, metapeliti biotitovo-granátovej zóny, muskoviticko-chloritické bridlice.

1.3.6 Geodynamické javy

Medzi najvýznamnejšie geodynamické javy, ktoré sa vyskytujú v širšom okolí plánovanej diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica patria najmä:

- **Zvetrávanie** možno rozdeliť na plošné a hĺbkové. Plošnému zvetrávaniu je vystavené prakticky celé územie trasy. Jeho hĺbkový dosah je obmedzený, kvartérny pokryvný komplex chráni hlbšie uložené horninové komplexy. Hĺbkové zvetrávanie je viazané najmä na tektonicky porušené horninové masívy s vysokým stupňom rozvoľnenia, ktoré umožňuje cirkuláciu podzemnej vody;
- **Objemové zmeny hornín** sa prejavujú hlavne pri zmenách obsahu vody v hornine (zemine), resp. pri zamŕzaní. Na objemové zmeny sú v záujmovom území najviac náchylné neogénne jemnozrnné zeminy a horniny resp. polygenetické zeminy pokrývajú terasových stupňov. Na presadenie sú náchylné spraše a sprašoidné zeminy;
- **Eolická činnosť** predstavuje významný geodynamický proces na území Záhorskej nížiny, kde pohyblivé duny v minulosti uberali z poľnohospodárskej pôdy a ohrozovali ľudské obydlia. V súčasnosti je veterná erózia rozvinutá len na poľnohospodársky obrábaných pôdach v suchom klimatickom období resp. pri obnažení pôdneho krytu počas stavebných prác;
- **Erózia** sa v širšom okolí vyskytuje hlavne vo forme plošnej rónovej erózie na plochách, z ktorých bol odstránený vegetačný pokryv, t.j. na poľnohospodársky obrábanom území, alebo na miestach s aktuálnou výstavbou. V skúmanom území je evidentná najmä rónová erózia na miernejších svahoch počas intenzívnych zrážok alebo počas rýchleho topenia snehovej pokrývky. Bočná a hĺbková erózia prevláda na lokálnych

vodných tokoch, pričom v zastavanom území je v súčasnosti eliminovaná regulačnými úpravami povrchových tokov;

- **Zaplavovanie územia** súvisí s vysokými vodnými stavmi riek počas extrémnych zrážok v jarňných a letných mesiacoch. V súčasnosti je riziko priameho zaplavenia územia znížené protipovodňovými opatreniami okolo hlavných vodných tokov (Morava a pod.), pri povodiach niektorých miestnych vodných tokov však pri extrémnych zrážkach môže dôjsť k vybreženiu a zaplaveniu územia. Podobne bývajú pri vysokej úrovni hladiny podzemnej vody občasne zatápané lokálne terénne depresie – napríklad priekopy pozdĺž násypov železničnej trate alebo ciest. Zaplavované bývajú aj medzidunové depresie, v ktorých sa pri stagnácii vody vytvárajú rašeliniská;
- **Seizmicita, zemetrasenia** majú svoj pôvod v existencii aktívnych zlomových porúch, ktoré vymedzujú tektonické jednotky Záhorskej nížiny, Podunajskej nížiny a hráste Malých Karpát. Seizmická činnosť v širšej oblasti sa viaže na geologický kontakt Východných Álp, Západných Karpát a Českého masívu vo Viedenskej panve a kontakt nížiny s pohorím Malých Karpát. Rozhranie predstavuje zlomová línia – západný okrajový malokarpatský zlom, ktorý má svoju analógiu vo východnom ohraničení masívu Karpát a okraja Podunajskej nížiny;
- **Akumulácia** sedimentov je viazaná v skúmanom území najmä na dná miestnych vodných tokov (presuny štrkopiesčitého materiálu pri vyšších vodných stavoch) a na lokálne terénne depresie, do ktorých je pri dažďoch splachovaný jemnozrnný materiál z príľahlých svahov (najmä poľnohospodársky využívané plochy);
- **Výskyt málo únosného podložia** je fenomén viazaný na jemnozrnné zeminy v komplexe fluviálnych náplavov prípadne preplavených sprašoidných zemín. Ide prevažne o nasýtené piesčité, resp. ílovité sedimenty, často s vysokým podielom organických prímiesí, ktoré predstavujú výplň terénnych depresií resp. výplne mŕtvych ramien Moravy a Dunaja resp. ostatných vodných tokov. Predstavujú problém pre stabilitu násypových telies a zakladanie stavieb. Nestabilita a malá únosnosť sa môže vyskytovať aj v komplexe koluviálnych sedimentov;
- **Svahové pohyby** sú v širšom okolí hodnoteného územia málo rozvinuté. Známe sú len zosuvy v oblasti Devínskej Novej Vsi (Devínske Jazero), ktoré vznikli počas realizácie zárezu jestvujúcej železničnej trate a tiež zosuvy v areáli bývalej tehelne. V súčasnosti sú tieto oblasti stabilizované. Drobné zosuvy sa vyskytujú v deluviálnom komplexe na svahoch podrezávaných vodnými tokmi v Malých Karpatoch;
- **Neotektonické pohyby** predstavujú doznievanie poslednej fázy alpínskeho vrásnenia. Ide hlavne o vertikálnu diferenciáciu kotlín a príľahlých pohorí. Pohoria (Karpaty) majú tendenciu relatívne rásť voči príľahlým kotlinám. Pohyby sa dejú najmä po už jestvujúcich zlomových štruktúrach a majú prevažne vertikálnych charakter. Zlomy sa výrazne podieľajú na zaklesávaní jednotlivých horninových blokov a na vytváraní sedimentačného bazéna, v ktorom vznikla vnútrozemská delta Dunaja (sústava ramien s meandrami), a v ktorom sa naakumulovali značné hrúbky kvartérnych sedimentov. Zároveň sú dôležitým činiteľom pri tvorbe blokovitej stavby hráste Malých Karpát, ktorá ovplyvňuje ich inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery.

1.3.7 Hydrogeologická charakteristika

Hodnotené územie trasy diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica sa v zmysle hydrogeologickej rajonizácie Slovenska (Šuba et al., 1984) nachádza v nasledujúcich hydrogeologických rajónoch:

- QN007 Kwartér a neogén J a JV časti Borskej nížiny;
- MG008 Kryštalinikum a mezozoikum JZ časti Malých Karpát;
- MG055 Kryštalinikum a mezozoikum JV časti Pezinských Karpát;
- Q051 Kwartér Z okraja Podunajskej roviny.

Podzemné vody hodnoteného územia patria v zmysle Nariadenia vlády SR č.269/2010 Z.z., prílohy č.2 k útvarom:

1) Útvar podzemných vôd v kvartérnych sedimentoch:

- Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov centrálnej časti Podunajskej panvy SK1000300P;
- Medzizrnové podzemné vody kvartérnych náplavov Viedenskej panvy SK1000100P.

2) Útvary podzemných vôd v predkvartérnych horninách:

- Medzizrnové podzemné vody západnej časti Viedenskej panvy SK2000200P;
- Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských Karpát čiastkového povodia Moravy SK200010FK;
- Puklinové a krasovo-puklinové podzemné vody Pezinských Karpát čiastkového povodia Váhu SK200030FK;
- Medzizrnové podzemné vody centrálnej časti Podunajskej panvy a jej výbežkov SK2001000P.

Z hydrogeologického hľadiska možno podzemné vody v tomto území priradiť k nasledovným hydrogeologickým celkom:

- podzemné vody kryštalinika – granitoidné kryštalinikum má znaky intenzívneho tektonického prepracovania, ktoré podmienilo jeho puklinovú priepustnosť. Z hľadiska hydrogeologického sú významné priečne pukliny, ktoré sú viac otvorené. V granitoch, ktoré predstavujú priaznivejšie prostredie pre prúdenie a akumuláciu podzemných vôd (Hanzel - Vrána et al., 1999) sa vyskytujú významnejšie pramene prevažne suťovo - puklinového charakteru, s výdatnosťami od 0,01 do 0,3 l.s⁻¹. Väčšie zvodnenie sa očakáva v miestach kríženia zlomových systémov. Merný odtok sa pohybuje od 3,22 do 5,78 l.s⁻¹.km⁻². Pre zónu zvetrávania a podpovrchového rozvoľnenia Hanzel (1999) uvádza priemerný koeficient prietočnosti $T = 4,26 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a index prietočnosti $Y = 4,63$, ktorý ich v zmysle klasifikácie priepustnosti radí medzi mierne priepustné.
- podzemné vody metamorfovaného kryštalinika – horniny sú zastúpené prevažne rulami a amfibolitmi, prípadne fylitmi, ktoré sú málo zvodnené. Priemerný odtok podzemných vôd dosahuje 2,98 l.s⁻¹.km⁻². Na základe hydrogeologických vrtov bol odhadnutý koeficient prietočnosti $T = 1,15 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a index prietočnosti $Y = 4,08$. V zmysle klasifikácie priepustnosti hornín (Jetel, 1973) ich radíme medzi mierne priepustné;
- podzemné vody mezozoických sedimentárnych komplexov – sú zastúpené najmä skrasovatenými vápencami, ktoré sú zároveň najvýznamnejším kolektorom podzemných vôd v tomto horninovom komplexe. Menej sa vyskytujú slienité vápence, slieňovce a dolomity. Skrasovatelé vápence sa vyskytujú najmä v súvrství Prepadlého. Priemerný odtok sa pohybuje v rozpätí 6,0 – 9,0 l.s⁻¹.km⁻². Bridlice (mariánske), sliene a slienité vápence sa pokladajú za veľmi slabo priepustné (Hanzel, 1999), odvodňované suťovými prameňmi malých výdatností. Merný povrchový odtok predstavuje 0,75 – 0,84 l.s⁻¹.km⁻²;
- podzemné vody neogénu – neogénne sedimenty charakterizuje rôzna medzizrnová priepustnosť, nízke hodnoty hydraulických gradientov a striedanie priepustnejších a menej

priepustných polôh, čo spôsobuje napätý charakter podzemných vôd a vznik viacerých zvodených horizontov podzemnej vody. Vzhľadom na nízku priepustnosť je pohyb podzemnej vody pomalý. Priepustnosť neogénnych sedimentov je však horizontálne aj vertikálne veľmi premenlivá. Komplex je dotovaný prestupmi vôd z kvartérneho komplexu štrkov resp. prestupmi z príľahlého pohoria Malé Karpaty. Kým jemnozrnné variety hornín a zemín sú temer nepriepustné, priepustnosť pieskov, pieskovecov a piesčitých štrkov sa pohybuje od $T = 1,6 \cdot 10^{-5}$ do $4,7 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ s indexom prietochnosti $Y = 5,2$, ktorý ich charakterizuje ako dosť silno priepustné;

- o podzemné vody kvartérnych sedimentov – najvýznamnejším kvartérnym kolektorom podzemných vôd sú fluviálne štrkové sedimenty Dunaja, Moravy a ich prítokov. Ide prevažne o štrky s prímiesou jemnozrnej zeminy, štrky dobre zrnéné a štrky zle zrnéné. Poloha štrkov je prekrytá vrstvou náplavových hĺn, piesčitých hĺn, resp. pieskov ílovitých. Fluviálne štrky sú veľmi dobre priepustné a tvoria vhodné prostredie pre akumuláciu podzemných vôd. Filtračné vlastnosti fluviálnych štrkov sú závislé od stupňa zahĺnenia, hodnoty koeficienta prietochnosti sa pohybujú v rozmedzí $T = 10^{-4}$ až $10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficient filtrácie k_f rádovo $2 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, index prietochnosti $Y = 6,33$. Generálny smer prúdenia podzemnej vody je totožný so smerom Dunaja, resp. smerom od pohoria Malé Karpaty k Dunaju. Hladina podzemnej vody pri priemerných vodných stavoch Dunaja býva v skúmanej lokalite v hĺbke cca 7 m p.t. a je v priamej hydraulickej spojitosti s povrchovým tokom. Hydraulické vlastnosti prolúviálnych sedimentov východného okraja boli určené na základe čerpania vrtov s priemerným koeficientom prietochnosti $T = 6,02 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a indexom prietochnosti $Y = 4,8$, ktorý poukazuje na miernu priepustnosť. Deluviálne sedimenty (siltovito-kamenité a kamenité sute) v spojení s eluviálnymi zvetraninami predstavujú plošne najrozsiahlejší typ. Na západných svahoch dosahuje hrúbku 8 m a vo východnej časti 10 – 15 m. Hydraulické vlastnosti boli overené HG vrtmi (Hanzel, 1999), na základe ktorých sme im priradili koeficient prietochnosti $T = 5,88 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a index prietochnosti $Y = 4,77$ s charakteristikou mierne priepustné. Podstatne menšie rozšírenie majú fluviálne sedimenty, pretože vo väčšine horských potokov absenteje dnová akumulácia. Ich hydraulické parametre boli overené v povodí Vydrice deviatimi vrtmi s priemerným koeficientom prietochnosti $T = 1,42 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a indexom priepustnosti $Y = 5,15$, ktoré poukazujú na dosť silnú priepustnosť. Fluviálne a prolúviálne sedimenty malokarpatských tokov v hydrogeologicky priaznivejších úsekoch sú kolektormi, cez ktoré prestupujú podzemné vody z pohoria do Záhorskej nížiny

1.3.8 Hydrologická charakteristika

Z hľadiska **hydrografie a hydrológie** skúmaná oblasť patrí do povodia rieky Dunaj (číslo hydrologického poradia 4-00-00) a úmoriu Čierneho mora. Oblasť patrí do niekoľkých čiastkových povodí:

- čiastkové povodie rieky Morava od ústia Dyje po sútok s Dunajom (hydrologické poradie 4-17-02), kam patrí potok Mláka, Stupavský potok a ich prítoky;
- čiastkové povodie rieky Dunaj od ústia Moravy po ústie Váhu (hydrologické poradie 4-20-01), kam patrí vodný tok Vydrice a jej prítoky;
- čiastkové povodie Malý Dunaj po ústie Čiernej vody (hydrologické poradie 4-21-15), kam patria toky Javorník (Račí potok), Račiansky potok a Vajnorský potok a ich prítoky.

Medzi najvýznamnejšie vodné toky, ktoré sú zároveň vodohospodársky významnými tokmi, a ktoré skúmanú oblasť odvodňujú, patria:

- **Stupavský potok** (hydrologické poradie 4-17-02-095) je potok na Záhorí, na území okresu Malacky, ľavostranný prítok Maliny s dĺžkou 27,3 km a plochou povodia 52,752 km². Je to vôbec jej najvýznamnejší prítok. Na hornom toku napája dva rybníky, ďalej až po obec Borinka preteká krasovou dolinou Prepadlé a cez Borinský kras. Pri Stupave napája sústavu rybníkov a od hlavného koryta sa oddeľuje rameno Mláka, ktoré pokračuje na juhozápad. Pramení v Malých Karpatoch, na južnom svahu vrchu Konské hlavy (648,8 m n.m.) v nadmorskej výške okolo 618 m n.m.;
- **Mláka** (hydrologické poradie 4-17-02-102) je potok, začína odrazením v stavidle stupavského potoka v kaštieľskom parku, ktorý preteká územím bratislavskej mestskej časti Devínska Nová Ves a ktorý vzniká spojením dvoch potokov západne od stupavskej mestskej časti Mást. Má dĺžku cca 11,8 km a ústi do rieky Moravy. Postupne sa do nej vlievajú: Chotárny potok, Mariánsky potok, Bystrický potok, Vápenický potok, Lamačský potok a Dúbravský potok, zároveň odvodňuje Devínske jazero;
- **Vydrica** (hydrologické poradie 4-20-01-004) je potok s dĺžkou cca 17 km s plochou povodia 32 km². Pramení v Malých Karpatoch pri Bielom Kríži v nadmorskej výške cca 505 m n.m. a vlieva sa do Dunaja v blízkosti mostu Lafranconi ako jeho ľavostranný prítok. Je jedným z mála slovenských tokov priamo ústiacich do Dunaja. Na toku Vydrice sa nachádzajú dve režimové stanice Štátnej hydrologickej siete SHMÚ (Vydrica – Červený most – 5135 a Vydrica – Spariská – 5130).;
- **Šúrsky kanál** (hydrologické poradie 4-21-15-005) je umelý odvodňovací kanál a významné vodné melioračné dielo s regulovaným prietokom na juhozápadnom Slovensku tečúci po západnom a južnom obvode Národnej prírodnej rezervácie Šúr. Niektoré zdroje ho nesprávne považujú za súčasť vodného toku Blatina v najširšom zmysle. Tečie od Pezinka a pri Zálesí ústi do Malého Dunaja. Do kanála ústia Račí potok a Račiansky potok;
- **Vajnorský potok** je potok, tečúci medzi povodiami potoka Javorník (Račí potok) a Račianskym potokom, na rozdiel od nich ale neústi do Šúrskeho kanála ale do Čiernej vody. Dĺžka toku je cca 10,8 km, pramení pod Bielym krížom v Malých Karpatoch v nadmorskej výške cca 500 m n.m.

Najbližšími vodomernými stanicami sú na potoku Vydrica – Červený most (č.5135) a Spariská (č.5130), na Stupavskom potoku stanica Borinka (č.5120) a na Račianskom potoku je to stanica Vajnory (č.5180). V širšom okolí sú najdôležitejšími stanicami Svätý Jur na Šúrskom kanáli (č.5170), Bratislava na Dunaji (č.5140), Devín na Dunaji (č.5127) a Devínska Nová Ves na Morave (č.5125). Prehľad staníc uvádza tabuľka 6.

Tabuľka 6 Zoznam najbližších vodomerných staníc v okolí oblasti prieskumu

Číslo stanice	Tok	Stanica	Hydrol. číslo	Riečny km	Plocha povodia	Nadm. výška*
					(km ²)	(m n.m.)
5135	Vydrica	Červený most	1-4-20-01-005-01	3,30	22,60	173,17
5130	Vydrica	Spariská	1-4-20-01-004-01	11,50	7,25	321,06
5120	Stupavský p.	Borinka	1-4-17-02-097-01	9,70	33,76	217,20
5180	Račiansky p.	Vajnory	1-4-21-15-010-01	1,60	21,00	130,70
5140	Dunaj	Bratislava	1-4-20-01-006-01	1 868,75	131 331,10	128,43
5127	Dunaj	Devín	1-4-20-01-001-01	1 879,80	131 244,00	132,87
5125	Morava	Devínska N. V.	1-4-17-02-101-01	8,28	26 339,30	134,65
5170	Šúrsky kanál	Svätý Jur	1-4-21-15-009-01	10,90	106,10	131,01

Zdroj: SHMÚ, * - nadmorská výška nuly vodočtu

Tvar a rozsah siete vodných tokov je výsledkom eróznno-denudačných procesov v priebehu neogénu a kvartéru, pričom podmieňujúcim faktorom boli najmä litologická charakteristika hornín (rozdielna odolnosť voči erózii), ich štruktúrne parametre (orientácia a sklon vrstevnatosti a diskontinuit) a ich tektonické porušenie (predispozícia rozvoja erózie). V zásade možno povedať, že riečna a potočná sieť v oblasti korešponduje s hlavnými nadregionálnymi zlomovými systémami smeru S – J, SV – JZ a SZ – JV a vytvára tak stromovitú až rektangulárnu štruktúru.

Vodné toky v hodnotenej oblasti sú na základe základných hydrologických charakteristík zaradené do vrchovinnno-nížinnej oblasti, pre ktoré je typický typ režimu odtoku dažďovo-snehový, akumulácia vôd prebieha v mesiacoch december až január, vysoká vodnosť je v mesiacoch február až apríl, najvyššie prietoky dosahuje v marci a najnižšie prietoky sa vyskytujú v novembri.

1.4 Seizmicita územia

Z hľadiska **seizmicity** v zmysle platnej STN EN 1998-1 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť záujmové územie leží v oblasti zdroja seizmického rizika podľa mapy uvedenej v STN EN 1998-1/NA/Z2 so základným referenčným špičkovým zrýchlením pre oblasť Bratislavy $agR = 0,63 \text{ m.s}^{-2}$ a oblasť Stupavy $agR = 0,86 \text{ m.s}^{-2}$. Geologické podložie východného portálu tunela je možné zaradiť do kategórie C. Podložie je reprezentované stredne uľahnutými štrkami 9 - 15 m prevažne na prekonsolidovanom ílovom a piesčitom podloží. V oblasti tunela Karpaty je podložie v skalných horninách charakterizované kategóriou A. Podložie reprezentované stredne uľahnutými štrkami, suťami, pieskami a ílmi na prevažne skalnom podloží (oblasti západného razeného portálu tunela) možno zaradiť do kategórie E v zmysle STN EN 1998-1. K najvýznamnejším geodynamickým javom patria neotektonické pohyby, ktoré sa odohrali v pliocéne, s pokračovaním v kvartéri, Tie podstatne ovplyvnili súčasný reliéf, charakter a hrúbku kvartérnych sedimentov (poklesávanie dna panvy s prehĺbovaním bázy kvartérnych komplexov), Úzko s nimi je spojená seizmicita územia, Dotknuté územie je súčasťou seizmicky relatívne aktívnejšieho západoslovenského bloku, ktorého najvýraznejšia aktivita je viazaná na jeho západnú časť. Oblasť styku karpatského oblúka so sedimentárnou výplňou Panónskej panvy je charakterizovaná zvýšenou seizmickou aktivitou (Hók a kol., 2000), Aktivita je viazaná v danej oblasti na líniu Mur - Murz - Leitha a jej pokračovanie litavskými zlomami v danom území. Vďaka neotektonickým pohybom je výškovo rozčlenený aj priebeh neogénneho podložia na jeho kontakte s kvartérnymi pokryvnými útvarmi.

1.5 Legislatívne chránené územia

Trasa diaľnice prechádza chránenými územiami, resp. je v blízkom dotyku s niektorými legislatívne chránenými územiami (viď obrázok 3). Malé Karpaty v hodnotenom priestore predstavujú významné relatívne zachované prírodné prostredie, čomu zodpovedá aj množstvo a rozsah chránených území. Celá trasa sa nachádza vo veľkoplošnom chránenom území CHKO Malé Karpaty, ktorá bola vyhlásená Vyhláškou č. 138/2001 Z.z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky z 30. marca 2001 (rozsah územia s 2. stupňom ochrany 64 610 ha) a zároveň v chránenom vtáčom území SKCHVÚ014 Malé Karpaty v rámci sústavy NATURA 2000 (Vyhláška MŽP SR 216/20005 Z.z., ktorou sa vyhlasuje Chránené vtáčie územie Malé Karpaty).

Trasa diaľnice zároveň pretína alebo ovplyvňuje nasledujúce územia európskeho významu:

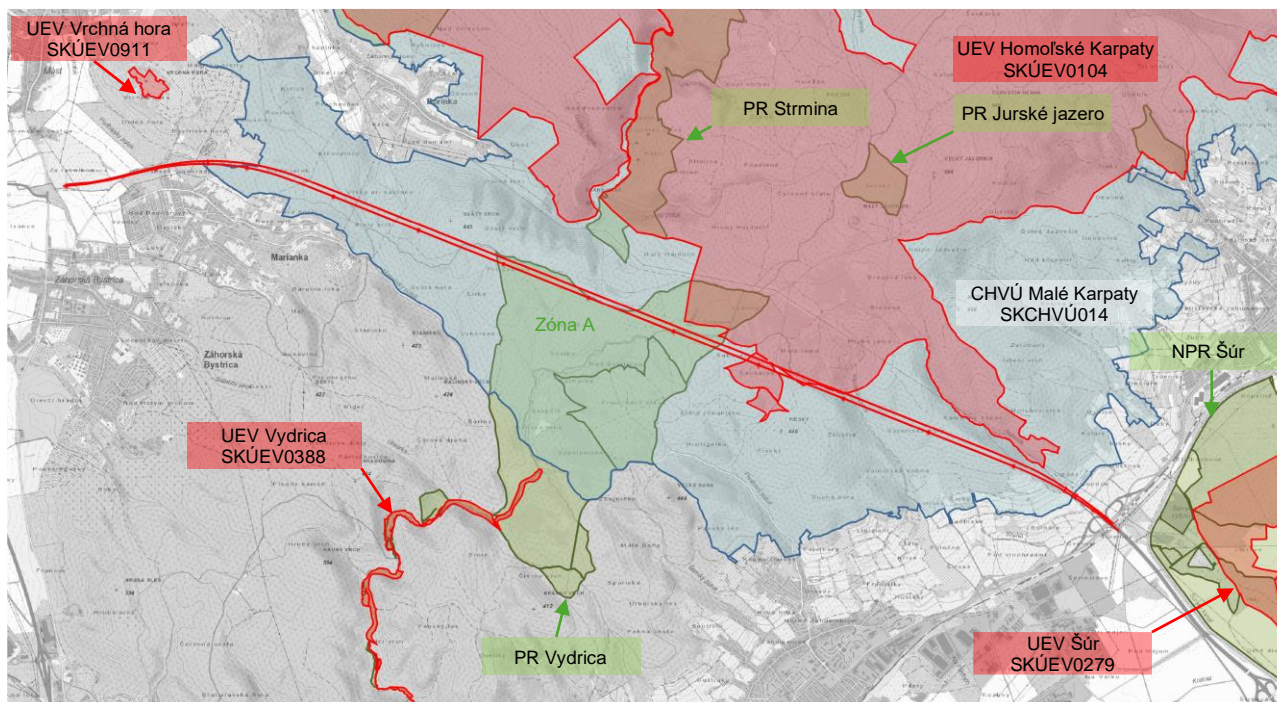
- SKUEV0279 Šúr – ochrana ustanovená Nariadením vlády č.451/2023 Z.z. na rozlohe 436,00 ha;
- SKUEV0104 Homol'ské Karpaty (priamy dotyk trasy) – ochrana ustanovená Nariadením vlády č.451/2023 Z.z. na rozlohe 5223,79 ha;

- SKUEV0388 Vydrica – ochrana ustanovená Nariadením vlády č.451/2023 Z.z. na rozlohe 27,69 ha;
- SKUEV0911 Vrchná hora – ochrana ustanovená Nariadením vlády č.451/2023 Z.z. na rozlohe 6,59 ha.

Z maloplošných chránených území je potrebné spomenúť prírodné rezervácie, v ktorých platí 4. alebo 5. stupeň ochrany prírody. Trasa diaľnice pretína alebo je v dosahu ovplyvnenia nasledovných prírodných rezervácií:

- PR Vydrica (priamy dotyk trasy v zóne A) – vyhlásená Nariadením vlády č.19/2022 Z.z. z 19.1.2022. Zóna A má výmeru 450,31 ha a platí v nej 5. stupeň ochrany podľa § 16 zákona, zóna B má výmeru 33,18 ha a platí v nej 4. stupeň ochrany podľa § 15 zákona, ochranné pásmo má výmeru 97,75 ha a platí v ňom 4. stupeň ochrany podľa § 15 zákona;
- PR Strmina (predpokladaný dosah ovplyvnenia) – územie s 5. stupňom ochrany podľa § 16 zákona bolo za chránené vyhlásené Výnosom MK SR č.1160/1988-32 zo dňa 30.6.1988. Zákonom 287/1994 o ochrane prírody a krajiny bolo vyhlásené za prírodnú rezerváciu, ktorá bola potvrdená Vyhláškou č. 17/2003 Z.z. z 9.4.2003, účinnou od 1.2.2003. Do tejto chránenej zóny patrí aj lokalita Medené Hámre a Pajštúnska vyvieracia. Plocha rezervácie je 196 ha, pričom predmetom ochrany sú krasové javy a zachovalé rastlinné a živočíšne spoločenstvá Malých Karpát;
- PR Jurské jazero (predpokladaný dosah ovplyvnenia) – prírodná rezervácia bola vyhlásená v roku 1988 výnosom MK SSR z 30. 6. 1986 c. 1160/1988-32, registrované v Zbierke zákonov, čiastka 24 z 28. 6. 1988;
- PR Pod Pajštúnom (predpokladaný dosah ovplyvnenia) – územie v 4. stupni ochrany bolo za chránené vyhlásené Zákonom č.287/1994 o ochrane prírody a krajiny, účinnosť bola potvrdená Vyhláškou č.17/2003 Z.z. z 9.4.2003, účinnou od 1.2.2003 a novelizovanou v roku 2007. Plocha rezervácie je 141 ha a jej účelom je ochrana lesných spoločenstiev v ich prirodzenom druhovom zložení a štruktúre a ochrana subpanónskych travín na karbonátovom substráte;
- PR Šúr (predpokladaná možnosť ovplyvnenia) – územie v 3. až 5. stupni ochrany prírody.

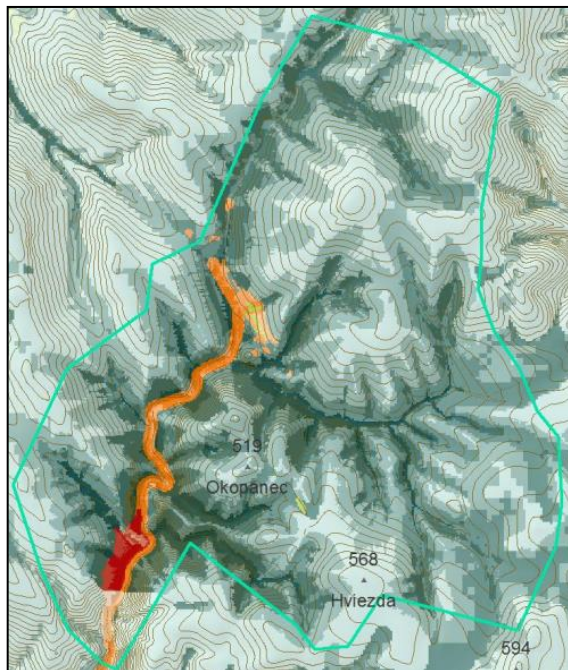
Trasa diaľnice pretína vyčlenené prieskumné územie na Mn rudy (Borinka, Stupava, Lozorno) v oblasti medzi Mariankou a Borinkou.



Obrázok 3 Legislatívne chránené územia – prehľadná situácia vo vzťahu k trase tunela

Juhovýchodné svahy Malých Karpát predstavujú územný systém ekologickej stability na regionálnej úrovni s biocentrom RBC7 Vajnorská dolina, z ktorého ide biokoridor RBKXVIII potoka Strúha s prepojením na RBC28 Majer, zahrňujúci vodné a mokradové spoločenstvá. Medzi regionálne biokoridory je zaradený aj Fofovský a Fanglovský potok.

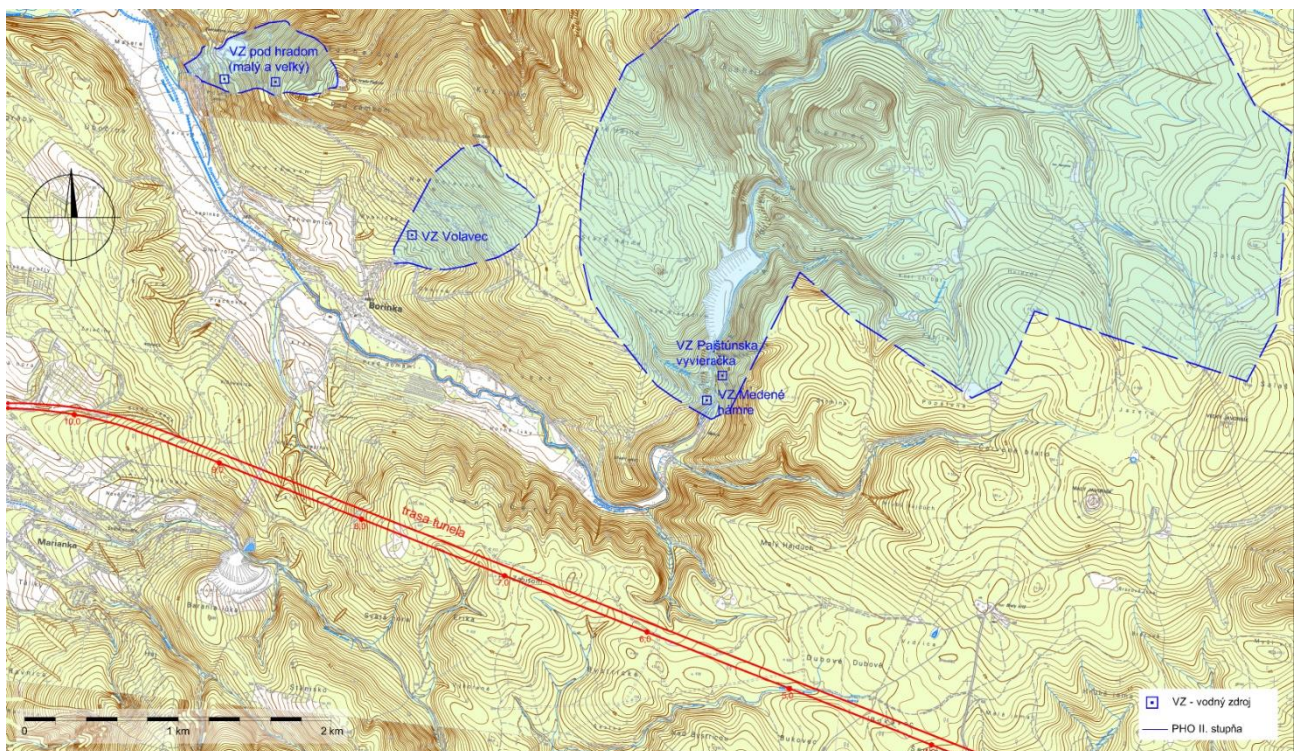
V zmysle identifikácie rizikových oblastí zhoršenia kvality podzemných vôd vplyvom antropogénnej činnosti (www.geology.sk/zranitelnost/mapa/) bola vyvinutá mapová aplikácia, v ktorej intenzita farby vyjadruje veľkosť zraniteľnosti podzemnej vody. Podľa obrázku 4 sa VZ Pajštúnska vyvieračka vyznačuje veľmi vysokou zraniteľnosťou. Hoci sa pásmo hygienickej ochrany prameňov nachádza v chránenej krajinej oblasti Malé Karpaty, možnosť ohrozenia kvality vody existuje. Značný environmentálny hazard predstavuje opustený kameňolom v Marianke, v ktorom sa nachádzajú divoké skládky rôzneho odpadu a býva využívaný ako strelnica.



Stupeň environmentálneho rizika

	veľkosť hazardu				
	1	2	3	4	5
veľkosť senzitivity	1	2	3	4	5
2					
3					
4					
5					

Obrázok 4 Mapa zraniteľnosti kvality podzemnej vody VZ Pajštúnska vyvierajúca v oblasti PHO prameňov



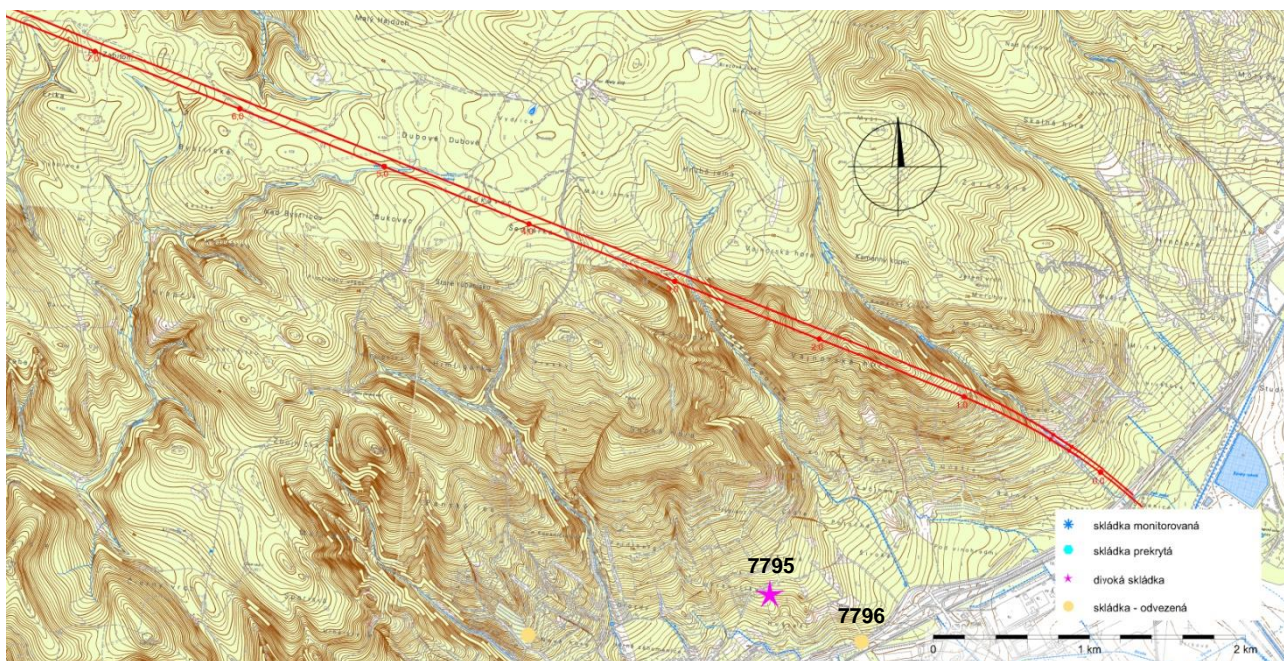
Obrázok 5 Pásma hygienickej ochrany II. stupňa na vodárenských zdrojoch Pod hradom (Malý a Veľký), Volavec, Medené Hámre a Pajštúnska vyvierajúca.

1.6 Znečistenie horninového prostredia

Podľa Registra skládok (www.geology.sk) ŠGÚDŠ Bratislava neboli v trase plánovanej diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica vrátane tunela Karpaty registrované skládky odpadu. Najbližšie sa skládky odpadov nachádzajú pri severnom okraji intravilánu obce Marianka, pri južnom okraji obce Záhorská Bystrica, v údolí Červeného potoka, severovýchodne od Rače a južne od Svätého Jura. Situovanie skládok je zobrazené na obrázkoch 6 a 7. Podrobná charakteristika skládok je uvedená v tabuľkách 7 a 8.

Tabuľka 7 Charakteristika skládok odpadov v okolí východného portálu tunela Karpaty

Charakteristika skládok v okolí Rače			
Objekt ID	1675 – mimo situácie na obr. 6	7795	7796
Registračné číslo	4334	8551	8552
Miestny názov	Svätý Júr-Brestová	Rača pod Kamilkou	Rača-Púchovská ul.
Reliéf skládky	elevácia a depresia	prevažne elevácia	prevažne elevácia
Stav skládky	monitorovaná	opustená bez prekrytia	-
Kontakt s HPV	občasný	nijaký	nijaký
Návrh na využitie	-	likvidácia, rekultivácia	rekultivácia
Súradnica X	564778,0246	568676,6246	568092,7246
Súradnica Y	1270390,025	1272798,0249	1273094,0249
Vzdialenosť od tunela	2,380 km SV od z.ú. tunela, južný okraj obce Svätý Jur	1,640 km JJZ od km 1,695 tunela, severne od Rače	1,700 km JJZ od km 1,000 tunela, západný okraj Rače

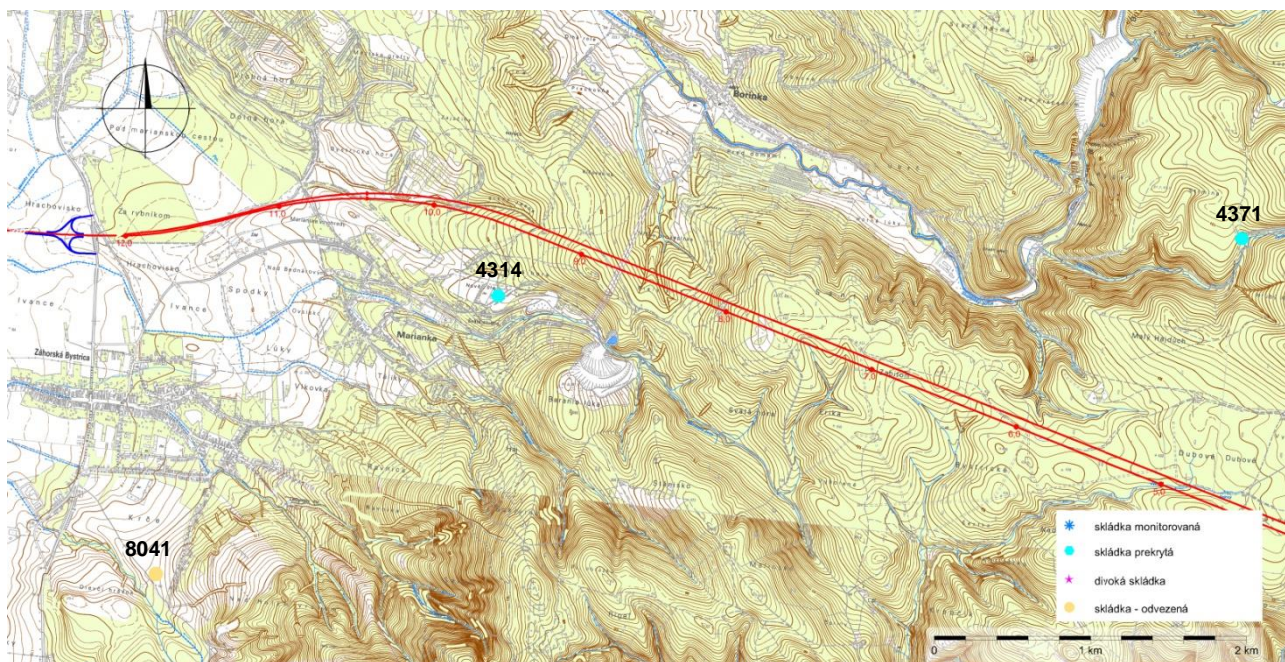


Obrázok 6 Záujmové územie - výrez Mapy skládok z registra Geofondu (podľa apl.geology.sk) s číslom ID objektu na východnej časti územia

Tabuľka 8 Charakteristika skládok odpadov v okolí západného portálu tunela Karpaty

Charakteristika skládok v okolí Marianky			
Objekt ID	8041	4314	4371
Registračné číslo	8548	4336	4335
Miestny názov	Záhorská Bystrica	Marianka	Borinka

Reliéf skládky	prevažne elevácia	prevažne depresia	prevažne depresia
Stav skládky	odvezená	odvezená/upravená	odvezená/upravená
Kontakt s HPV	nijaký	nijaký	nijaký
Návrh na využitie	rekultivácia	-	-
Súradnica X	577606,9246	575410,6246	570613,0246
Súradnica Y	1270655,0249	1268846,0249	1268475,0249
Vzdialenosť od tunela	2,200 km JJV od km 12,000 tunela, južne od Záhorskej Bystroce	1,550 km JJZ od km 9,000 tunela, severný okraj obce Marianka	1,630 km SSV od tunela (km 1,000)



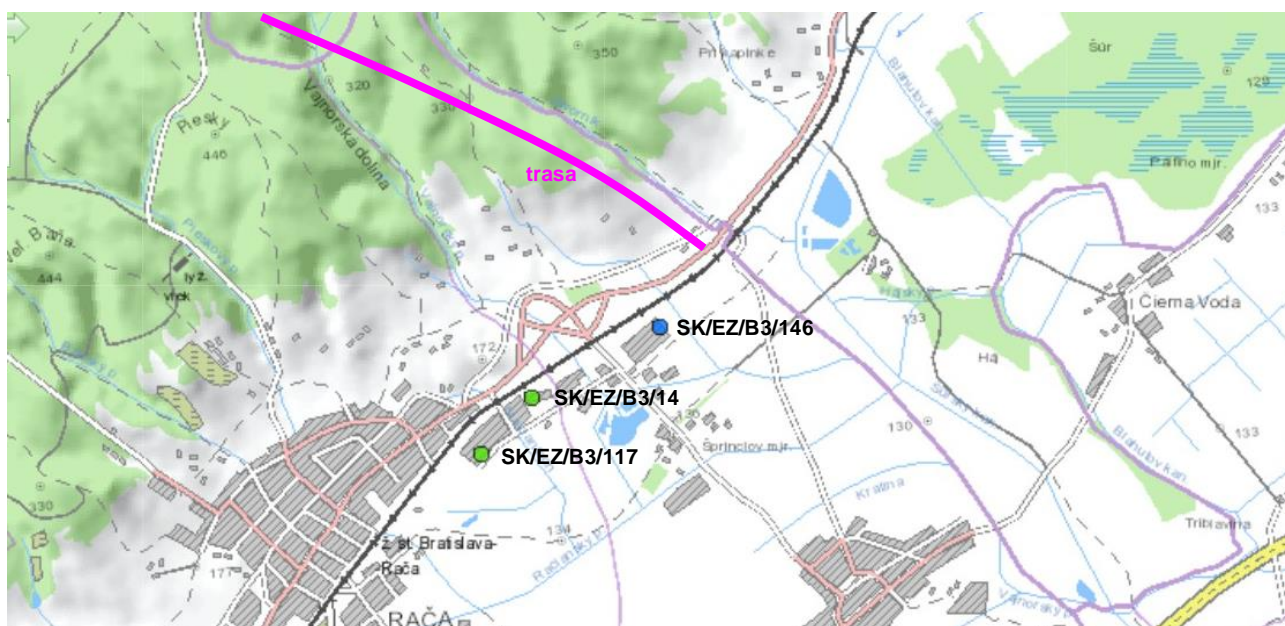
Obrázok 7 Záujmové územie - výrez Mapy skládok z registra Geofondu (podľa apl.geology.sk) s číslom ID objektu na západnej časti územia

Podľa Informačného systému environmentálnych záťaží (<https://envirozataze.enviroportal.sk>) v trase plánovanej diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica vrátane tunela Karpaty nie sú ku dňu 28.01.2025 evidované environmentálne záťaže. V širšom území Rače, Stupavy a Devínskej Novej Vsi sa nachádzajú environmentálne záťaže zakreslené na nasledujúcich obrázkoch 8 a 9 a podrobne charakterizované v tabuľkách 9 a 10. Tieto záťaže však priamo nesúvisia s plánovanou prieskumnou činnosťou.

Tabuľka 9 Charakteristika environmentálnych záťaží v okolí východného portálu tunela Karpaty

Charakteristika EZ v okolí Rače			
Identifikátor EZ	SK/EZ/B3/1173	SK/EZ/B3/143	SK/EZ/B3/146
Názov EZ	B3 (003) / Bratislava - Rača - Na Pántoch 18 - areál bývalého mäsokombinátu	B3 (007) / Bratislava - Rača - terminál Slovnaft	B3 (010) / Bratislava - Vajnory - BEZ Transformátory - areál závodu
Názov lokality	Na Pántoch 18 - areál bývalého mäsokombinátu	terminál Slovnaft	BEZ Transformátory - areál závodu
Druh činnosti	v registri nie je uvedené	skladovanie a distribúcia PHM a mazadiel	v registri nie je uvedené

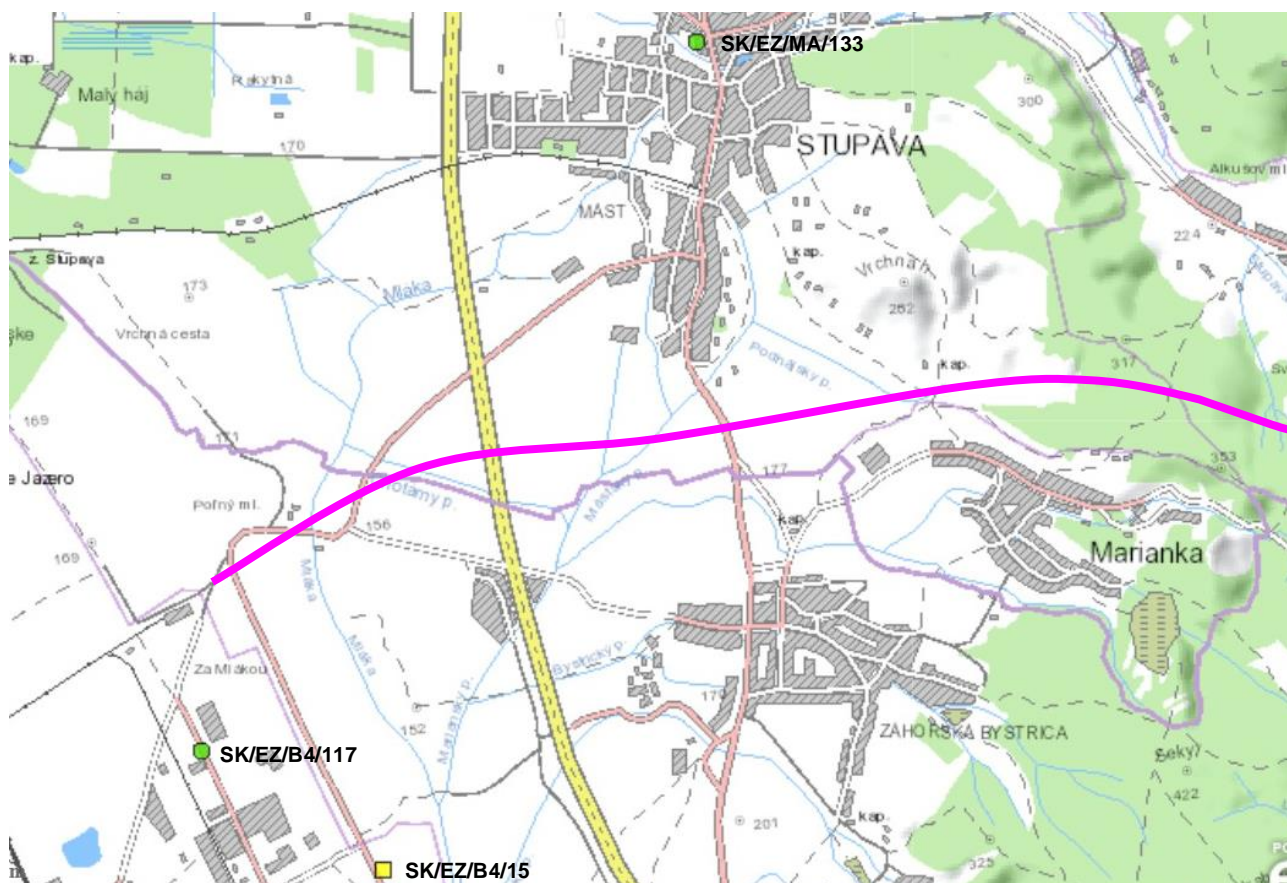
Charakteristika EZ v okolí Rače			
Stupeň priority	v registri nie je uvedené	v registri nie je uvedené	v registri nie je uvedené
Dátum poslednej zmeny	10.02.2017	07.06.2024	07.03.2018
Registrovaná ako	C Sanovaná/rekultivovaná lokalita	C Sanovaná/rekultivovaná lokalita	A Pravdepodobná environmentálna záťaž



Obrázok 8 Záujmové územie - výrez z Mapy environmentálnych záťaží s identifikátorom (<https://envirozataze.enviroportal.sk>), východná časť územia

Tabuľka 10 Charakteristika environmentálnych záťaží v okolí západného portálu tunela Karpaty

Charakteristika EZ v okolí Marianky			
Identifikátor EZ	SK/EZ/MA/1331	SK/EZ/B4/152	SK/EZ/B4/1174
Názov EZ	MA (012) / Stupava - ČS PHM smerom k Borinke - zrušená	B4 (006) / Bratislava - Devínska Nová Ves - skládka odpadov pri Volkswagene	B4 (001) / Bratislava - Devínska Nová Ves - Volkswagen Slovakia - areál závodu
Názov lokality	ČS PHM smerom k Borinke - zrušená	skládka odpadov pri Volkswagene	Volkswagen Slovakia - areál závodu
Druh činnosti	čerpacia stanica PHM	skládka komunálneho odpadu	strojárská výroba
Stupeň priority	v registri nie je uvedené	EZ so strednou prioritou (K 35 - 65)	v registri nie je uvedené
Dátum poslednej zmeny	03.03.2017	07.06.2024	20.01.2022
Registrovaná ako	C Sanovaná/rekultivovaná lokalita	B Potvrdená environmentálna záťaž C Sanovaná/rekultivovaná lokalita	C Sanovaná/rekultivovaná lokalita



Obrázok 9 Záujmové územie - výrez z Mapy environmentálnych záťaží s identifikátorom (<https://envirozataze.enviroportal.sk>), západná časť územia

1.7 Žiarenie z prírodných zdrojov a radónové riziko

Podľa Mapy prírodnej rádioaktivity patrí prevažná časť skúmaného územia plánovanej diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica vrátane tunela Karpaty do oblasti s nízkym až stredným radónovým rizikom. Len lokálne zasahuje do skúmanej trasy oblasť s vysokým radónovým rizikom. Je predpoklad, že v granitovom masíve Malých Karpát môžu byť zachytené oblasti s vysokou emanáciou radónu, najmä v okolí zlomových štruktúr. V tabuľke 11 sú uvedené stupne radónového rizika a rozsahy hodnôt objemovej aktivity radónu v pôdnom vzduchu.

Tabuľka 11 Radónové riziko z geologického podložia

Radónové riziko	Objemová aktivita ^{222}Rn v pôdnom vzduchu (kBq.m^{-3}) v základových pôdach podľa plynopriepustnosti zemín		
	malá	stredná	stredná
nízke	< 30	< 20	< 10
stredné	30 - 100	20 - 70	10 - 30
vysoké	> 100	> 70	> 30

1.8 Ložiská nerastných surovín, staré banské diela a poddolované územia

1.8.1 Ložiská nerastných surovín

Územie koridoru diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica vrátane tunela Karpaty nie je súčasťou

prieskumného územia, t. j. oblasti, v ktorej nie je možné vykonávať ložiskový prieskum na ropu a zemný plyn (www.geology.sk, priebežne aktualizované).

Priamo v záujmovom území sa nevyskytujú ložiská vyhradených a nevyhradených nerastov. V širšom okolí sa nachádzajú ložiská nevyhradených nerastov, uvedené v nasledovnej tabuľke 12 a výhradné ložiská s dobývacím priestorom sú uvedené v tabuľke 13, ktoré môžu potenciálne slúžiť ako zdroj stavebných materiálov počas výstavby diaľnice.

Tabuľka 12 Ložiská nevyhradeného nerastu

Ident číslo	názov ložiska	organizácia	surovina	kataster	kraj	poznámka
4084	Vajnory	ŠGÚDŠ Bratislava	štrkopiesky a piesky	Bratislava - Vajnory	Bratislavský	Ložisko so zastavenou ťažbou alebo na ktorom sa nepredpokladá využívanie zásob
4790	Preposek 2	TRELLING spol. s r.o. Trenčín	štrkopiesky a piesky	Ivanka pri Dunaji	Bratislavský	Ložisko s predpokladom využívania zásob
4789	Pri Zelenej vode	TRELLING spol. s r.o. Trenčín	štrkopiesky a piesky	Most pri Bratislave	Bratislavský	Ložisko s rozvinutou ťažbou
4445	Most pri Bratislave	ZAPA betón SK s.r.o. Bratislava	štrkopiesky a piesky	Most pri Bratislave	Bratislavský	Ložisko s rozvinutou ťažbou
4199	Podunajské Biskupice	SEHRING BRATISLAVA, s.r.o.	štrkopiesky a piesky	Bratislava – Podunajské Biskupice	Bratislavský	Ložisko s rozvinutou ťažbou
4670	Nové Košariská	ALAS SLOVAKIA, s.r.o., Bratislava	štrkopiesky a piesky	Miloslavov	Bratislavský	Ložisko so zastavenou ťažbou alebo na ktorom sa nepredpokladá využívanie zásob
4511	Podunajské Biskupice I	A-Z STAV, s.r.o., Bratislava	štrkopiesky a piesky	Bratislava – Podunajské Biskupice	Bratislavský	Ložisko so zastavenou ťažbou alebo na ktorom sa nepredpokladá využívanie zásob
4542	Podunajské Biskupice III - Lieskovec	CRH Slovensko a. s. Rohožník	štrkopiesky a piesky	Bratislava – Podunajské Biskupice	Bratislavský	Ložisko s rozvinutou ťažbou
1/36	Marianka	ALAS s.r.o., Bratislava	Stavebný kameň	Dobývací priestor (1996)	Bratislavský	Ložisko so zastavenou ťažbou
2/83	Borinka - Prepadlé	Ing. Fabrický – Špeciálne činnosti, Bratislava	Stavebný kameň	Dobývací priestor (1996)	Bratislavský	Ložisko so zastavenou ťažbou

Tabuľka 13 Výhradné ložiská a ložiská s dobývacím priestorom

Ident číslo	názov ložiska	organizácia	surovina	kataster	kraj	poznámka
434	Devín	SVP, štátny podnik – Odštepny závod Bratislava	stavebný kameň granodiorit	Bratislava - Devín	Bratislavský	Ložiská s rozvinutou ťažbou
544	Devínska Nová Ves	Esterian a.s.	Stavebné (tehliarske suroviny)	Devínska Nová Ves	Bratislavský	Ložisko so zastavenou ťažbou

1.8.2 Staré banské diela a poddolované územia

V širšej záujmovej oblasti v okolí trasy diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica sa nachádzajú staré banské diela a pozostatky po banskej činnosti. Niektoré zo starých banských diel a sú registrované v registri banských diel, sú však aj také ktoré nie sú bližšie zmapované

a zdokumentované. Prehľad registrovaných diel je spracovaný v tabuľke 14

Všeobecne v rámci Pezinských Malých Karpát bola banská činnosť zameraná na skúmanie a ťažbu nerastov. Známe banícke lokality sa nachádzali prevažne severne od hodnoteného územia v oblasti Pezinku, Jablonového, Perneku resp. až Kuchyne, kde dominovala ťažba polymetalických rúd (zlato, striebro, antimonit, pyrit). Menšie banské práce boli v oblasti pásu Borinka, Stupava, Lozorno (ťažba mangánových rúd) resp. v Záhorskej Bystrici (baryt). Malé kutacie práce na zlato boli dokumentované v oblasti Rače. V Marianke sa nachádzal významný lom na bridlice. Schematická mapka banských lokalít širšieho okolia je znázornená na obrázku 10.



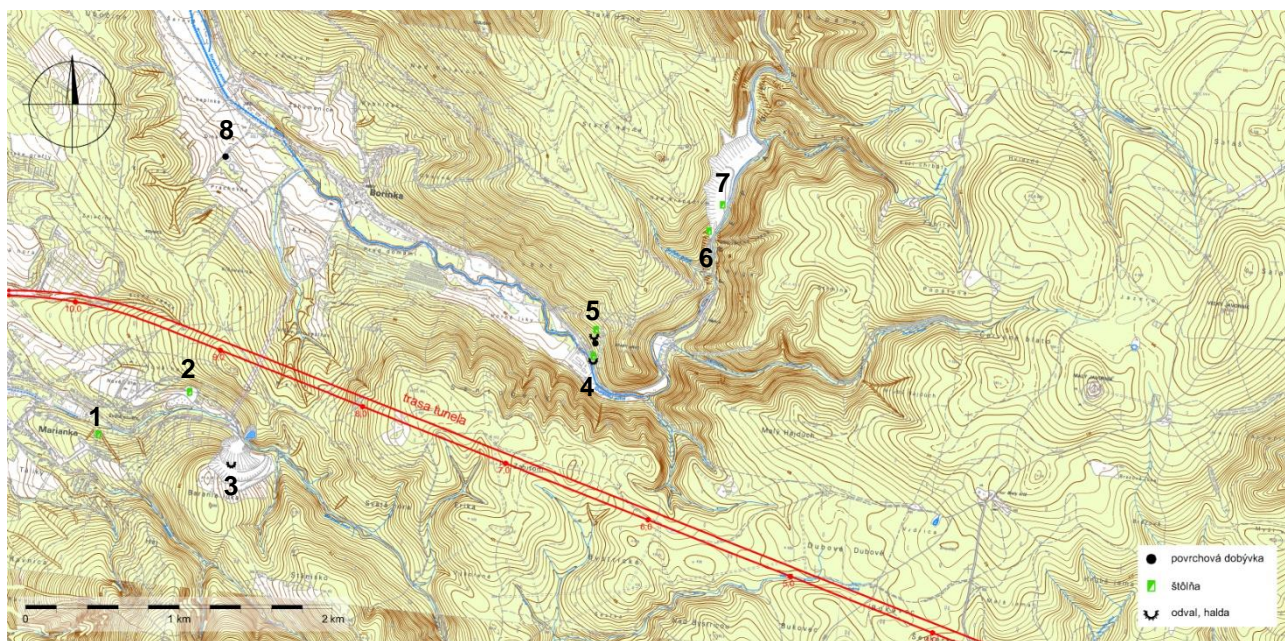
Obrázok 10 Banícka činnosť v Malých Karpatoch (zdroj: Ondruš, 2013)

Tabuľka 14 Staré banské diela

Por. č./ ID číslo	Názov ložiska	Surovina	Správca objektu	Typ objektu	Poznámka
3/153961	Halda v Marianke	Stavebný kameň	ALAS s.r.o., Bratislava	5 - halda	-
4/149188	3. bezmenná štôľňa	Pokryvačské bridlice	neznámy	2 - štôľňa	Sanácia nie je potrebná
5/154413	Bridlicová št. v Mariánskom údolí	Pokryvačské bridlice	Farský úrad	2 - štôľňa	Prejav na povrchu – ústie štôľne, dĺžka 21 m, hĺbka 4,7 m
5/22310	Bridlicová št. v Mariánskom údolí	Bez údajov	Farský úrad	štôľňa	-
6/153964	2. povrchové dobývky	Mn rudy	GP SNV	6 – iný druh objektu	Ukončenie banskej činnosti v roku 1953
7/155001	Mn štôľňa	Mn rudy	GP SNV	2 - štôľňa	Ústie štôľne, rozmery objektu 10 x 8 x 4 m
7/23250	Mn štôľňa	Mn rudy	GP SNV	štôľňa	Ústie štôľne, ukončenie b. činnosti v r. 1953
8/153962	4. bezmenná štôľňa	Mn rudy	GP SNV	2 - štôľňa	Ukončenie banskej činnosti v roku 1953
8/153963	Odval pri 4. bezmennej štôľni	Mn rudy	GP SNV	5 - halda	Ukončenie banskej činnosti v roku 1953

Por. č./ ID číslo	Názov ložiska	Surovina	Správca objektu	Typ objektu	Poznámka
9/149183	1. bezmenná štôľňa	Vápence pre cementárske účely	neurčená	2 - štôľňa	Sanácia nie je potrebná, rozmery š=5m, v=3m, koniec činnosti v r. 1958
10/149187	2. bezmenná štôľňa	Vápence	neurčená	2 - štôľňa	Sanácia nie je potrebná
11/138640	1. pinga	Pokryvačské bridlice?	neznámy	4 - pinga, pingový ťah	Pozostatok kutacích prác 1 - sanácia nie je potrebná
11/138641	Povrchové dobývky	Pokryvačské bridlice?	neznámy	6 - iný druh objektu	1 - sanácia nie je potrebná dĺ. do 200m, šír. 50m, hĺ. 4m

Ložiská sú viazané na viaceré genetické typy hornín respektíve na vývojové štádiá pohoria a tektonické štruktúry. Z pohľadu genézy ložísk rozlišujeme: hydrotermálne ložiská, metamorfo - stratiformné ložiská, metamorfo - hydrotermálne ložiská a sedimentárne ložiská. Evidenciu starých banských diel zhromažďuje a zverejňuje ŠGÚDŠ, ktorý ich zhodnocuje a inventarizuje ich zoznam mimo území určených dobývacích priestorov (viď. obrázok 11).



Obrázok 11 Registrované staré banské diela v oblasti Marianky a Borinky (zdroj: www.geology.sk)
Legenda: 1 – Bridlicová štôľňa v Marianskom údolí; 2 – šifrova jama; 3 – halda po ťažbe stavebného kameňa; 4 – bezmenná štôľňa; 5 – Mn štôľňa, 6 – bezmenná štôľňa, vápence, 7 – bezmenná štôľňa, vápence; 8 – povrchová dobývka, pokryvačské bridlice

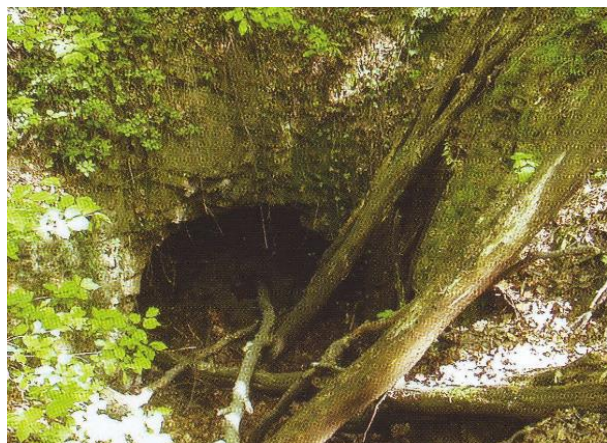
Banské činnosti v tejto lokalite sa koncentrovali SZ od Rače na kopci Veľká Baňa. O týchto prácach nie sú žiadne písomné záznamy z ktorých by sa dochovali informácie kedy a za akým účelom boli tieto práce realizované. Prvý nepriamy záznam o tejto lokalite je z roku 1773, kedy banský podnikateľ Jozef Entzler požiadal banský súd o vydanie oprávnenia vykonávať práce niekde na tejto lokalite. Až na začiatku 19. storočia je spomenutá táto lokalita s lokálnym výskytom horniny so zvýšeným obsahom zlata. Je zaujímavé, že aj potok odvodňujúci vrch Veľká Baňa sa nazýva Banský potok. Výskyt banských prác na lokalite je veľmi sporadický a obmedzený na stopy po kutaní – pingy (viď obrázok 12), či nenápadné jamy s podpovrchovou dobývkou (viď obrázok 13).

Z dostupných informácií možno konštatovať, že sa jednalo o práce zamerané na oblasť výskytu amfibolitických hornín, t.j. metamorfítov vysokého stupňa premeny. Pravdepodobnosť, že sa baníci zameriavali na sekundárne výskyt rúd (zvetralinový rozklad a jeho druhotná akumulácia

vo forme sedimentov) je malá. Z dostupných prác je známe, že v náplavoch Banského potoka sa zlatinky nenachádzajú. Iným prípadom sú svahy kopca Hviezda v strede záujmového územia medzi Svätým Jurom a Stupavou, kde sa v náplavoch zistili zlatinky. Tie sa nachádzajú aj v náplavoch potoka Javorník ako aj Vydrica a môžu mať rovnaký pôvod. Tým by sa mohli čiastočne objasniť banské práce v okolí kopca Veľká Baňa.



Obrázok 12 Pinga – Veľká Baňa



Obrázok 13 Podpovrchová dobývka – Veľká Baňa

1.8.2.1 Oblasť Marianky

Oblasť Marianky je známa najmä čiernymi Mariánskymi bridlicami, ktorých priemyselná ťažba začala v roku 1859 a trvala až do obdobia prvej svetovej vojny, kedy bola definitívne ukončená. Ťažba prebiehala severovýchodne od vtedajšej obce Marianka (viď obrázok 10). Ťažobná jama je miestnymi nazývaná Šifrová jama (podľa nemeckého pomenovania bridlice – schiefer). Veľkosť jamy v roku 1865 bola úctyhodná, hĺbka od 28,5 do 57,0 m, šírka 47,5 m a dĺžka 95,0 m. Okrem štôlní na dobývku bridlice boli vyrazené aj odvodňovacie štôlne, ktorých dĺžka v roku 1898 bola 750 m. Po ukončení dobývky bola jama desaťročia opustená a slúžila ako smetisko, až kým ju počas prevádzky neďalekého kameňolomu na sericiticko – chloritické bridlice úplne nezaviezli kalom z mokrej úpravy v lome. V súčasnosti ťažbu bridlíc pripomína odkryv, ako posledný relikt Šifrovej jamy za plotom súčasnej modernej výstavby obce Marianka na novovybudovanej ulici Karpatská. V roku 2005 bola znovuobjavená Bridlicová štôlna, staré banské dielo na pravom brehu Mariánskeho údolia za III. mariánskou kaplnkou, odhadom z 2. polovice 15. až 1. polovice 16. storočia. Podzemné priestory sú tvorené hlavnou chodbou o dĺžke 21 m s tromi komorami, z ktorých najdlhšia má rozmery 8 x 6 m. V súčasnosti je štôlna hlboká 3,5 m zaplavená do výšky 2,5 m. Štôlna je v súčasnosti sprístupnená ako mini expozícia ťažby a spracovania bridlice v Marianke (Madarás et al., 2013).

1.8.2.2 Oblasť Stupavy, Borinky

V týchto lokalitách sú známe ložiská mangánu, ktoré boli preskúmané kutacími prácami v rokoch 1903 až 1907. Intenzívny prieskum prebiehal až v 50-tych rokoch minulého storočia hlavne v okolí Borinky, ale z dôvodu malej kovnatosti a malých rozmerov ložiska boli práce prerušené. V katastri Stupava, cca 600 m za obcou Borinka sa opustené banské diela nachádzajú na lokalite Pod Zámčiskom. Okrem množstva píng a rýh je na lokalite vyrazená Mangánová štôľňa. V súčasnosti je zavalená a v jej okolí sa nachádza halda zavaleného materiálu s úlomkami čiernych



Obrázok 14 Halda štôľne Lipníky v katastri obce Stupava

bridlíc s obsahom oxidujúcich mangánových rúd (viď. Obrázok 14).

1.8.2.3 Centrálna časť Malých Karpát

Počas rekognoskácie terénu a geologickom mapovaní po trase tunela Karpaty boli prejavy banskej činnosti sporadické a to len v podobe píngových polí v staničení 3,750 – 5,000 km tunela Karpaty (viď. obrázok 15 a 16).

Píngové polia sú rozmerovo malé, tvoria ich oblasti o maximálnej rozlohe 20 x 30 m, hĺbky max. 1 m. Litologické zloženie píng je premenlivé (granity, grandiority, pegmatity a aplity).

V závere môžeme konštatovať, že s ohľadom na štúdium archívnych diel, terénne pochôdzky a geologické mapovanie je v trase tunela Karpaty výskyt starých banských diel minimálny. S ohľadom na dostatočnú hĺbku tunela v masíve je prakticky vylúčené, aby projektovaný tunel mohol skrížiť staré banské dielo v centrálnej a východnej časti masívu a minimálne v západnej časti masívu Malých Karpát.



Obrázok 15 Pingové pole na staničení 4,500 km



Obrázok 16 Pingové pole na staničení 3,900 km

1.9 Geologická preskúmanosť územia

1.9.1 Východná predportálová oblasť

Oblasť bola čiastočne preskúmaná počas orientačného inžinierskogeologického prieskumu pre trasu diaľnice D4 Ivanka pri Dunaji – Rača (Žabková et al., 2014), po ktorej nasledovala podrobná etapa prieskumu (Kuvik et al., 2015). Tieto prieskumy však nezasahovali až do portálovej oblasti tunela Karpaty, ale zachytili skôr kvartérne a neogénne sedimentárne komplexy výplne Podunajskej nížiny. Až v rámci technickej štúdie pre stavbu diaľnice D4 v úseku Rača – Záhorská Bystrica boli realizované priame prieskumné práce v oblasti portálu (Klúz et al., 2015), ktoré už čiastočne zachytili aj horninové prostredie kryštalinika.

1.9.2 Oblasť od západného razeného portálu po koniec úseku

Západná oblasť od portálu tunela po koniec hodnoteného úseku sa nachádza v Záhorskej nížine, vyplnenej sedimentami neogénu a kvartéru. Neogén bol prehľadne zhodnotený vo „Vysvetlivkách ku geologickej mape mierky 1 : 50 000 Záhorská nížina“ (Fordinál, 2012). Kvartér Bratislavy a okolia zhodnotil Halouzka (in Štefaničová – 13 ed., 1993). Čiastkové výsledky sú v práci Pristaša (1992), ktorej súčasťou je geologická mapa mierky 1 : 50 000. V deväťdesiatych rokoch bolo vydané medzinárodné súborné dielo Podunajsko–DANREG, ktorého súčasťou sú mapy mierky 1 : 100 000 a 1 : 200 000. Z výskumu abiotických prvkov životného prostredia bola zostavená účelová kvartérno-geologická mapa mierky 1 : 50 000 vrátane vysvetliviek (Maglay a Pristaš, in Stanková et. al., 1998). Kvartér Záhorskej nížiny spracovali Baňacký a Sabol (1969 -1973) v geologických mapách. Orientačný IGP pre stavbu križovatka Stupava-Juh vykonal Mašlár E. a kol., 2003. Podrobný IGP bol vykonaný v roku 2006 (Modlitba, I. a kol. 2006).

1.9.3 Oblasť razenej časti tunela Karpaty

Všeobecne možno povedať, že kryštalinikum a nadväzujúce jednotky Pezinských Malých Karpát v záujmovej oblasti sú z pohľadu inžinierskej geológie i hydrogeológie preskúmané pomerne skúpo. Prehľad výskumov kryštalinika Malých Karpát do roku 1960 spracoval Buday et al. (1962) vo Vysvetlivkách ku generálnej mape 1 : 200 000. Základná geologická stavba je uvedená v Geologickej mape ČSSR, mierky 1 : 200 000, list Bratislava (Maheľ, 1964). I. Vaškovský zhotovil Geologickú mapu Bratislavy a okolia, v mierke 1:25 000. Výskumom granitických hornín sa zaoberali: Marka-Uhera (1922), Marka-Jureňa (1999). Mezozoické komplexy Výsledky geologického výskumu obalovej jednotky Malých Karpát sú zhrnuté vo Vysvetlivkách a v prehľadnej geologickej mape 1:200 000, list Wien – Bratislava (Budaj et. al., 1962) a v monografii Maheľa et. al. (1967), na ktorú nadviazal Plašienka et. al. (1989): „Tektonika a paleotektonika mezozoických komplexov tatrika Malých Karpát“.

Hydrogeologické pomery južnej časti Malých Karpát spracoval Kullman (1957) v správach: „Základný hydrogeologický výskum mezozoika na liste generálnej mapy Bratislava“, „Vody západných svahov Malých Karpát a ich vplyv na režim a zásoby podzemných vôd Záhorskej nížiny“ (1965) a „Bilančné výpočty krasových vôd v Malých Karpatoch (1968). Základným hydrogeologickým výskumom kvartéru sa venovali: Kullman (1966, 1980), Holéczyová et al. (1968) a Šubová (1973). Mapové spracovanie hydrogeologických pomerov urobil E. Kullman (1983) v „Základnej hydrogeologickej mape ČSSR, v mierke 1 : 200 000“. Registráciu prameňov robili Jalč a Kopcsek (1973). Hydrogeologické pomery boli zhodnotené v rámci máp v mierke 1 : 200 000 list Bratislava (Kullman, Pospíšil, Gazda, 1973). Odtok podzemných vôd z kryštalinika riešil Dovina (1979) a Dovina, Vrána, Bodiš (1983). Hydrogeologické pomery Malých Karpát v sú spracované v správach: „Hydrogeologické pomery Malých Karpát–územie Veľkej Bratislavy“ (Čechová a Pospiechová, 1987), „Mapa kvalitatívnych vlastností podzemných vôd“ (Hanzel, Vrána, 1993, 1997), „Vysvetlivky k základnej hydrogeologickej mape SR mierky 1 : 200 000 list 44 Bratislava“ (Hanzel, Rapant, Franko, 2012). Výsledky vyhľadávacieho hydrogeologického prieskumu zhodnotila Machmerová et al. (1997) v správe: „Kryštalinikum a mezozoikum JV časti Pezinských Karpát“. Práce súvisiace so zabezpečením individuálnych zdrojov vody sú zhrnuté v správach: Nemethyová (1981), Drábik (1985) - pre oblasť Borinky, v správe Jalč (1989), Jendrašák (1980), Cabala et al. (2004) – pre oblasť Marianka. Nami realizovanému prieskumu predchádzalo zhodnotenie v správe: „Marianka – Diaľnica D4 Bratislava, Rača – Záhorská Bystrica, Svätá studňa v Marianke“ (Šebesta - Putiška et al., júl 2012). Hydrogeochemické zhodnotenie Malých Karpát robili Vrána (1981), Dovina, Vrána, Bodiš (1983) a Vrána, Rapant (1991). Územie Borinského krasu ucelene zhodnotili Hanzel a Vrána (1997). Význam pre porovnanie hydrogeochemických vlastností vôd má „Geochemický atlas SR – časť podzemná voda“ (Rapant, Vrána, Kolár, 1995). Najaktuálnejší vyhľadávací hydrogeologický prieskum pre určenie možnosti ovplyvnenia Svätej studne v Marianke razením tunela bol realizovaný v roku 2015 (Klúz et al., 2015), pričom neskoršie naň nadväzoval doplnkový prieskum (Klúz et al., 2019).

2. Podrobná časť

2.1 Požiadavky investora na podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum (pIGHP) pre dokumentáciu na stavebné povolenie (DSP) a cieľ prieskumných prác

Cieľom podrobného inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu (pIGHP) pre predmetný úsek diaľnice je:

- doplniť čo najkomplexnejšie informácie o inžinierskogeologických a hydrogeologických pomeroch v trase diaľnice a v tunelovej časti - špeciálne a dôkladne o mariánskom súvrství;
- doplniť objekty potrebné pre vykonávanie kompletného monitoringu vôd;
- v miestach doplnených vrtov vyčleniť inžinierskogeologické typy, ktoré budú podrobne charakterizované požadovanými geotechnickými vlastnosťami - odvodenými, resp. charakteristickými hodnotami geotechnických parametrov podľa STN EN 1997-1;
- v miestach zárezov doplniť v prípade potreby všetky potrebné informácie pre návrh definitívnych sklonov svahov zárezov, prípadne pre návrh ich stabilizačného zabezpečenia a odvodnenia, v prípade potreby navrhnúť spôsoby odvodnenia zárezov, podložia násypov a pláne vozovky;
- v miestach násypov doplniť v prípade potreby všetky potrebné informácie pre výpočet sadania a únosnosti podložia násypov;
- v miestach nulových úsekov (trasa vedená v úrovni terénu) v prípade potreby doplniť a zhodnotiť únosnosť zemín, ktoré budú tvoriť pláň vozovky, ich namŕzavosť a vodný režim, prípadne návrh ich úpravy alebo výmeny;
- v prípade potreby doplniť základové pomery stavebných objektov a odporučiť definitívny návrh spôsobu ich založenia, zatriediť horniny podľa vŕtateľnosti pre pilóty (podľa prílohy č.1 TP 028);
- doplniť a posúdiť súčasnú stabilitu územia na základe výpočtov;
- doplniť údaje o technologických vlastnostiach hornín a zemín získaných zo zárezov, z tunela a iných výkopov z hľadiska ich možného využitia ako materiálu do násypov, konsolidačných vrstiev, alebo konštrukčného materiálu do vozovky;
- doplnenie a stanovenie stupňa agresivity podzemnej (a povrchovej) vody v miestach ich kontaktu s betónovými (oceľovými) konštrukciami;
- doplniť údaje o režime podzemnej vody v trase (úroveň hladín podzemných vôd v čase) v tunelovej časti a okolí a overiť vplyv na vodné zdroje;
- doplniť a vystrojiť jadrové vrty ako pozorovacie na hladinu podzemnej vody, prípadne ich vystrojiť ako uzatvorený alebo otvorený piezometer;
- v prípade potreby doplniť jadrové IG vrty ako inklinometrické vrty a sledovať aktivitu zosuvov;
- doplniť a spracovať návrh na vytypovanie oblastí pre geotechnický monitoring aj s konkrétnymi ďalšími monitorovacími prvkami.

2.2 Požiadavky na monitoring podzemných a povrchových vôd

Monitoring vôd bude realizovaný minimálne počas troch rokov v rozsahu požadovanom Záverečným stanoviskom MŽP SR č.: 48/2022-1.7/ac, 21563/2022 a na základe požiadaviek

Objednávateľa. Minimálne prvá ročná správa musí byť podkladom pre vypracovanie Dokumentácie pre následné posúdenie. Následne po ukončení trojročného monitorovacieho obdobia bude spracovaná záverečná správa z monitoringu vôd pred výstavbou. Monitoring bude ďalej realizovaný ako udržiavací v trvaní dvanásť rokov. Počas udržiavacieho monitoringu budú pokračovať kontinuálne merania vybraných parametrov, pričom každý rok bude ukončený čiastkovou súhrnnou správou.

- Začiatok samotného výkonu monitoringu bude po vybudovaní monitorovacej siete, t. j. od tohto obdobia začína plynúť prvý rok monitoringu, resp. prvé 12 mesačné obdobie.
- Zhotoviteľ je povinný zvolávať kontrolné dni minimálne 1x za 1/4 rok, ak nebude dohodnuté inak a zakaždým predkladať súpis vykonaných prác k danému termínu konania kontrolného dňa.

2.2.1 Požiadavky na monitoring vôd v zmysle záverečného stanoviska MŽP SR č.: 48/2022-1.7/ac, 21563/2022

2.2.1.1 Parametre monitoringu *povrchovej vody*:

- *Prietok;*
- *Chemické, fyzikálnochemické a biologické ukazovatele/parametre podľa TP 050.*

2.2.1.2 Frekvencia monitoringu, monitorované lokality pre *povrchové vody*:

1. Račí potok / Javorník – vodomerná stanica nad stavbou na denné sledovanie prietokov. Monitoring kvality povrchovej vody v intervale 1 x mesačne v vhodnom časovom období. Monitoring realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok po uvedení do prevádzky. Počas výstavby a prevádzky je potrebné pridať profil na sledovanie rovnakých parametrov pod stavbou.
2. Vodomerná stanica SHMÚ 5130 Vydrica – Spariská – vodomerná stanica na denné sledovanie prietokov. Monitoring kvality povrchovej vody je potrebné vykonávať v intervale 1 x mesačne v vhodnom časovom období. Monitoring je potrebné realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok po uvedení do prevádzky.
3. Mariánsky potok nad obcou – vodomerná stanica na denné sledovanie prietokov. Monitoring kvality povrchovej vody je potrebné vykonávať v intervale 1 x mesačne v vhodnom časovom období. Monitoring je potrebné realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok po uvedení do prevádzky.
4. Bezmenný ľavostranný prítok Stupavského potoka (profil PH-11 v rámci IGHP) - vodomerná stanica na denné sledovanie prietokov. Monitoring kvality povrchovej vody je potrebné vykonávať v intervale 1 x mesačne v vhodnom časovom období. Monitoring je potrebné realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok po uvedení do prevádzky.
5. Šúrsky kanál – nad vyústením Račieho potoka. Monitoring kvality povrchovej vody je potrebné vykonávať v intervale 1 x mesačne (1 x týždenne počas výstavby) v vhodnom časovom období.

Počas výstavby a prevádzky je potrebné pridať profil na sledovanie rovnakých parametrov pod vyústením Račieho potoka.

2.2.1.3 Parametre monitoringu *podzemnej vody*:

- Hladina, (hladinový monitoring 1 x denne);

- Výdatnosť;
- Chemické, fyzikálnochemické ukazovatele/parametre podľa TP 050.

2.2.1.4 Frekvencia monitoringu, monitorované lokality pre podzemné vody:

1. Je potrebné realizovať tri jadrové vrty do hĺbky 10,0 m pod úroveň nivelety tunela v oblasti intervalu metráže km 2,000 – 4,000 tunela Karpaty na určenie ovplyvnenia obeh a režimu podzemných vôd v oblasti povodia Račieho potoka / Javorníka a Vajnorského potoka.
2. Hladinový monitoring v intervale najmenej 1 x denne.
3. Monitoring je potrebné realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok po uvedení do prevádzky.
4. Je potrebné realizovať tri jadrové vrty do hĺbky 10,0 m pod úroveň nivelety tunela v oblasti intervalu metráže km 4,000 – 7,000 tunela Karpaty na určenie ovplyvnenia obeh a režimu podzemných vôd v oblasti prameniska Vydrice.
5. Hladinový monitoring je potrebné realizovať v intervale najmenej 1 x denne.
6. Monitoring je potrebné realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok po uvedení do prevádzky.
7. Je potrebné realizovať tri i jadrové vrty do hĺbky 10,0 m pod úroveň nivelety tunela v oblasti intervalu metráže km 7,000 – 9,000 tunela Karpaty na určenie ovplyvnenia obeh a režimu podzemných vôd v oblasti povodia Mariánskeho potoka.
8. Hladinový monitoring je potrebné realizovať v intervale najmenej 1 x denne.
9. Monitoring je potrebné realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok po uvedení do prevádzky.
10. Je potrebné realizovať tri i jadrové vrty do hĺbky 10,0 a viac pod úroveň terénu na konci Karpatskej ulice v lokalite Panský les (umiestnenie na pozemkoch konzultovať v spolupráci s OZ Panský les – pri ČOV 1, ČOV 2 a pri koncovom otočisku miestnej komunikácie). Monitoring je potrebné realizovať v rozsahu hladina, teplota a merná elektrická vodivosť 1 x denne a monitoring výdatnosti a kvality podzemných vôd pre pitné účely 1 x mesačne – 3 roky pred začatím výstavby, počas výstavby a minimálne 3 roky po uvedení do prevádzky.
11. V oblasti obce Marianka je potrebné monitorovať vrty inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu MHV-1, MHV-2, MHV-3, MHV-4, MHV-5, MHV-6, MHV-7, MHV-8, MHV-9, MHV-10, MHV-11 a MHV-12, na určenie ovplyvnenia režimu prirodzeného výveru podzemných vôd v prameni Svätá studňa, resp. prameňov P-26, P-27 („Jalčov vrt“) ako aj P-25
12. Hladinový monitoring je potrebné realizovať v intervale najmenej 1 x denne.
13. Monitoring je potrebné realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok po uvedení do prevádzky.
14. V oblasti obce Marianka je potrebné vybudovať, či využívať merné objekty na Svätej studni, pri prameňoch P-26 a P-27 („Jalčov vrt“), ako aj P-25 identifikovaných inžinierskogeologickým a hydrogeologickým prieskumom pre monitorovanie ich výdatnosti.
15. Monitoring je potrebné realizovať v rozsahu hladina, teplota vody a merná elektrická vodivosť 1 x denne.
16. Monitoring je potrebné realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok po uvedení do prevádzky.
17. Monitoring využívaných prameňov medené Hámre a Pajštúnska vyvieracia.
18. Monitoring je potrebné realizovať v rozsahu výdatnosť, hladina, teplota vody a merná elektrická vodivosť 1 x denne.
19. Monitoring je potrebné realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok

- po uvedení do prevádzky.
20. Monitoring prameňov P-16, P-17, P-21 a P-22
 21. Monitoring je potrebné realizovať v rozsahu výdatnosť, hladina, teplota vody a merná elektrická vodivosť 1 x týždenne.
 22. Monitoring je potrebné realizovať 3 roky pred výstavbou, počas výstavby a minimálne rok po uvedení do prevádzky.
 23. Oblasť obce Marianka - monitorovanie kvalitatívnych parametrov podzemnej vody prameňov Svätá studňa, P-26, P-27 („Jalčov vrt“) a P-25.
 24. Monitoring ukazovateľov v rozsahu minimálnych rozborov pre pitné vody podľa Vyhlášky MZ SR č. 247/2017 Z. z.
 25. Monitoring je potrebné realizovať v intervale 1 x mesačne počas 3 rokov pred výstavbou ako aj počas výstavby. Počas výstavby sledovať v rovnakom rozsahu kvalitu podzemnej vody prameňa Svätá studňa 1 x týždenne.“

2.2.2 Špecifické požiadavky na monitoring vôd objednávateľa :

- do 6 týždňov odo dňa nadobudnutia právoplatnosti zmluvy, zhotoviteľ monitoringu je potrebné overiť a zabezpečiť dostupnosť, funkčnosť už existujúcich vrtov MHV-1 až MHV-12; - **v prílohe A je uvedený zistený stav týchto vrtov ku dňu 23.1. 2025.**
- v prípade, že nebude možné dané vrtý použiť, musia sa v rámci IGHP vybudovať nové;
- je potrebné vybudovať vodomerné stanice v zmysle požiadaviek ZS MŽP SR č.: 48/2022-1.7/ac, 21563/2022 a odporúčaní z orientačného IGHP (Klúz et al. 2015);
- v prípade potreby je možné aktualizovať predmetný monitoring na základe výsledkov podrobného inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu (pIGHP);
- musí sa vypracovať resp. aktualizovať bilancia podzemných vôd a hydraulický model (model prúdenia a režimu podzemných vôd) na základe meraní z 1. roku a výsledky je potrebné zahrnúť v prvej ročnej správe (ako podklade pre DNP) a následne model aj bilanciu je potrebné aktualizovať na základe nových podkladov v rámci každej ročnej správy a to počas celého obdobia 15 ročného monitoringu;
- je potrebné spracovať analýzy výtokových čiar prameňov P-26, P-27, P-25, P-16, P-17, P-21, P-22 (resp. pramene s frekvenciou merania minimálne týždeň) vrátane vodárenských zdrojov vo vzťahu k aktuálnym zrážkam a teplotám ako aj vo vzťahu k najnovším dlhodobým normálom;
- musia sa analyzovať a porovnať prietoky na všetkých monitorovaných tokoch so zrážkami, teplotami a výdatnosťami prameňov za účelom zistenia miery vsaku zrážok a tvorby odtoku – do akej miery sa jedná o povrchový odtok a do akej miery vsakujú zrážky a podieľajú sa na tvorbe zásob podzemných vôd a pod.;
- súčasťou prvej ročnej správy z monitoringu vôd (ako aj záverečných správ z monitoringu vôd) musí byť spracované hydrogeochemické vyhodnotenie predmetného záujmového územia, ktorého výstupom budú aj hydrogeochemické mapy, Gazdova klasifikácia, klasifikačné grafy podľa Palmerových charakteristík, Stiffov graf a Pipperov graf (prípadne iné na základe odporúčania riešiteľa);
- súčasťou každej ročnej správy aj záverečných správ z monitoringu vôd musí byť analýza vývoja chemického zloženia (pokiaľ sa bude vykonávať) všetkých monitorovaných miest v čase (priebeh v čase s vyobrazením limitných hodnôt v zmysle platnej legislatívy, maximum, minimum, priemer);

- musí sa vykonať odber vzoriek kvality povrchových a podzemných vôd za účelom stanovenia parametrov kvality (senzorických, fyzikálno-chemických, chemických, mikrobiologických, biologických) vrátane protokolov o všetkých odberoch a fotodokumentácie odberných miest z každého odberu (ktoré budú súčasťou ročných aj záverečných správ);
- musia sa vykonať odbery vzoriek vody za účelom rozboru v rozsahu stanovení pre pitnú vodu podľa aktuálnej vyhlášky (toho času Vyhlášky MZ SR 91/2023);
- spomedzi MHV vrtov je potrebné odborne identifikovať 3 vrty, z ktorých budú počas celého trvania monitoringu 1/4 ročne odoberané vzorky podzemných vôd pre chemickú analýzu v rozšírenom rozsahu v zmysle tejto prílohy (Tab. 15 + 16) za účelom využitia výsledkov pre hydrogeochemické vyhodnotenie ako aj samotné posúdenie kvality podzemnej vody v zmysle TP 050;
- rovnako zo všetkých prameňov ako aj Svätej studne a vrtov (otvorených piezometrov v trase tunela – 9ks v zmysle požiadavky ZS MŽP SR) realizovaných v rámci pIGHP je potrebné 1/4 ročne odoberať vzorky podzemných vôd pre chemickú analýzu v rozšírenom rozsahu v zmysle tejto prílohy (Tab. 15 + 16) za účelom využitia výsledkov pre hydrogeochemické vyhodnotenie ako aj samotné posúdenie kvality podzemnej vody v zmysle TP050;
- analýzy kvality vôd sú vrátane odberov vzoriek, úpravy, prepravy a všetkých úkonov potrebných pre jej spracovanie;
- v rámci zberu údajov je potrebné zo snímačov vykonávať priebežnú kontrolu funkčnosti všetkých vrtov/zariadení/objektov a pod. realizovaných v tejto ako aj v predchádzajúcich etapách a zahrnutých do predmetného monitoringu vrátane všetkých osadených snímačov;
- zber údajov kvality vôd z kontinuálnych snímačov sa predpokladá s frekvenciou 4x ročne;
- podľa potreby je potrebné realizovať servis a údržbu meracích zariadení ako výmenu batérii, datalogerov a pod. na zabezpečenie plnej funkčnosti celej monitorovacej siete a stiahnutie údajov zo všetkých funkčných snímačov v požadovaných intervaloch;
- interval automatického merania kontinuálnych snímačov sa musí nastaviť na 6 hodín a je potrebné vyhodnocovať aj ako denné priemery;
- výmena kontinuálnych snímačov piezometrickej hladiny podzemnej vody v otvorených piezometroch v prípade potreby (skončenia životnosti, zničenie, poškodenie,...) je odhadovaná 3x počas obdobia trvania 15 ročného monitoringu (predpokladáme životnosť snímača 5 rokov);
-
- požadujeme na vybraných tokoch vybudovať priepady a osadiť kontinuálne merače prietoku (teploty vody, pH a el. vodivosti);
- v miestach, kde nebude možné vybudovanie priepadov požadujeme meranie prietoku hydrometrovaním;
- v prípade poškodenia alebo znefunkčnenia vrtu je po dohode s investorom potrebná jeho náhrada;
- postup pri budovaní nových monitorovacích objektov musí byť v súlade s podmienkami Geologického zákona MŽP SR 569/2007 v znení neskorších predpisov (vypracovanie projektu geologickej úlohy (PGÚ), schválenie PGÚ aj objednávatelom monitoringu tzn. zástupcami NDS a.s., a pod.);
- požadujeme osadiť 3 zrážkomerné stanice – jednu v oblasti západného, jednu v oblasti východného portálu a jednu v strede tunela na sledovanie úhrnov zrážok a teploty vzduchu pre stanovenie denných úhrnov zrážok a priemerných denných teplôt;

- zabezpečiť údaje z SHMÚ:
 - zrážkomerné stanice Stupava, Koliba a Malý Javorník - priemerné denné teploty, denné úhrny zrážok, efektívne zrážky, počet dní so snehovou pokrývkou;
 - vodomerné stanice Červený most, Spariská, Borinka, Vajnory, Svätý Jur – denné operatívne prietoky;
- v rámci preberacieho konania sa musí dokladovať presný rozpis realizovaných prác v rámci monitoringu potvrdený zodpovedným riešiteľom a fakturovať len skutočne vykonané práce;
- všetky získané údaje/výsledky sa musia spracovať v jednotlivých ročných správach ako aj v záverečnej správe z monitoringu pred výstavbou a v záverečnej správe z celého obdobia monitoringu vôd;
- je potrebné odovzdávať nasledovné druhy správ:
 - **„Ročné správy z monitoringu vôd – 3 ročný monitoring“** – súčasťou je komplexné zhodnotenie všetkých výsledkov (terénnych a laboratórnych, prác, meraní, stanovení, atď.) vykonaných v danom roku – 3 ročný monitoring;
 - **„Ročné správy z monitoringu vôd – 12 ročný monitoring“** – súčasťou je komplexné zhodnotenie všetkých výsledkov (terénnych a laboratórnych, prác, meraní, stanovení, atď.) vykonaných v danom roku – 12 ročný udržiavací monitoring;
 - **„Záverečná správa z 3 ročného monitoringu vôd“** súčasťou je komplexné zhodnotenie všetkých výsledkov (terénnych a laboratórnych, prác, meraní, stanovení, atď.) – 3 ročný monitoring;
 - **„Záverečná správa z monitoringu vôd – celé 15 ročné obdobie monitoringu“** súčasťou je komplexné zhodnotenie všetkých výsledkov (terénnych a laboratórnych, prác, meraní, stanovení, atď.) – celé 15 ročné obdobie monitoringu (3+12 rokov);

Tabuľka 15 Požadovaný rozsah terénnych a laboratórnych stanovení prvkov kvality v zmysle TP 050:

Ukazovateľ	Symbol	Podzemné vody	Povrchové vody	Chránené územia	
				Podzemné vody	Povrchové vody
Vodivosť ¹	X	•	•	•	•
Teplota ¹	t	•	•	•	•
Reakcia vody ¹	pH	•	•	•	•
Rozpustný kyslík ¹	O ₂	•	•	•	•
Percento nasýtenia	O ₂	•	•	•	•
Oxidačno-redukčný potenciál	ORP	•		•	
Chemická spotreba	CHSK _{Cr}		•		•
Chemická spotreba	CHSK _{Mn}	•		•	
Ner rozpustné látky	NL	•	•	•	•
Chloridy	Cl ⁻	•	•	•	•
Dusičnany	NO ₃ ⁻	•		•	
Sírany	SO ₄ ²⁻	•	•	•	•
Amónne ióny	NH ₄ ⁺	•		•	
Amoniakálny dusík	N-NH ₄ ⁺		•		•
Fosforečnany	PO ₄ ³⁻	•	•	•	•
Uhličitany	CO ₃ ²⁻	•		•	
Hydrogénuhličitany	HCO ₃ ⁻	•		•	
Uhličitany vápenaté	CaCO ₃		•		•
Rozpustné látky žihané	RL ₅₅₀	•	•	•	•
Rozpustné látky sušené	RL ₁₀₅	•	•	•	•
Celkový organický uhlík	TOC	•	•	•	•
Zinok	Zn	•	•	•	•
Nikel	Ni	•		•	
Chróm	Cr	•		•	
Vanád	V	•		•	
Kadmium	Cd	•	•	•	•
Meď	Cu	•	•	•	•
Olovo	Pb	•	•	•	•
Mangán	Mn	•		•	
Polycyklické aromatické uhľovodíky	PAU*	•	•	•	•
Nepolárne extrahovateľné látky	NEL _{UV} **	•	•	•	•
Benzén, toluén, xylény	BTEX	•	•	•	•
Polychlóvané bifenyly	PCB	•	•	•	•
Alifatické uhľovodíky	C ₁₀ -C ₄₀	•	•	•	•
Bentické bezstavovce	Sl _{bios}				•
Fytobentos	ABU _{fy}				•
Makrofyty	PEK		•		•
Fytoplanktón (do 200m n. m.)	PEK		•		•

Poznámka:
 * spravidla postačuje 5 reprezentantov
 ** ukazovatele NEL a uhľovodíky C₁₀ – C₄₀ sú len indikátormi možného znečistenia ropnými látkami a na presnejšie určenie znečisťujúcich látok je potrebné použiť kvalitatívnu organickú analýzu (GC-MS)
¹ ukazovatele stanovené na mieste – in situ

Tabuľka 16 Rozsah stanovení/parametrov pre chemickú analýzu podzemných vôd+TP050 a povrchovú vodu rozšírenie rozsahu z TP050

	rozšírenie o parametre nad rámec rozsahu v zmysle TP 050
podzemná voda	SiO ₂ , Ca, Mg, K, Na, mineralizácia, KNK _{4,5} , KNK _{8,3} , ZNK _{8,3} , hydroxidy, voľný CO ₂ , agresívny CO ₂ – Heyer, agresívny CO ₂ – železo, agresívny CO ₂ – vápno, Langelierov index, celková tvrdosť, kyselina kremičitá, dusitaný
povrchová voda	Mg, BSK ₅ , fenolový index, hydrogénuhličitany, uhličitany, hydroxidy, CHSK _{Mn} , voľný CO ₂ , agresívny CO ₂ – Heyer, agresívny CO ₂ – železo, agresívny CO ₂ – vápno, Langelierov index, amónne ióny, dusičnany, celková tvrdosť, Mn, kyselina kremičitá, dusitaný

- Monitorovacie miesta (profily, vrty, pramene a pod.), kde sú osadené akékoľvek kontinuálne snímače, je potrebné naďalej sledovať v pôvodnom rozsahu – krok snímania je potrebné zachovať, frekvencia zberu údajov bude zachovaná, potreba výmeny meračov alebo ich častí (napr. batéria, dataloggera a pod.) prípadne akékoľvek potrebné práce na zachovanie funkčnosti budú vykonávané.

Tabuľka 17 Frekvencie vykonávania prác monitoringu počas 3 ročného monitoringu pred výstavbou ako aj následného 12-ročného udržiavacieho monitoringu. Označenia objektov sú prebraté z orientačného inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu (Klúz et al., 2015 a 2019).

Druh prác	Typ miesta monitoringu	Označenie/názov miesta monitoringu	Počet objektov	Frekvencia monitoringu pred výstavbou (3 roky)	Frekvencia udržiavacieho monitoringu (12 rokov)
Monitoring stability územia	Inklinometrické vrty	IN-V-01, IN-V-02, IN-Z-01 až IN-Z-08, T-61-IN	11	po vybudovaní 0. etapa, 1.kontrolné merania po 3. rokoch	2.kontrolné merania po 12. rokoch
	Inklino-deformetrické vrty	IN-DEF-V-01 až IN-DEF-V-04, IN-DEF-Z-01 až IN-DEF-Z-06	10	po vybudovaní 0. etapa, 1.kontrolné merania po 3. rokoch	2.kontrolné merania po 12. rokoch
Klimatické údaje	Meteorologická stanica	východný portál, západný portál a stred tunela	3	mesačný	mesačný
Monitoring podzemných vôd – kvantita	Meranie hladiny a teploty podzemnej vody - otvorené hydrogeologické vrty	HG-V-01, HG-V-02, HG-01 až HG-04, TK-02, TK-08, TK-11, HG-05 až HG-09, TK-18, TK-22, HG-10 až HG-14, TK-31 až TK-34, HG-15 až HG-17, HG-Z-01 až HG-Z-05, T-38-HG, T-40-HG, T-62-HG až T-65 HG, HGČ-01 až HGČ-06, MHV-1 až MHV-12	59	kontinuálne so záznamom každých 6 hodín	kontinuálne so záznamom každých 12 hodín
	Meranie tlaku a teploty podzemnej vody - uzavretý piezometrický vrt	IN-DEF-V-01, IN-DEF-V-04, Š1-1, TK-01, TK-03 až TK-07B, TK-09 až TK-10B, TK-12A až TK-13, Š2-1, TK-14 až TK-17, TK-19 až TK-21, Š3-1, TK-23A až TK-30,	90	kontinuálne so záznamom každých 6 hodín	kontinuálne so záznamom každých 12 hodín
	Hladina podzemnej vody v monitorovaných studniach	S-1 až S-22	23	1 x mesačne	monitoring sa nevykonáva

Monitoring povrchových vôd - kvantita	Meranie prietokov na povrchových vodných tokoch prostredníctvom merných priepadov	VS-01 až VS-21	21	kontinuálne so záznamom každých 6 hodín	kontinuálne so záznamom každých 12 hodín
	Výdatnosť prameňov + meranie teploty vody, el. vodivosti, pH	20 ks z etapy oIGHP, 10 ks vymapovaných v aktuálnej etape IGHP	30	1 x mesačne	monitoring sa nevykonáva
	Výdatnosť prameňov + meranie teploty vody, el. vodivosti, pH	VZ Pajštúnska vyvieračka, VZ Medené hámre, Svätá studňa, P-25, P-26, P-27, P-16, P- 17, P-21, P-22	10	kontinuálne so záznamom každých 6 hodín	kontinuálne so záznamom každých 12 hodín
Monitoring povrchových vôd - kvalita	priepady / kvalita povrchových vôd v zmysle predpisu TP050	(VS-01_Javorník, VS- 05_Mariánsky potok, VS-07_Hajdúšsky jarok, ŠHMÚ 5130 Vydrica - Spariská, VS-10_Vydrica, OB- 01_Šúrsky kanál	6	1 x mesačne	monitoring sa nevykonáva
Monitoring podzemnej vody - kvalita	domové studne / minimálna analýza pre pitné vody	S-1 až S-22	23	1 x za rok	monitoring sa nevykonáva
	vybrané pramene a pozorovacie vrty / minimálna analýza pre pitné vody	Svätá studňa, P-25, P-26, P-27 a vrty T- 63-HG, T-64-HG a T- 65-HG	6	1 x mesačne	monitoring sa nevykonáva
	pramene, MHV vrty a vodárenské zdroje / kvalita podzemných vôd v zmysle predpisu TP050 + chemická analýza	P-1 až P-8, P-10 až P-27, Svätá studňa, 3 vybrané MHV vrty a vodárenské zdroje Pajštúnska vyvieračka a Medené Hámre	31	1 x 1/4 roka	monitoring sa nevykonáva
	MHV vrty / kvalita podzemných vôd v zmysle predpisu TP050 + chemická analýza	9 ks MHV vrtov	9	1 x za rok	monitoring sa nevykonáva
Servis a údržba meracích zariadení	monitorovacie objekty	objekty vybudované v oIGHP (vrty s označením MHV) a pIGHP (pozorovacie vrty, priepady, prameniská,	257	1 x mesačne (257 objektov)	1 x mesačne (183 objektov)

		meteorologické stanice,...)			
--	--	--------------------------------	--	--	--

2.3 Rozsah a metodika prieskumných prác

V tejto kapitole je opísaný podrobný rozsah a metodika prieskumných prác v súlade s požiadavkami na podrobný IGP tunelovej stavby a s ňou spojených komunikácií :

- využitie všetkých dostupných archívnych materiálov ohľadom geologickej stavby širšieho okolia trasy tunela;
- realizácia povrchových geofyzikálnych meraní na profiloch nad tunelovými rúrami a na priečnych profiloch tak, aby tieto poskytli podklady pre aktualizáciu geologického 3D modelu skúmaného územia;
- realizácia vrtných technických prác;
- v rámci realizácie vrtného prieskumu (technických prác) vykonanie odberov charakteristických vzoriek zemín, skalných hornín a podzemnej vody;
- laboratórne práce mechaniky zemín a skalných hornín;
- laboratórne práce hydrogeochémie vôd a zemín;
- terénne stanovenia základných parametrov vôd;
- laboratórne práce mineralógie, petrografie a stratigrafie skalných hornín a zemín;
- realizácia terénnych geotechnických a hydrodynamických skúšok;
- karotážne práce;
- terénne mapovacie práce;
- zabudovanie vrtov ako monitorovacích objektov na sledovanie hladiny resp. tlaku podzemnej vody;
- práca geologickej a geodetickej služby;
- súvisiace práce spojené so zabezpečením realizácie prieskumu.

2.3.1 Technické práce – realizácia prieskumných vrtov a banských diel

Po zohľadnení požiadaviek investora stavby (NDS a.s.), požiadaviek Ministerstva životného prostredia SR (v zmysle záverov EIA), rekognoskácie terénu a na základe výsledkov predchádzajúcich etáp prieskumov danej oblasti bol navrhnutý celkový rozsah vrtných prác. Vzhľadom na fakt, že trasa diaľnice D4 v úseku Rača – Záhorská Bystrica prechádza niekoľkými veľmi rozdielnymi geologickými celkami, je potrebné vrtné práce realizovať tromi základnými metódami:

- jadrové vŕtanie nasucho tvrdokovovou (TK) korunkou s jednoduchou jadrovkou;
- jadrové vŕtanie s vodným výplachom s diamantovou korunkou a dvojitou (trojitou) ťažiteľnou jadrovkou a tesnou kolónou – systém WireLine (WL);
- bezjadrové vŕtanie dlátom.

Prehľad navrhovaných typov vrtov z hľadiska ich technológie a vystrojenia je spracovaný v tabuľke 18.

Tabuľka 18 Celkový prehľad vrtných prác

Charakteristika vrtov	m.j.	počet	dĺžka
jadrové vrty jednoduchou jadrovkou s TK korunkou nasucho	m	51	557
jadrové vrty jednoduchou jadrovkou s TK korunkou nasucho zabudované ako otvorené hydrogeologické pozorovacie vrty	m	13	306

Charakteristika vrtov	m.j.	počet	dĺžka
jadrové vrty jednoduchou jadrovkou s TK korunkou nasucho presiometrické	m	14	220
jadrové vrty jednoduchou jadrovkou s TK korunkou nasucho zabudované ako inklinometrické / inklinodeformetrické	m	15	530
jadrové vrty dvojitou jadrovkou s diamantovou korunkou (WL) zvislé zabudované ako uzavretý piezometer	m	25	4343
jadrové vrty dvojitou jadrovkou s diamantovou korunkou (WL) zvislé zabudované ako otvorený hydrogeologický pozorovací vrt	m	28	5309
jadrové vrty dvojitou jadrovkou s diamantovou korunkou (WL) zvislé zabudované ako inklinometrické / inklinodeformetrické	m	6	210
jadrové vrty dvojitou jadrovkou s diamantovou korunkou (WL) šikmé zabudované ako uzavretý piezometer	m	12	3341
Bezjadrové vrty zabudované ako čerpace studne pre HDS	m	6	1345

Všetky prieskumné vrty je potrebné v teréne situovať na základe požiadaviek investora stavby, po zohľadnení reálnych prístupových ciest do terénu, požiadaviek majiteľov a správcov dotknutých pozemkov a polohy podzemných inžinierskych sietí. Návrh vrtov zároveň zohľadňuje predpokladanú geologickú stavbu územia a výsledky predchádzajúcich etáp prieskumov tak, aby boli zachytené všetky relevantné geologické celky a aby boli otestované a zistené všetky očakávané inžinierskogeologické, hydrogeologické, geotechnické a litologické typy hornín, so špeciálnym zameraním na tektonicky porušené zóny. Polohy vrtov v situácii a nasledujúcich tabuľkách sú uvedené orientačne, zhotoviteľ prác bude definovať presnú polohu a veľkosť vrtného pracoviska na základe svojich technologických potrieb (veľkosť a typ vrtnéj súpravy, sprievodnej techniky a pod.), rámcová poloha však musí byť dodržaná. Navrhovaná poloha prieskumných vrtov je znázornená na situácii v prílohách č.1 až 4. Zmeny polohy vrtov musia podliehať schváleniu investora s dozorom geologických prác.

S ohľadom na realizáciu hlbokých vrtov je nutné, aby prílohou PGÚ bol banský projekt ktorý schvaľuje OBÚ.

2.3.1.1 Vrty jednoduchou jadrovnicou s TK korunkou nasucho

V rámci prieskumných prác je možné vrty jednoduchou jadrovnicou využiť predovšetkým v geologickom prostredí kvartérnych a terciérnych sedimentárnych hornín a zemín v povrchových úsekoch trasy diaľnice resp. v trase plánovanej hlbenej časti tunela. Zoznam navrhovaných vrtov so známymi navrhovanými pozíciami uvádza tabuľka 19. Sumárne ide o **1335 m** vrtov. Časť vrtov (T-1 až T-28), ktoré nie sú uvedené v tabuľke, nemá zatiaľ navrhovanú pozíciu. Tieto vrty sa využijú na prieskumné práce na plánovaných prístupových cestách a staveniskových plošinách po spresnení podkladov od projektanta, pričom sumárne ide o **168 m** vrtov.

Tabuľka 19 Prehľad navrhovaných vrtov jednoduchou jadrovnicou s TK korunkou

vrt	parcela kataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
T-29		-577608,12	-1268423,85	10		
T-30		-577331,09	-1268403,80	15		
T-31		-576327,54	-1268240,89	25		
T-32		-576291,97	-1268201,57	35	Presio	

vrt	parcelskataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
T-33		-576416,81	-1268150,30	25		
T-34		-576534,84	-1268215,87	35	Presio	
T-35		-576678,78	-1268204,21	25		
T-36		-576669,99	-1268268,10	25		
T-37		-577065,45	-1268318,63	15		
T-38-HG		-577339,95	-1268342,18	15		HG
T-39		-577494,60	-1268418,18	10		
T-40-HG		-577700,30	-1268371,98	10		HG
T-41		-577928,99	-1268454,53	15	Presio	
T-42		-578028,37	-1268453,20	15	Presio	
T-43		-578067,13	-1268332,10	8		
T-44		-578137,36	-1268450,27	8		
T-45		-578395,11	-1268426,79	8		
T-46		-578879,83	-1268406,21	12	Presio	
T-47		-578897,86	-1268406,83	12	Presio	
T-48		-579091,03	-1268413,80	8		
T-49		-579299,37	-1268423,09	8		
T-50		-579515,71	-1268444,11	15	Presio	
T-51		-579615,69	-1268460,80	15	Presio	
IN-DEF-Z-05		-579527,36	-1268438,28	25	Presio	IN-DEF
IN-DEF-Z-06		-579605,67	-1268458,95	25	Presio	IN-DEF
T-52		-579842,97	-1268518,65	8		
T-53		-580130,68	-1268591,19	8		
T-54		-580703,85	-1268687,12	12	Presio	
T-55		-580723,64	-1268687,12	12	Presio	
T-56		-581285,12	-1268576,90	8		
T-57		-581347,77	-1268643,87	12	Presio	
T-58		-581397,01	-1268767,73	12	Presio	
T-59		-581407,34	-1268528,79	8		
T-60		-581612,89	-1268610,81	10		
T-61-IN		-581267,36	-1268783,07	15		IN
T-62-HG		-581288,21	-1268791,42	15		HG
T-63-HG		nejasná	nejasná	12		HG
T-64-HG		nejasná	nejasná	12		HG
T-65-HG		nejasná	nejasná	12		HG
IN-DEF-Z-01		-576134,47	-1268228,84	55	Presio	IN-DEF
IN-DEF-Z-02		-576133,44	-1268221,93	35	Presio	IN-DEF
IN-DEF-Z-03		-576036,20	-1268189,15	35	Presio	IN-DEF
IN-DEF-Z-04		-576035,08	-1268182,24	60	Presio	IN-DEF
IN-Z-01		-576577,52	-1268169,51	30		IN
IN-Z-02		-576491,97	-1268157,10	30		IN
IN-Z-03		-576337,33	-1268144,65	35		IN
IN-Z-04		-576245,28	-1268159,67	40		IN
IN-Z-05		-576245,12	-1268197,45	30		IN
IN-Z-06		-576240,35	-1268230,81	40		IN
IN-Z-07		-576402,04	-1268278,40	35		IN

vrt	parcela kataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
IN-Z-08		-576241,80	-1268197,77	40		IN
HG-Z-01		-576588,76	-1268172,28	30		HG
HG-Z-02		-576480,73	-1268158,08	30		HG
HG-Z-03		-576350,52	-1268145,20	35		HG
HG-Z-04		-576242,79	-1268127,46	40		HG
HG-Z-05		-576542,91	-1268263,12	30		HG
HG-Z-06		-576239,84	-1268253,71	30		HG
HG-Z-07		-576414,93	-1268277,77	35		HG
IG-V-01		-566820,07	-1271882,03	25	Presio	
IG-V-02		-566798,06	-1271845,84	25	Presio	
IG-V-03		-566772,64	-1271811,51	25	Presio	
IG-V-04		-566717,33	-1271881,57	25	Presio	
IG-V-05		-566678,01	-1271947,63	25	Presio	
IG-V-06		-566651,62	-1271931,34	25	Presio	
IG-V-07		-566618,94	-1271909,56	25	Presio	
Spolu				1250 m 57 ks		

Vysvetlivky: Presio – presiometrické skúšky; Č – čerpací pokus; V – vodnotlakové skúšky; vrty inklinometrické alebo inklinodeformetrické; vrty hydrogeologické

2.3.1.2 Vrty dvojitou jadrovnicou s diamantovou korunkou, ťažiteľnou jadrovnicou a vodným výplachom

Štruktúrne vrty dvojitou (trojitou) ťažiteľnou jadrovnicou s diamantovou korunkou (systémom WireLine) s vodným výplachom budú realizované predovšetkým v trase razenej časti plánovaného tunela Karpaty. V trase tunela sa predpokladá zložitá a doposiaľ nie celkom objasnená geologicko-tektonická stavba.

Metóda vŕtania s dvojitou resp. trojitou jadrovnicou je požadovaná z dôvodu dosiahnutia maximálneho výnosu vrtného jadra a z dôvodu zachovania čo najkvalitnejšej steny vrtu, čo je podmienkou pre úspešnú realizáciu ostatných plánovaných geotechnických, geofyzikálnych a hydrodynamických skúšok vo vrtoch. Požadovaný minimálny priemer vrtu na úrovni jeho dna je 76 mm (NQ), odporúčaný ukončovací priemer je 96 mm (HQ). Predpokladá sa realizovať zvislé i šikmé štruktúrne vrty. Pred začatím vŕtania bude potrebné vybudovať pracovné plošiny a prístupové cesty (po získaní potrebných povolení a súhlasov správcov a majiteľov pozemkov). Vzhľadom na používanie vodného vrtného výplachu a veľké dopravné vzdialenosti technologickej vody (buď dočasným povrchovým vodovodom alebo cisternovým vozidlom) **nie je možné realizovať vrtné práce pri teplote dlhodobo nižšej ako -5°C alebo pri súvislej snehovej pokrývke nad 10 cm.**

Získané vrtné jadro sa musí na mieste komplexne geologicky zdokumentovať, pričom sa požaduje zistenie nasledujúcich parametrov:

- litologický a inžinierskogeologický opis hornín v zmysle TP 028;
- petrografické a stratigrafické zaradenie;
- fotodokumentácia jadra a vybraných detailov;
- určenie minimálneho a maximálneho úlomku;
- stanovenie výnosu jadra a RQD;
- opis štruktúrnych prvkov masívu a klasifikácia (hustota, počet systémov) a opis diskontinuít (stanovenie habitu, výplne, otvorenosti, sklonu, ryhovania a pod.);

Po ukončení dokumentácie bude vrt vyvzorkovaný priamo na mieste (odber vzoriek zemín,

hornín a puklinovej výplne). Vzorky vôd budú odoberané z otvorených hydrogeologických vrtov po ich zabudovaní, odstátí a odčerpaní. Následne bude vrtné jadro v bedničkách prevezené do skladových priestorov k tomu určených. Vybrané vrtné jadrá sa uskladnia podľa požiadaviek investora.

Počas vrtania bude v technologických pauzách (počas výmeny osádok, vrtného náradia a pod.) meraná podzemná voda. Vo vrtoch bude realizovaná systematická vrtná karotáž.

Vybrané vrty sa po ukončení skúšok musia zabudovať ako trvalé monitorovacie objekty podľa pripraveného plánu a na základe skutočne zaznamenaných geologicko-tektonických pomerov vo vrte. Podľa spôsobu vystrojenia vrtov možno vrty rozčleniť na:

- vrty bez zabudovania, vyplnené po skončení vrtných prác a geotechnických skúškach ílovocementovou tamponážou;
- inklinometrické resp. inklino-deformetrické vrty;
- otvorené hydrogeologické vrty vybavené vo vybraných úsekoch perforovanou pažnicou s filtračným obsypom;
- uzavreté piezometrické vrty vybavené tlakovým snímačom, umiestneným v požadovanej hĺbke, s vyvedením kabeláže na povrch územia a osadením chráničky s automatickým záznamníkom dát. Vo vrtoch sa predpokladá multietážové meranie tlakov podzemnej vody (v jednom vrte bude umiestnených viac piezometrických snímačov v rozličných hĺbkach). Mimo snímačov bude vrt kompletne vyplnený (zainjektovaný) ílovocementovou zálievkou;

Terén v mieste vrtného pracoviska po ukončení vrtných prác je potrebné upraviť do pôvodného stavu, resp. podľa požiadaviek majiteľov a užívateľov pozemkov. Prehľad navrhovaných prieskumných vrtov podľa úsekov je spracovaný v tabuľkách 20 až 24.

Tabuľka 20 Prehľad navrhovaných vrtov dvojitou jadrovnicou v úseku km 0,000 – 0,600

vrt	parcela / kataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
IN-DEF-V-01		-566969,72	-1271743,73	25	K	IN-DEF
IN-DEF-V-02		-566972,09	-1271748,13	50	K,D	IN-DEF
IN-DEF-V-03		-567010,53	-1271676,73	25	K	IN-DEF
IN-DEF-V-04		-567008,03	-1271672,40	50	K, D	IN-DEF
IN-V-01		-566897,94	-1271799,07	30	K, P	IN
IN-V-02		-566880,32	-1271744,45	30	K, P	IN
HG-V-01		-566921,54	-1271834,98	30	K	HG
HG-V-02		-566858,94	-1271707,75	30	K	HG
Spolu				270 m 8 ks		

Vysvetlivky: IN-DEF – inklino-deformetrický vrt; IN – inklinometrický vrt; HG – otvorený pozorovací vrt; PZ – piezometrický vrt; K – karotáž; D – dilatometrické skúšky; V – vodnotlakové skúšky, P – presimetrické skúšky; Č – čerpací pokus, vrty inklinometrické alebo inklinodeformetrické; vrty hydrogeologické

Tabuľka 21 Prehľad navrhovaných vrtov dvojitou jadrovnicou v úseku km 0,600 – 4,000

vrt	parcela / kataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka (sklon)	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
TK-01		-567079,78	-1271672,96	75	K	PZ

vrt	parceta / kataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka (sklon)	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
TK-02-HG		-567260,95	-1271571,90	130	K	HG
TK-03		-567457,89	-1271482,09	160	K	PZ
TK-04		-567729,94	-1271375,76	170	K	PZ
TK-05		-567973,27	-1271338,53	170	K	PZ
TK-06		-568124,65	-1271163,80	210	K	PZ
TK-07A		-568726,03	-1270979,38	245 (40°)	K	PZ
TK-07B		-568726,03	-1270979,38	230 (35°)	K	PZ
TK-08		-568966,74	-1270831,17	210	K	HG
TK-09		-569191,50	-1270779,46	180	K	PZ
TK-10A		-569567,65	-1270570,74	290 (35°)	K	PZ
TK-10B		-569567,65	-1270570,74	290 (35°)	K	PZ
TK-11		-569719,08	-1270585,70	245	K	HG
TK-12A		-569999,87	-1270474,82	350 (35°)	K	PZ
TK-12B		-569999,87	-1270474,82	350 (35°)	K	PZ
TK-13		-570349,46	-1270290,16	305	K	PZ
HG-01		-567672,87	-1271252,67	160	K	HG
HG-02		-568402,36	-1271434,10	130	K	HG
HG-03		-569204,57	-1270424,10	220	K	HG
HG-04		-569905,52	-1270914,84	265	K	HG
Š1-1		-569294,07	-1270707,67	50	K	PZ
Š1-2		-569239,48	-1270822,01	50	K	PZ
Spolu zvislé				2730 m 16 ks		
Spolu šikmé				1755 m 6 ks		

Vysvetlivky: IN-DEF – inkľino-deformetrický vrt; IN – inkľinometrický vrt; HG – otvorený pozorovací vrt; PZ – piezometrický vrt; K – karotáž; D – dilatometrické skúšky; V – vodnotlakové skúšky, P – presiometrické skúšky; Č – čerpací pokus, vrty inkľino-metrické alebo inkľinodeformetrické; vrty hydrogeologické

Tabuľka 22 Prehľad navrhovaných vrtovej dvojitoj jadrovnicou v úseku km 4,000 – 7,000

vrt	parceta / kataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka (sklon)	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
TK-14		-570644,08	-1270225,20	290	K	PZ
TK-15		-571145,12	-1270015,47	275	K	PZ
TK-16		-571383,23	-1269874,98	265	K	PZ
TK-17		-571621,56	-1269830,91	265	K	HG
TK-18		-571823,95	-1269751,22	265	K	PZ
TK-19		-572080,63	-1269651,59	255	K	PZ
TK-20A		-572385,00	-1269469,39	290 (30°)	K	PZ
TK-20B		-572385,00	-1269469,39	290 (30°)	K	PZ
TK-21		-572695,08	-1269462,81	255	K	PZ
TK-22		-572901,39	-1269326,40	270	K	HG

vrt	parceta / kataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka (sklon)	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
HG-05		-570649,99	-1269826,21	290	K	HG
HG-06		-571167,45	-1270619,59	300	K	HG
HG-07		-571326,63	-1269468,35	265	K	HG
HG-08		-572199,74	-1270101,17	285	K	HG
HG-09		-572313,30	-1269267,79	255	K	HG
Š2-1		-572110,40	-1269592,77	50	K	PZ
Š2-2		-572055,81	-1269707,11	50	K	PZ
Spolu zvislé				3635 m 15 ks		
Spolu šikmé				580 m 2 ks		

Vysvetlivky: IN-DEF – inkľino-deformetrický vrt; IN – inkľinometrický vrt; HG – otvorený pozorovací vrt; PZ – piezometrický vrt; K – karotáž; D – dilatometrické skúšky; V – vodnotlakové skúšky, P – presiometrické skúšky; Č – čerpací pokus, vrty inkľinometrické alebo inkľinodeformetrické; vrty hydrogeologické

Tabuľka 23 Prehľad navrhovaných vrtovej dvojitoj jadrovnicou v úseku km 7,000 – 9,000

vrt	parceta / kataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka (sklon)	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
TK-23A		-573301,60	-1269121,05	323 (30°)	K	PZ
TK-23B		-573301,60	-1269121,05	323 (30°)	K	PZ
TK-24		-573605,17	-1269050,84	285	K	PZ
TK-25		-573910,67	-1268988,68	245	K	PZ
TK-26		-574162,76	-1268776,49	170	K	PZ
TK-27A		-574431,23	-1268772,17	180 (30°)	K	PZ
TK-27B		-574431,23	-1268772,17	180 (30°)	K	PZ
TK-28		-574841,92	-1268557,39	190	K	PZ
HG-10		-573160,23	-1268794,64	270	K	HG
HG-11		-573471,04	-1269363,96	265	K	HG
HG-12		-573709,28	-1268740,74	275	K	HG
HG-13		-574150,00	-1269169,00	185	K	HG
HG-14		-574543,29	-1268910,74	175	K	HG
Š3-1		-574871,69	-1268498,57	50	K	PZ
Š3-2		-574817,11	-1268612,91	50	K	PZ
Spolu zvislé				2160 m 11 ks		
Spolu šikmé				1006 m 4 ks		

Vysvetlivky: IN-DEF – inkľino-deformetrický vrt; IN – inkľinometrický vrt; HG – otvorený pozorovací vrt; PZ – piezometrický vrt; K – karotáž; D – dilatometrické skúšky; V – vodnotlakové skúšky, P – presiometrické skúšky; Č – čerpací pokus, vrty inkľinometrické alebo inkľinodeformetrické; vrty hydrogeologické

Tabuľka 24 Prehľad navrhovaných vrtovej dvojitoj jadrovnicou v úseku km 9,000 – 11,000

vrt	parceta / kataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
TK-29		-575088,63	-1268453,05	155	K	PZ

vrt	parceta / kataster	súradnice S-JTSK		navrhovaná hĺbka	navrhované skúšky	spôsob vystrojenia
		X	Y			
TK-30		-575400,66	-1268379,98	123	K	PZ
TK-31		-575649,84	-1268313,40	93	K	HG
TK-32		-575752,63	-1268214,10	83	K	HG
TK-33		-575762,13	-1268267,72	83	K	HG
TK-34		-575899,37	-1268192,21	72	K	HG
HG-16		-575343,00	-1268578,00	125	K	HG
HG-17		-575301,00	-1267843,00	160	K	HG
HG-15		-575011,99	-1268660,90	173	K	HG
Spolu zvislé				1067 m 9 ks		

Vysvetlivky: IN-DEF – inkľino-deformetrický vrt; IN – in klinometrický vrt; HG – otvorený pozorovací vrt; PZ – piezometrický vrt; K – karotáž; D – dilatometrické skúšky; V – vodnotlakové skúšky, P – presiometrické skúšky; Č – čerpací pokus, vrty inklinometrické alebo inklinodeformetrické; vrty hydrogeologické

2.3.1.3 Vrty bezjadrové (dláto)

Z dôvodu požiadavky realizovať v hydrogeologicky problematických oblastiach v trase tunela čerpace pokusy a z ohľadom na technologické možnosti vrtných súprav a potrebný svetlý prierez výpažnice boli navrhnuté tri hydrogeologické vrty HGČ-1 až HGČ-6, ktoré budú odvrátané ako bezjadrové. Minimálny požadovaný svetlý priemer definitívnej výpažnice je 140 mm.

Tabuľka 25 Prehľad navrhovaných vrtných súprav jednoduchou jadrovnicou s TK korunkou

vrt	parceta kataster	Súradnice S-JTSK		Navrhovaná hĺbka [m]	Navrhované skúšky	Spôsob vystrojenia
		X	Y			
HGČ-1		-568110,21	-1271361,77	145	K, Č, S	studňa
HGČ-2		-570945,09	-1270227,24	295	K, Č, S	studňa
HGČ-3		-571709,57	-1269971,31	275	K, Č, S	studňa
HGČ-4		-572832,68	-1269145,30	270	K, Č, S	studňa
HGČ-5		-574604,22	-1268791,25	180	K, Č, S	studňa
HGČ-6		-574858,40	-1268334,83	180	K, Č, S	studňa
spolu				1345 m 6 ks		

Vysvetlivky: K – karotáž; Č – čerpacia skúška; S – stúpacia skúška

Vrty realizované ako bezjadrové nie je potrebné geologicky dokumentovať, predpokladá sa však realizácia karotážnych meraní po ich vystrojení plastovou perforovanou pažnicou.

2.3.1.4 Kopané šachtice a rozrážky

V rámci prieskumných prác je navrhnuté realizovať 3 ks zvislých kopaných sond (šachtíc) s horizontálnymi rozrážkami. Šachtice a rozrážky budú realizované banským spôsobom za pomoci trhacích prác malého rozsahu. Cieľom realizácie kopaných sond je podrobná geologická a inžinierskogeologická dokumentácia homínového masívu, ale najmä možnosť realizácie špeciálnych geotechnických skúšok in-situ, ktoré vyžadujú podzemný priestor.

Tabuľka 26 Prehľad navrhovaných šachtíc s rozrážkami

sonda	navrhovaný dosah [m]		súradnice S-JTSK		navrhované skúšky	poznámka
	hĺbka*	dĺžka**	X	Y		
PŠ-01	30,0	15,0	-572601,44	-1269349,33	ZS, ŠS, EX, S	
PŠ-02	30,0	15,0	-573743,34	-1268707,76	ZS, ŠS, EX, S	
PŠ-03	30,0	15,0	-574732,28	-1268600,48	ZS, ŠS, EX, S	
spolu	90,0	45,0				

Vysvetlivky: * zvislá časť šachtice; ** horizontálna rozrážka; S – mikro seizmocarotáž; ZS – veľkorozmerová statická zaťažovacia skúška doskou; ŠS – šmyková skúška na horninových blokoch; EX – extenzometrické merania vo vejári vrtov

2.3.2 Geotechnické skúšky

2.3.2.1 Presiometrické skúšky

Presiometrické skúšky sú navrhnuté vo vrtoch jednoduchou jadrovnicou nasucho resp. v jadrových vrtoch dvojitou jadrovnicou v povrchových častiach trasy oblasti portálov tunela, v miestach stavebných objektov vetracích šacht a v miestach mostných objektov. Cieľom skúšok je overenie deformačných parametrov zemín a skalných hornín – presiometrických (E_p) resp. deformačných (E_{def}) modulov. Na realizáciu skúšok bude potrebné v požadovanej hĺbke vytvoriť skúšobný návrh priemeru 76 mm (NQ) dĺžky cca 2 m, v ktorom bude umiestnená skúšobná sonda presiometra. Po ukončení skúšky bude skúšobný úsek reprofilovaný tak, aby bolo možné pokračovať vo vŕtaní vrtu až do nasledujúceho skúšobného úseku. Skúšky budú realizované v niekoľkých hĺbkových úrovniach. Na realizáciu presiometrických skúšok bude potrebná súčinnosť vrtnej osádky. Prestoje vrtné súpravy počas skúšok je potrebné zahrnúť do ceny za vrtné práce.

Realizácia aj vyhodnotenie presiometrických skúšok bude podľa požiadaviek normy **STN EN ISO 22476-4 (72 1004) Skúška presiometrom vo vrte podľa Ménarda**. Spolu je navrhnutých realizovať **118 ks** presiometrických skúšok v **36 ks** prieskumných vrtov.

2.3.2.2 Dilatometrické skúšky

Dilatometrické skúšky sú navrhnuté v prieskumných vrtoch, realizovaných technológiou dvojitej (trojitej) ťažiteľnej jadrovnice (systém Wire-Line) s diamantovou korunkou a vodným výplachom, ktoré sú rozmiestnené v koridore navrhovaného tunela v úsekoch, a v ktorých sa predpokladá výskyt pevných skalných a poloskalných hornín. Predpokladá sa dĺžka vrtov až do 400 m. Pre realizáciu skúšok sa požaduje použiť horninový dilatometer vhodného priemeru (minimálny požadovaný priemer sondy je 73 mm, čo zodpovedá štandardnému vrtnému priemeru NQ – 76 mm). Dĺžka skúšobného návrhu by mala začínať cca 15 - 20 m nad predpokladanou niveletou klenby tunela a končiť cca 15 - 20 m pod plánovanou niveletou dna tunela. Prípadne je možné realizovať dilatometrické skúšky aj v iných úsekoch prieskumných vrtov tak, aby boli otestované všetky potenciálne litologické resp. inžinierskogeologické typy hornín s dostatočne veľkým štatistickým súborom výsledných hodnôt.

Cieľom dilatometrických skúšok je stanovenie deformačných parametrov (modul deformácie E_{def} a modul pružnosti E) horninového masívu v okolí plánovanej tunelovej rúry. Pre stanovenie modulu pružnosti a deformácie požadujeme realizovať počas jednej skúšky minimálne 3 zaťažovacie a odľahčovacie cykly. Dilatometrické skúšky sú náročné časovo, technicky aj personálne, z toho dôvodu je počas realizácie dilatometrických skúšok potrebná súčinnosť vrtnej osádky a vrtné súpravy pre zapúšťanie dilatometrickéj sondy do skúšobného návrhu. Prestoje vrtné súpravy musia byť zahrnuté do ceny vŕtania. Realizácia aj vyhodnotenie dilatometrických skúšok

bude podľa normy **STN EN ISO 22476-5 (72 1004) Skúška pružným dilatometrom**. Spolu je navrhnuté realizovať **300 ks** dilatometrických skúšok v **42 ks** prieskumných vrtov.

2.3.2.3 Skúšky dynamickej penetrácie

Skúšky dynamickej penetrácie sú navrhnuté v povrchových častiach trasy diaľnice, v oblastiach portálov a hĺbenej časti tunela a v trasách plánovaných prístupových ciest na staveniská a k objektom vetracích šácht. Cieľom skúšok je overenie geologickej stavby a získanie odvodených geotechnických parametrov zemín.

Realizácia aj vyhodnotenie dynamických penetračných skúšok bude podľa normy **STN EN ISO 22476-2 (72 1032) Dynamická penetračná skúška**. Spolu je navrhnutých realizovať **36 ks** dynamických penetračných skúšok v celkovej metrácii **255 m**.

2.3.2.4 Skúšky statickej penetrácie

Na vybraných miestach v povrchovej časti trasy diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica a v úseku hĺbeného tunela je navrhnuté realizovať statické penetračné skúšky. Cieľom skúšok je overenie geologickej stavby v mieste stavebných objektov a zistenie odvodených geotechnických parametrov zemín. Pre úspešné realizovanie skúšok bude v niektorých miestach potrebné realizovať predvrty, pričom metráž predvrtov bude zahrnutá do vrtných prác jednoduchou jadrovnicou a TK korunkou nasucho. Požadujeme minimálnu tlačnú kapacitu statickej penetračnej súpravy 150 kN. Vo vybraných sondách a vybraných hĺbkových úrovniach (napr. v mieste vysokých pórových tlakov) pod plánovanými násypmi diaľnice požadujeme realizáciu disipačnej skúšky na stanovenie koeficientu konsolidácie.

Skúšky budú realizované a vyhodnocované v zmysle **STN EN ISO 22476-12 Statická penetračná skúška**. Spolu navrhujeme realizovať **13 ks** skúšok statickej penetrácie v sumárnej dĺžke **165 m**. Počas skúšok navrhujeme realizovať **11 ks** disipačných skúšok v **7** sondách statickej penetrácie.

2.3.2.5 Veľkorozmerové statické zaťažovacie skúšky doskou

Veľkorozmerové statické zaťažovacie skúšky sú navrhnuté na overenie deformačných parametrov horninového masívu in-situ. Skúšky sa realizujú v podzemných dielach, ktoré umožňujú rozopretie zaťažovacieho zariadenia o stenu podzemného diela a vyvodenie potrebného zaťaženia pod skúšobnou doskou. Skúšky budú realizované v zmysle **Metodickej príručky 32 Stanovenie pretvárných charakteristík hornín pod zaťažovacou doskou** (Bohyník – Groma, 1990). Presné situovanie (miesto) a orientácia zaťažovacích skúšok budú určené na základe geologickej dokumentácie prieskumných šáchtíc a rozrážok zodpovedným riešiteľom prieskumu. Predpokladáme realizovať **9 ks statických zaťažovacích skúšok** doskou s plochou minimálne 2500 cm². Požadujeme realizovať minimálne 4 zaťažovacie a odľahčovacie cykly pre určenie modulu deformácie E_{def} a modulu pružnosti E .

2.3.2.6 Veľkorozmerové šmykové skúšky na horninových blokoch po predurčenej ploche porušenia

Pre určenie šmykovej pevnosti horninového masívu navrhujeme realizovať súbor šmykových skúšok na horninových blokoch. Ide o šmykovú skúšku po predurčenej ploche porušenia. Skúšky sa realizujú v podzemných dielach, ktoré umožňujú rozopretie zaťažovacieho zariadenia o stenu podzemného diela a vyvodenie potrebného normálového a šmykového zaťaženia na skúšaný blok horniny. Pre úspešnú realizáciu šmykovej skúšky je potrebné vytvoriť minimálne 4 horninové bloky rozmerov 50 x 50 x 30 cm v skúšobnej rozrážke, pričom bloky musia byť vytvorené bez použitia

trhacích prác, aby sa zamedzilo rozvoľňovaniu horninového masívu pred realizáciou skúšky. Každý skúšobný blok bude zaťažený normálovým zaťažením a následne ušmyknutý. Pre správne vyhodnotenie skúšky sa každý blok bude zaťažovať odlišným normálovým zaťažením.

Navrhujeme realizovať **3 ks šmykových skúšok** (tj. pripraviť minimálne 12 horninových blokov), pričom predpokladáme, že každá šmyková skúška bude realizovaná v odlišnom geologickom prostredí v navrhovaných prieskumných kopaných šachticiach s rozrážkami (PŠ-01 až PŠ-05). Cieľom šmykových skúšok na horninových blokoch je priame overenie šmykových parametrov horninového masívu, čo je základný vstupný parameter do statických výpočtov ostenia tunela.

2.3.3 Hydrodynamické skúšky

Hydrodynamické skúšky sú navrhnuté z dôvodu overenia vplyvu razenia tunela na výstavby diaľnice na hydrogeologické pomery územia, overenie hydrogeologických pomerov širšej oblasti, zistenie relevantných podkladov pre zostavenie matematického modelu prúdenia podzemnej vody v okolí plánovaného tunela a trasy diaľnice, overenie hydraulických parametrov jednotlivých litologických a inžinierskogeologických typov hornín a overenie možnosti vsakovania zrážkových vôd do horninového prostredia.

2.3.3.1 Čerpacie a stúpacie skúšky

Pre overenie hydraulických parametrov horninového masívu a modelovanie drenážneho účinku razeného tunela na hydrogeologické pomery v okolí Svätej studne v Marianke v masíve medzi údolí Stupavského a Marianského potoka a v pramennej oblasti potoka Vydrica požaduje investor realizovať (minimálne) tri prieskumné hydrogeologické vrty pre vykonanie 21-dňovej čerpacjej skúšky. Realizácia a vyhodnotenie skúšok bude v zmysle platnej STN EN ISO 22282-2:2012 a STN EN ISO 22282-4:2012. Spolu navrhujeme realizáciu **6 ks dlhodobých čerpacích skúšok** v 6 ks na to určených vrtoch (HGČ-01 až 06).

2.3.3.2 Vodnotlakové skúšky

Pre overenie hydraulických parametrov horninového masívu v konkrétnych úsekoch prieskumných vrtoch, navrhujeme realizovať vo vybraných štruktúrnych vrtoch vodné tlakové skúšky. Vodné tlakové skúšky budú realizované podľa technickej normy STN EN ISO 22282-3, ktorá odporúča testovať priepustnosť skalného horninového masívu v nasýtenej i nenasýtenej zóne vodnými tlakovými skúškami. Navrhnutých je realizovať spolu **140 ks skúšok**. Presné umiestnenie testovaných úsekov v jednotlivých vrtoch bude stanovené na základe vyhodnotenia karotážnych meraní vo vrtoch.

2.3.3.3 Prietokometria

Na sledovanie prietokov na vodných tokoch v oblasti tunela Karpaty navrhujeme vybudovanie merných priepadov na vybraných úsekoch vodných tokov v oblasti. Priepady umožnia kontinuálne sledovanie prietokov na povrchových tokoch počas etapy monitoringu (viď kapitola 2.4).

2.3.3.4 Stopovacie skúšky

Stopovacie skúšky sú navrhnuté s cieľom overiť komunikačné cesty prúdenia podzemných vôd v oblasti plánovaného tunela Karpaty. Počas stopovacej skúšky bude do vybraných prieskumných vrtoch aplikovaný vhodný stopovač (stopovacia látka) na základe povolení príslušného

orgánu vodnej správy. Na vybraných prameňoch, vodných zdrojoch a vrtoch budú následne vykonávané odbery preukazných vzoriek podzemnej vody s cieľom zistiť presný čas príchodu stopovacej látky do zdroja. Stopovacie skúšky predpokladáme realizovať na **3 úsekoch** trasy tunela tak, aby sa overil smer, rýchlosť prúdenia a komunikačné cesty na celej trase. Počty odberov vzoriek, laboratórne a vyhodnocovacie práce, príprava a aplikácia stopovačov a s tým súvisiace práce sú zahrnuté do ceny stopovacej skúšky.

2.3.3.5 Vsakovacie skúšky

Vsakovacie skúšky sú navrhnuté v povrchových častiach trasy diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica. Ich účelom je overenie možnosti vsakovania zrážkových vôd, odvádzaných zo spevnených plôch diaľnice, do horninového prostredia. Spolu je navrhnutých realizovať **7 ks** vsakovacích skúšok.

2.3.4 Geofyzikálne práce

Cieľom geofyzikálnych prác bude najmä získanie kontinuálneho a priestorového obrazu geologicko-tektonickej stavby v trase razenej časti tunela Karpaty. Ďalej bude cieľom prác overenie tektonickej porušenosti masívu a zistenie orientácie diskontinuit, určenie litologických rozhraní, stupňa a rozsahu zvodnenia, fyzikálnych parametrov hornín a zemín a rozčlenenie trasy tunela na kvázihomogénne celky. Využívané budú povrchové i vrtné geofyzikálne metódy. Navrhujeme, aby povrchové geofyzikálne merania boli realizované pred začiatkom technických vrtných prác tak, aby ich predbežné výsledky napomohli s definitívnym umiestnením a orientovaním prieskumných vrtoch. Po ukončení vrtných prác budú povrchové geofyzikálne merania reinterpretované na základe vyhodnotenia priamych prieskumných diel. Použitá bude kombinácia nasledovných geofyzikálnych metód:

2.3.4.1 Geoelektrické merania ERT v kombinácii s meraniami VES a SOP

Metoda odporového profilovania (ERT a VES alternatívne SOP+VES) s krokom elektród 3 m a pri súčasnom rozložení min. 48 elektród (AB_{max} 141 m) bude realizovaná na dvoch paralelných profiloch cca nad osami tunelových rúr v razenej časti tunela Karpaty a na priečnych profiloch v hydrogeologicky zaujímavej centrálnej časti masívu. Požadovaný je hĺbkový dosah ERT meraní cca 50 – 70 m (pri meraní ERT s krokom elektród 5 m a pri súčasnom rozložení min. 56 – 72 elektród s AB_{max} 275 – 355 m). V miestach, kde je požadovaný väčší hĺbkový dosah než 70 m, budú ERT merania dopĺňované meraniami VES a SOP tak, aby bol zabezpečený požadovaný hĺbkový dosah (minimálne 15 m pod niveletu tunela). Na meranie budú použité vhodné geoelektrické aparatúry s pamäťovým médiom a filtráciou vstupných hodnôt, doplnené mnohožilovým káblovým systémom, alebo aktívnym viackanálovým multielektródovým systémom, umožňujúcim súčasné zapojenie 48 a viac elektród a potrebnou dĺžkou kabeláže pre merania SOP a VES. **Merania SOP** sa predpokladajú minimálne s dvoma usporiadaniami elektród (AB do 100 a 200 m), **merania VES** budú realizované tak, aby bol čo najviac vylúčený vplyv vertikálnych odporových diskontinuit. Dĺžka AB_{max} pri meraniach VES sa predpokladá v rozsahu 1000 – 2000 m tak, aby bol zabezpečený hĺbkový dosah meraní pod niveletu tunela. Získané údaje budú spracované do geoelektrických odporových rezov RES2DINV a do geologicko-geofyzikálnych interpretačných rezov, spracovaných aj na základe kvantitatívnej interpretácie ERT, SOP a VES. V týchto rezoch budú zohľadnené aj výsledky priamych prieskumných diel. Interpretácia bude dvojfázová – 1. etapa bude po dokončení geofyzikálnych meraní, bez zahrnutia nových prieskumných diel, 2. etapa interpretácie bude realizovaná po definitívnom dokončení priamych prieskumných diel (vrtoch), na základe ktorých budú geologicko-geofyzikálne rezy rekalibrované a tak uvedené v celkovej záverečnej správe.

Navrhovaný rozsah použitia uvedenej metodiky geofyzikálnych meraní je **30 km** s požadovaným efektívnym dosahom merania 15 m pod niveletu tunela (do dĺžky sa nezapočítavajú technologické presahy);

2.3.4.2 Merania plytkej refrakčnej inžinierskej seizmiky IS

Metóda plytkej refrakčnej seizmiky (IS) – cieľom týchto geofyzikálnych meraní je stanovenie rýchlosti šírenia seizmických vln v geologickom horninovom prostredí pomocou analýzy času príchodu čelnej vlny. Tato vlna je, od istej vzdialenosti od zdroja seizmického signálu, registrovaná ako prvá, čo umožňuje pomerne presné určenie času jej príchodu do jednotlivých geofónov. Metóda umožňuje vysledovať priestorový priebeh tzv. refrakčného rozhrania, definovaného rýchlosťou šírenia elastických vln v bezprostrednom podloží rozhrania, a tiež rozloženie rýchlostí vo vrstve nad týmto refrakčným rozhraním. V rámci geofyzikálnej interpretácie je potom hľadaný taký geofyzikálno-geologický model prostredia, v ktorom teoretické hodnoty šírenia vln zodpovedajú nameraným údajom. Pre interpretáciu predpokladáme využitie špecializovaného geofyzikálneho softvéru. Metóda umožňuje rozčleniť geologické prostredie na pokryvné (zvyčajne kvartérne) útvary s nižšou rýchlosťou postupu čelnej vlny a na skalné (zvyčajne predkvartérne) podložie. Efektívna hĺbka prieskumu sa väčšinou pohybuje v ráde desiatok metrov pod povrchom terénu, v tomto projekte bude využitá v portálových oblastiach razenej časti tunela Karpaty. Merania refrakčnej (inžinierskej) seizmiky budú realizované 48-kanálovou aparátúrou, na budenie seizmického signálu je možné využiť úder upraveného 10 kg kladiva na špeciálnu podložku, pripojenú na časomerné zariadenie. Navrhovaná celková dĺžka profilov meraní inžinierskej seizmiky (IS) **1000 m**.

2.3.4.3 Merania metódou reflexnej a refrakčnej seizmiky RXS

Metóda reflexnej seizmiky (RXS) – úlohou tohto typu geofyzikálneho merania je vysledovanie výrazných geofyzikálnych rozhraní, na ktorých dochádza k odrazu umelo generovaných seizmických vln. Dôležité je, aby rozhranie bolo sledované kontinuálne. To bude zabezpečované vhodným systémom merania, t.j. vzájomným rozmiestnením bodov budenia a prijímania seizmického signálu. Navrhujeme merania s dĺžkou hodochrón 800 m, s krokom registrácie signálu do 5 m, body budenia seizmického signálu budú vzdialené 10 m. Ako zdroj signálu bude slúžiť vhodný budič vibrácií s požadovanou energiou minimálne 1000 J na samohybnom podvozku. Registrácia seizmických signálov bude realizovaná 168-kanálovou aparátúrou, pričom registračné geofóny budú rozmiestnené v určených 5 m rozstupoch na seizmických profiloch. Geofóny budú pripojené bezdrôtovo. Namerané dáta budú interpretované do formy obrazu reflexných rozhraní pomocou špecializovaného softvéru pre interpretáciu meraní reflexnej seizmiky. Požadovaný hĺbkový dosah výsledného seizmického reflexného rezu je 500 m pod povrch územia. Spolu navrhujeme realizovať **3,5 km** profilov reflexnej seizmiky na 1 profile, ktoré budú využívať predovšetkým jestvujúce lesné cesty nad oblasťou tunela;

2.3.4.4 Karotážne merania v prieskumných vrtoch

Karotážne metódy – navrhujeme realizáciu komplexu karotážnych meraní vo všetkých prieskumných vrtoch, realizovaných metódou dvojitej (trojitej) ťažiteľnej jadrovnice v diamantovou korunkou a vodným výplachom (systém WireLine). Cieľom karotážneho merania je získanie orientovaných geologických štruktúrnych údajov, zistenie lokálnych nehomogenít a litologickej skladby pozdĺž steny vrtu, zistenie miest prítokov podzemnej vody, zistenie charakteru tektonického porušenia, zistenie základných fyzikálno-mechanických parametrov hornín a pod. Navrhujeme použitie nasledujúcich metód:

- Inklinometria – zistenie reálneho priebehu vrtu (sklon, smer);

- Kavernometria – zistenie reálneho priemeru vrtu a kvality steny vrtu;
- Natural gama – zistenie prirodzeného gama žiarenia z geologického prostredia;
- Teplota a vodivosť – meranie teploty a elektrickej vodivosti kvapalného média, vyplňujúceho vrt;
- Optický skener steny vrtu – orientované optické skenovanie steny vrtu pre štruktúrnú analýzu (orientácia a charakter diskontinuit);
- Akustický skener steny vrtu – orientované ultrazvukové naskenovanie steny vrtu pre štruktúrnú analýzu, zistenie reálneho priemeru vrtu;
- Mikrosezismokarotáž – (fullwaveform) kontinuálne overenie rozvoľnenosti horninového masívu a odvodenie deformačných parametrov prostredia;
- Odporové profilovanie – zisťovanie merného elektrického odporu horninového prostredia;
- Spontánna polarizácia – overenie smeru prúdenia podzemnej vody;
- Indukčná karotáž – odporové profilovanie pre suché úseky vrtov;
- Magnetometria – meranie magnetickej susceptibility (rozčlenenie geologických celkov);
- Prietokometria – overenie vertikálneho prúdenia vody vo vrte;
- Neutron – gama – zisťovanie pórovitosti horninového prostredia (nemusí byť použitá v prípade priameho stanovovania pórovitosti hornín laboratórne);
- Gama – gama – zisťovanie hustoty horninového prostredia (nemusí byť použitá v prípade priameho stanovovania hustoty hornín laboratórne);

Okrem toho je navrhnuté v rámci karotážných metód realizovať merania metódou nálevu vo vybraných prieskumných vrtoch na overenie priepustnosti horninového prostredia. Sumárne je navrhnutá karotáž v **89 ks** vrtov v celkovej metráži **15703 m**.

2.3.5 Vzorkovacie a laboratórne práce

Počas prieskumných prác budú vykonávané vzorkovacie práce a následne aj nadväzujúce laboratórne práce. Vzorkovanie je možné rozdeliť na:

- vzorkovanie mechaniky zemín;
- vzorkovanie mechaniky skalných hornín;
- vzorkovanie podzemných a povrchových vôd;
- vzorkovanie zemín a skalných hornín pre petrografickú, stratigrafickú a mineralogickú analýzu.

Podobne aj laboratórne práce je možné rozdeliť na:

- laboratórne práce mechaniky zemín;
- laboratórne práce mechaniky skalných hornín;
- laboratórne práce chémie podzemných vôd, povrchových vôd a zemín vrátane ich biologických ukazovateľov kvality;
- laboratórne práce pre petrografickú, stratigrafickú a mineralogickú analýzu.

Odbery vzoriek budú realizované v zmysle normy **STN EN ISO 22475-1 Geotechnický prieskum a skúšanie - Odbery vzoriek a meranie podzemnej vody - Časť 1: Technické zásady vykonávania odberu vzoriek zemín, skalných hornín a podzemnej vody**. Cieľom vzorkovacích prác je odoberanie vhodných vzoriek zemín, skalných hornín alebo podzemných a povrchových vôd na laboratórne rozbor, špecifikované v ďalších podkapitolách.

- A) Odber vzoriek mechaniky zemín – vzorky budú odoberané z prieskumných vrtov a kopaných sond v trase plánovanej diaľnice. Rozsah vzorkovania má umožniť odber charakteristických vzoriek všetkých vyskytujúcich sa typov zemín a vytvorenie dostatočne veľkého štatistického súboru dát pre spoľahlivú inžinierskogeologickú a geotechnickú charakteristiku zemín. Vzorky budú po odbere okamžite dopravené do laboratória mechaniky zemín na spracovanie alebo uložené vo vhodných skladovacích podmienkach tak, aby nedošlo k degradácii odobraných vzoriek (najmä s ohľadom na zmeny vlhkosti a pod.). Pre účely tohoto projektu používame variantnú terminológiu rozdelenia typov vzoriek, a to jednak „klasickú“ na neporušené (NV), poloporušené (PPV) a porušené vzorky (PV) resp. technologické vzorky (TV), ale aj aktuálne platnú terminológiu podľa STN EN ISO 22475-1, čl. 6 a podľa TP 028 na 5 tried kvality vzoriek a 3 kategórie odberov vzoriek podľa nasledujúcej tabuľky 27.

Tabuľka 27 Prehľad typov kvality a kategórií odberov vzoriek zemín a hornín

Trieda kvality vzorky	1	2	3	4	5
Kategória odberu vzorky	A		B		C
Pôvodné (historické) označovanie	NV		PPV		PV a TV

V etape podrobného inžinierskogeologického prieskumu navrhujeme odobrať **410 ks porušených vzoriek** zemín, **310 ks neporušených** resp. poloporušených vzoriek zemín a **45 ks technologických** vzoriek zemín. Okrem toho navrhujeme odber **20 ks** vzoriek zemín na vodné výluhy (stanovenie agresivity zemín);

- B) Odber vzoriek pre mechaniku skalných hornín – vzorky budú odoberané z prieskumných vrtov, kopaných sond a odkryvov. Vzorky z prieskumných diel budú odoberané bezprostredne po odvrtní, tj. priamo na lokalite tak, aby sa zamedzilo najmä zmenám vlhkosti horniny pred transportom do laboratória. Odber vzoriek sa bude realizovať až po detailnej geologickej dokumentácii vrtného jadra a zhodnotení diskontinuit. Po odbere vzoriek budú tieto dopravené do laboratória mechaniky hornín. Predpokladáme sumárne odobrať **580 ks** vzoriek na indexovú skúšku pevnosti (**Point Load Test**), **380 ks** vzoriek hornín na stanovenie pevnostných a deformačných parametrov a technologických vlastností a **860 ks** vzoriek na stanovenie fyzikálnych parametrov hornín. Podobne ako vzorky zemín, aj vzorky hornín je možné odoberať v rozličných kvalitatívnych triedach. Vzorky získané pomocou vrtania dvojitou (trojitou) jadrovkou s vodným výplachom (metóda WireLine) budú odoberané v kategórii A a B (umožňujú štruktúrnú analýzu), vzorky získané pomocou vrtania nasucho jednoduchou jadrovnicou a vzorky z odkryvov budú v kategórii B a C;
- C) Odbery vzoriek na mineralogickú, petrografickú a stratigrafickú analýzu. Vzorky budú odoberané z prieskumných vrtov, kopaných sond a odkryvov zo všetkých zachytených litologických a inžinierskogeologických typov hornín. Navrhujeme odobrať spolu **210 ks vzoriek na petrografickú, mineralogickú a stratigrafickú analýzu (160 ks výbrusov + 50 ks výplavov)**. Okrem toho navrhujeme odobrať **160 ks vzoriek na RTG analýzu** mineralogického zloženia so zameraním na tektonické poruchové zóny a ílové minerály;

D) Odber vzoriek vôd na hydrochemické a izotopové analýzy – vzorky budú odoberané z vodných tokov, prameňov, vodných zdrojov a prieskumných vrtov. Podmienkou odberov vzoriek vody z prieskumných vrtov je dostatočný časový odstup odberu od vybudovania vrtu, aby sa zamedzilo skresľovaniu výsledkov vplyvom používania vodného výplachu a aditív počas vrtných prác a počas karotáže (zasoľovanie). Vzorkovanie pre izotopickú analýzu je potrebné realizovať pred začiatkom vrtných prác (pramene a vodné zdroje) alebo po odčerpaní a ustálení prieskumných vrtov. Vzorky z vrtov budú odoberané vzorkovacím čerpadlom, vzorky z prameňov, studní, vodných zdrojov a vodných tokov budú odoberané nádobou. Počas prieskumných prác predpokladáme odobrať nasledovný počet vzoriek vôd:

- vzorka podzemnej vody na základný fyzikálno-chemický rozbor a stanovenie agresivity – predpoklad **80 ks**;
- vzorka podzemnej vody na rozbor pre pitnú vodu – predpoklad **340 ks**;
- vzorka podzemnej vody na izotopickú analýzu – predpoklad **20 ks**;
- vzorka povrchovej vody na analýzu v zmysle TP050 s rozšírením - predpoklad **216 ks**;
- vzorka podzemnej vody na analýzu v zmysle TP050 s rozšírením - predpoklad **408 ks**;

Predpokladáme, že v hydrogeologických vrtoch v trase tunela resp. v dosahu jeho infiltračnej oblasti sa budú realizovať opakované odbery po dovŕtaní a po celkovom ukončení prieskumných prác. Podobne predpokladáme opakované odbery pred a po skončení prieskumných z prameňov a vodných zdrojov a z vodných tokov.

V nadväznosti na odber reprezentatívnych vzoriek sú navrhnuté aj laboratórne skúšky a analýzy zemín a skalných hornín.

A) Laboratórne práce mechaniky zemín – na stanovenie fyzikálnych-opisných parametrov, hydraulických a pevnostno-deformačných parametrov všetkých relevantných typov zemín v oblasti plánovaného tunelu. Odobraté vzorky musia mať príslušnú kvalitu v zmysle STN EN 1997 pre jednotlivé druhy laboratórnych skúšok:

- indexové skúšky (krivky zrnitosti, vlhkosť, stupeň nasýtenia, konzistenčné medze, index konzistencie, index plasticity, stanovenie objemovej a suchej objemovej hmotnosti, hustoty pevných častíc v zmysle STN EN 1997-2.
- skúšky deformačných a pevnostných parametrov: stlačiteľnosť v oedometri, krabicová šmyková skúška, pevnosť v prostom tlaku, triaxiálne šmykové skúšky UU, napúčanie a napúšťací tlak.
- Skúšky priepustnosti v triaxiálnej komore
- Skúšky zhutniteľnosti Proctor Standard na stanovenie maximálnych objemových hmotností, optimálnych vlhkostí a stanovenie Kalifornského pomeru únosnosti CBR.

Geotechnické skúšky mechaniky zemín sú uvedené v tabuľke 28.

Tabuľka 28 Prehľad navrhovaných laboratórnych prác mechaniky zemín

Laboratórne práce mechaniky zemín		
zeminy - porušené vzorky - klasifikačný rozbor pre zatriedenie podľa STN 72 1001	ks	440
zeminy - neporušené vzorky - klasifikačný rozbor pre zatriedenie podľa STN 72 1001 + merná hmotnosť + objemová hmotnosť	ks	310

zeminy - technologické vzorky - klasifikačný rozbor pre zatriedenie podľa STN 72 1001 + merná hmotnosť	ks	45
zeminy - stanovenie obsahu organických látok	ks	15
zeminy - stanovenie obsahu uhličitánov	ks	15
zeminy - stlačiteľnosť s rekonsolidáciou (2 rekonsolidačné + 4 zaťažovacie + 1 odľahčovací stupeň)	ks	45
zeminy - stanovenie časového súčiniteľa konsolidácie, c_v (1 zaťažovací stupeň)	ks	25
zeminy - stanovenie napúšťacieho tlaku v oedometri	ks	10
zeminy - presadavosť	ks	10
zeminy - napúšťavosť	ks	10
zeminy - krabicová šmyková skúška (vrcholová šmyková pevnosť)	ks	100
zeminy - krabicová šmyková skúška (vrcholová a reziduálna šmyková pevnosť)	ks	10
zeminy - triaxiálna šmyková skúška UU	ks	25
zeminy - pevnosť v prostom tlaku (3 valčeky)	ks	50
zeminy - priepustnosť jemnozrnných zemín v triax. komore	ks	20
zeminy - stanovenie pomeru únosnosti CBR zemín, bez sýtenia	ks	45
zeminy - zhutniteľnosť súdržných zemín Proctor standard	ks	45
zeminy - zhutniteľnosť nesúdržných zemín (ID) - skúška min. a max. objemovej hmotnosti	ks	45
vyhodnotenie analýz - správa	komplet	1

- B) Laboratórne práce mechaniky skalných hornín – cieľom prác je spoľahlivo charakterizovať fyzikálne-opisné i pevnostno-deformačné parametre všetkých relevantných typov skalných a poloskalných hornín v trase plánovaného tunela. Na odobraných vzorkách hornín je potrebné realizovať geotechnické skúšky mechaniky hornín podľa tabuľky 29.

Tabuľka 29 Prehľad navrhovaných laboratórnych prác mechaniky skalných hornín

Laboratórne práce mechaniky skalných hornín		
skalné horniny - fyzikálne vlastnosti (vlhkosť, objemová a merná hmotnosť, nasiakavosť (min. 48h))	ks	860
skalné horniny - mrazuvzdornosť	ks	50
skalné horniny - pevnosť v prostom tlaku (3 valčeky)	ks	280
skalné horniny - pevnosť v priečnom ťahu (3 valčeky)	ks	100
skalné horniny - metóda razníkov	ks	50
skalné horniny - pretvárne vlastnosti 3 cykly - modul pružnosti, modul deformácie, Poissonovo číslo, pevnosť po skúške	ks	100
skalné horniny - POINT LOAD TEST (1 vzorka=15 úlomkov horniny)	ks	580
skalné horniny - abrazivita podľa ON 44 1121	ks	50
skalné horniny - stratigrafické a mineralogicko-petrografické rozbor	ks	210
skalné horniny - spracovanie výbrusu resp. výplavu - petrografia	ks	210
skalné horniny - celohorninová RTG analýza	ks	160

skalné horniny - Bit Wear Index - index opotrebovania dlát	ks	30
skalné horniny - Drilling Rate Index - Index rýchlosti vŕtania	ks	30
skalné horniny - Cutter Life Index - Index životnosti rezných nástrojov	ks	30
skalné horniny - Slake Durability Test – odolnosť proti rozpadu (SDT)	ks	30
skalné horniny – triaxiálna skúška skalných hornín (Hoek-Brown)	ks	50
vyhodnotenie analýz - správa	komplet	1

Fyzikálne vlastnosti hornín budú zahŕňať stanovenie vlhkosti, objemovej hmotnosti (suchá/vlhká), hustoty pevných častíc, pórovitosti a nasiakavosti.

Deformačné vlastnosti hornín – laboratórne budú určené deformačné parametre ako modul pružnosti (E), modul deformácie (E_{def}), Poissonovo číslo. Vzorky pre deformačné skúšky budú pripravované tak, aby bolo možné zistiť anizotropiu geotechnických vlastností hornín. Skúšky budú v zmysle normy STN EN 14580 (721165) Skúšobné metódy prírodného kameňa - Stanovenie statického modulu pružnosti.

Pevnosť v jednoduchom tlaku – pevnosť v jednoosovom tlaku bude skúšaná na vzorkách hornín tak, aby bolo možné určiť anizotropické vlastnosti hornín, a tiež pevnosť v prirodzenom stave, po vysušení a po nasýtení. Postupovať sa bude v zmysle STN EN 1926 (721142) Skúšobné metódy prírodného kameňa - Stanovenie pevnosti v jednoduchom tlaku.

Triaxiálna šmyková pevnosť – bude skúšaná v Hoekovej komore na vhodných vzorkách skalných hornín. Cieľom je určiť šmykovú pevnosť v zmysle ISRM: Časť 2 : 1974 – 2006 a ASTM D7012 – 14: metóda A.

Pevnosť v priečnom ťahu (Brazílska skúška) - stanoví sa podľa odporúčania ISRM.

Mrazuvzdornosť - bude stanovená v zmysle normy STN EN 12371 (721147) Skúšobné metódy prírodného kameňa - Stanovenie mrazuvzdornosti.

Skúšky potrebné na technológiu razenia TBM sú abrazivita podľa ON 44 1121, Bit Wear Index, Drilling Rate Index, Cutter Life Index podľa metodiky SINTEF a odolnosť proti rozpadu (SDT).

Laboratórne skúšky na stanovenie Indexu rýchlosti vŕtania DRI (*Drilling Rate Index*), indexu opotrebovania dlát BWI (*Bit Wear Index*) a Indexu životnosti rezných nástrojov CLI (*Cutter Life Index*) sú nepriamymi skúškami pre vŕtateľnosť hornín a predstavujú dôležité parametre pre razenie hornín.

Index rýchlosti vŕtania (*Drilling Rate Index*) DRI sa hodnotí na základe dvoch laboratórnych skúšok, skúšky krehkosti a skúšky Sieversovej hodnoty J. Index rýchlosti vŕtania DRI možno opísať ako hodnotu krehkosti korigovanú na tvrdosť povrchu horniny. Obsahuje stanovenie schopnosti horniny odolávať mechanickému nárazu a určenie tvarov rozdrvenej horniny a poskytuje aj mieru tvrdosti povrchu (alebo odolnosti proti vrúbkovaniu) horniny.

Index opotrebovania dlát BWI sa hodnotí na základe indexu rýchlosti vŕtania DRI a hodnoty abrazivity AV. Index BWI sa používa na odhad životnosti vŕtacích zariadení. BWI vyjadruje životnosť ako vŕtanú dĺžku alebo vŕtaný objem. Hodnota oderu AV predstavuje časovo závislé obrusovanie karbidu volfrámu práškom drvenej horniny. Stanovenie indexu CLI vyjadruje životnosť ocele rezných nástrojov (valivých dlát) pre TBM.

- C) Hydrochemické analýzy nadväzujú na vzorkovacie práce chémie vôd. Vody budú odoberané z povrchových tokov, prieskumných vrtov, prameňov a vodných zdrojov. Predpokladaný rozsah laboratórnych prác:
- základný fyzikálno-chemický rozbor a stanovenie agresivity na betón a oceľ – predpoklad **80 ks** (požaduje sa stanovenie Vodivosť, teplota, pH, $\text{KNK}_{4,5}$, $\text{KNK}_{8,3}$, $\text{ZNK}_{8,3}$, hydroxidy, CO_3^{2-} , HCO_3^- , voľný CO_2 , agresívny CO_2 – Heyer, agresívny CO_2 – železo, agresívny CO_2 – vápno, Langelierov index, mineralizácia, CHSK_{Mn} , Ca, Mg, celková tvrdosť, Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , PO_4^{3-} , kyselina kremičitá, K, Na, Mn, rozpustene Fe)
 - minimálny rozbor pre pitnú vodu – predpoklad **340 ks**;
 - vzorka podzemnej vody na izotopickú analýzu – predpoklad **30 ks**. Laboratórne skúšky budú zamerané na stanovenie izotopického zloženia kyslíka vo vode ($\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$) a v síranoch ($\delta^{18}\text{O}_{\text{SO}_4}$), vodíka vo vode ($\delta^2\text{H}_{\text{H}_2\text{O}}$), síry v síranoch ($\delta^{34}\text{S}_{\text{SO}_4}$) a rozpusteného anorganického uhlíka ($\delta^{13}\text{C}_{\text{DIC}}$);
 - vzorka povrchovej vody na analýzu v zmysle TP050 s rozšírením - predpoklad **216 ks** podľa tabuľky 15 a tabuľky 16;
 - vzorka podzemnej vody na analýzu v zmysle TP050 s rozšírením - predpoklad **408 ks** podľa tabuľky 15 a tabuľky 16.
- D) Laboratórne práce petrografie, stratigrafie a mineralógie zemín a hornín – cieľom laboratórnych prác je spoľahlivé určenie litologického typu horniny (zeminy), určenie stratigrafickej príslušnosti ku geologickým celkom (jednotlivým súvrstviám), podrobne charakterizovať minerálne zloženie hornín a puklinovej výplne **so zvláštnym zreteľom k ílovým minerálom a ku kremeňu** (stanovenie percentuálneho zastúpenia s cieľom odhadnúť tlakové prejavy horniny a obrusnosť nástrojov). Prehľad navrhovaných laboratórnych rozborov je spracovaný v nasledujúcej tabuľke 30.

Tabuľka 30 *Prehľad navrhovaných laboratórnych prác mineralógie, petrografie a stratigrafie*

Laboratórne práce		
celohorninová RTG analýza (mineralógia celohorninová)	ks	160
separovaná RTG analýza (mineralógia frakcie pod 0,002 mm)	ks	160
vyhotovenie a analýza výbrusu (mikroskopia + petrografia + stratigrafia)	ks	160
vyhotovenie a analýza výplavu (mikroskopia + petrografia + stratigrafia)	ks	50
makroskopická charakteristika (petrografia)	ks	210
vyhodnotenie analýz - správa	komplet	1

2.3.6 Hydrogeologické práce

Hydrogeologické práce sú súčasťou prieskumných prác podrobného inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu. Tieto práce zhŕňajú:

- vykonávanie, sled a riadenie a vyhodnotenie hydrodynamických skúšok (čerpacie a stúpacie skúšky, vodnotlakové skúšky a/alebo nalievacie skúšky, vsakovacie skúšky);

- hydrogeologické mapovanie vodných zdrojov, studní a prameňov v záujmovej lokalite, vyznačenej pásom širokým minimálne 3 km od osi diaľnice na každú stranu a spracovanie hydrogeologickej mapy;
- meranie výdatností prameňov a veľkosti prietokov na vodných tokoch, stanovovanie základných parametrov vôd (teplota vody, teplota vzduchu, pH, el. vodivosť, senzorické vlastnosti) in-situ meraniami, odbery vzoriek podzemných a povrchových vôd na laboratórne analýzy;
- hydrometrovacie práce – budú vykonávané pre účely kalibrácie merných priepadov, prípadne nemožnosti vybudovania merného priepadu budú slúžiť na pravidelné určovanie prietokov na povrchových tokoch;
- vyhodnotenie chemických a izotopických analýz podzemných a povrchových vôd;
- vyhodnotenie hydrogeologických pomerov, genézy vôd, stanovenie smerov prúdenia a charakteru priepustnosti jednotlivých litologických celkov;
- vypracovanie modelu prúdenia podzemnej vody a jeho aktualizácia vždy po vyhodnotení jednotlivých etáp monitoringu tzn. vždy po 1 roku (3 + 12 ročných etáp).; v modeli je potrebné uvažovať so simuláciou režimu podzemných vôd pred výstavbou a hlavne počas nej;
- spracovanie klimatických údajov;
- realizácia stopovacích skúšok.

Hydraulický model prúdenia podzemných vôd

Bude predstavovať **rozhodujúci nástroj na posúdenie vplyvu realizácie tunela na podzemné vody** v okolitom prostredí (predovšetkým režim hladín podzemných vôd a výdatností významných prameňov) so zameraním najmä na územie okolia obce Marianka a Mariánskeho potoka, Borinky a Stupavského potoka, VZ Pajštúnska vyvieracia, Medené hámre, VZ Pod hradom – malý a veľký, Volavec, povodia Vydrice a povodia Vajnorského potoka a Javorníku vo východnej časti tunela Karpaty.

Pretože vplyv na podzemné vody je rozhodujúci **v oblasti Marianky, odporúčame začať s prieskumnými a monitorovacími prácami práve v tejto oblasti.**

Po 1. roku 3-ročného monitoringu (t.j. približne po 2. roku IGP) bude vypracovaný hydraulický model s posudzovanými scenármi. Uvedený model bude slúžiť aj pre potreby vypracovania Dokumentácie na následné posúdenie.

Mali by byť analyzované nasledujúce scenáre:

- **nulový stav** (bez vplyvu tunela),
- **scenár 1** – plne drénovaný tunel – lineárny drén (zohľadniť aj postup razenia po cca 100 m úsekoch),
- **scenár 2** – plne vodotesný tunel po celej dĺžke s 100 m s drénovaným úsekom pred čelbou počas razenia (zohľadniť postup razenia po 100 m úsekoch, zohľadniť aj variantu s klimatickými extrémami obdobie sucha a obdobie intenzívnych zrážok – rozdielne hladiny).

2.3.7 Geodetické práce

Všetky technické prieskumné diela (prieskumné vrty, kopané sondy, sondy statickej a dynamickej penetrácie a miesta vsakovacích skúšok) ako aj všetky geofyzikálne profily (začiatkové, koncove a medziľahlé charakteristické body, polohy miest budenia signálu a polohy geofónov) budú po realizácii výškopisne a polohopisne zamerané. Podobne bude zameraná aj

poloha a nadmorská výška (nula vodočtu) novovybudovaných merných priepadov, prameňov, zrážkomerných staníc, hydrometrovacích profilov, odberné miesta kvality povrchových vôd. Pre určenie polohy bude použitý systém S-JTSK a pre určenie nadmorskej výšky bude použitý systém Balt po vyrovnaní (B.p.v.). Meračské práce musí vykonávať osoba odborne spôsobilá.

2.3.8 Práce geologickej služby

Súčasťou podrobného inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu sú tiež geologické práce. Cieľom geologických prác je:

- vypracovanie realizačného projektu geologickej úlohy;
- sled a riadenie terénnych technických prác vrátane vrtných a banských prác, hydrodynamických a geotechnických skúšok, zabezpečovania geologickej dokumentácie a fotodokumentácie, odberov vzoriek zemín, hornín a vôd;
- vyriešenie vstupov a stretov vrátane potrebných povolení a vyjadrení kompetentných orgánov, správcov a majiteľov pozemkov a podzemných inžinierskych sietí, správcov vodných tokov a vodných zdrojov;
- vyhodnocovanie geotechnických skúšok a ich interpretácia;
- podrobné geologické a hydrogeologické mapovanie v mierke 1: 10000;
- pasportizácia vodných zdrojov a prameňov;
- zhodnotenie inžinierskogeologických, hydrogeologických a geotechnických parametrov zemín a hornín, klasifikácia horninového masívu podľa vybraných tunelárskych klasifikačných systémov (SIA, NGI, RMR, QTS, Tesař, GSI) a podľa z hľadiska vplyvov na hydrogeologické pomery oblasti;
- vypracovanie záverečnej správy s prílohami aj s hydraulickým model prúdenia podzemných vôd.

2.4 Monitoring vôd

Monitoring vôd, ktorý zahŕňa aj monitoring vôd ako vybranej zložky životného prostredia začne na každom monitorovacom zariadení, čo najskôr po jeho vybudovaní. **Predpokladáme, že kompletný monitoring pred výstavbou začne v 13. mesiaci od nadobudnutia účinnosti zmluvy o dielo. Pokračovať bude ďalšie 3 roky. Po 1. roku monitoringu bude vypracovaná prvá ročná správa, ktorá bude slúžiť pre potreby vypracovania Dokumentácie na následné posúdenie.** Preto je nevyhnutné, aby bol jej súčasťou správy aj hydraulický model prúdenia podzemných vôd.

Po 2. a 3. roku budú vypracované ročné správy ako aj záverečná správa za celé obdobie 3-ročného monitoringu pred výstavbou. Celkovo doba IGP + plný 3ročný monitoring pred výstavbou bude predstavovať podľa našich predpokladov 48 mesiacov.

Po uvedených 48- mesiacoch bude nasledovať 12-ročný – tzv. udržiavací monitoring, ktorý bude prebiehať v obmedzenom rozsahu a jeho hlavným cieľom bude kontrolovať a udržiavať monitorovacie prvky v dobrom technickom stave (údržba, oprava, výmena batérií a pod.) a predovšetkým raz za 6 mesiacov (2x ročne) stiahnuť dáta z online snímačov. Tieto dáta budú aj štatisticky spracované a zhodnotené v každom roku v záverečnej správe.

Získané údaje budú slúžiť na zhodnotenie stavu povrchových a podzemných vôd pre výstavbou.

2.4.1 Monitoring povrchových vôd - kvantita

A) Prietoky na vodných tokoch. Pre sledovanie prietokov na vybraných vodných tokoch budú vybudované merné priepady. Sledovanie prietokov bude **kontinuálne**, zabezpečené snímačom hladiny a kalibrovaným priepadom. Vybudovanie merných objektov podlieha vodoprávnemu konaniu. Navrhnutých je spolu 21 ks merných priepadov. Cieľom monitoringu bude dlhodobé sledovanie reálnych prietokov na vodných tokoch počas prieskumných prác, pred výstavbou tunela Karpaty a počas obdobia výstavby. Prehľad navrhovaných priepadov je uvedený v nasledujúcej prehľadnej tabuľke 31. V prípade, že nebude možné realizovať vybudovanie merného priepadu, bude sledovanie prietokov realizované pravidelným hydrometrovaním na určenom profile.

Tabuľka 31 Zoznam navrhovaných merných priepadov na sledovanie prietokov

označenie priepadu	súradnice		Vodný tok
	X	Y	
VS-01	-568298,85	-1270633,01	Javorník
VS-02	-566603,12	-1272024,99	Javorník
VS-03	-573571,45	-1270088,38	Mariánsky potok
VS-04	-574483,73	-1269271,68	Mariánsky potok
VS-05	-574527,53	-1269268,97	Mariánsky potok
VS-06	-575560,75	-1269093,13	Mariánsky potok
VS-07	-572090,11	-1268889,82	Hajdúšsky potok
VS-08	-571782,25	-1268622,88	Červený potok
VS-09	-574393,41	-1268156,29	Kfče
VS-10	-572476,82	-1270463,01	Vydrica
VS-11	-572708,41	-1270431,83	Bystrické jarky
VS-12	-573069,14	-1272150,82	Spariský potok
VS-13	-570304,44	-1271727,83	Pieskovský potok
VS-14	-568726,14	-1271441,90	Vajnorský potok
VS-15	-567806,62	-1272713,62	Vajnorský potok
VS-16	-566019,06	-1271311,00	Fanglovský potok
VS-17	-565871,12	-1270038,00	Fofovský potok
VS-18	-575347,19	-1269548,63	Drmoľez
VS-19	-576169,65	-1269549,14	Grmolinský potok
VS-20	-577752,84	-1267539,19	Podhájsky potok
VS-21	-569183,93	-1270482,18	Vajnorský potok

V rámci monitoringu prietokov budú sledované i merné priepady na vodomerných staniciach v správe SHMÚ. Ide o vodomerné stanice, uvedené v nasledujúcej tabuľke 32.

Tabuľka 32 Zoznam vodomerných staníc, ktorých údaje budú zahrnuté do programu monitoringu

číslo stanice	Tok	Stanica	Hydrol. číslo	Riečny km	Súradnice *	
					X	Y
5135	Vydrica	Červený most	1-4-20-01-005-01	3,30	-575814,90	-1277285,17
5130	Vydrica	Spariská	1-4-20-01-004-01	11,50	-573981,31	-1272142,28
5120	Stupavský p.	Borinka	1-4-17-02-097-01	9,70	-574871,50	-1266871,57
5180	Račiansky p.	Vajnory	1-4-21-15-010-01	1,60	-566799,42	-1273794,37
5170	Šúrsky kanál	Svätý Jur	1-4-21-15-009-01	10,90	-564653,36	-1270521,93

Zdroj: SHMÚ, * - približné súradnice odčítané z mapy

B) Výdatnosti prameňov. V rámci predchádzajúcich etáp prieskumov bolo vymapovaných 27 ks prameňov. V rámci projektovanej etapy prieskumných prác predpokladáme, že zoznam

prameňov sa po hydrogeologickom mapovaní rozšíri. Požadované je **kontinuálne** sledovanie prameňov Svätá studňa, Pajštúnska vyvieracia a Medené hámre a na ďalších 8 prameňov (**spolu 11 ks**, viď tabuľka 33). Okrem toho sa požaduje **bodové sledovanie** (1 x mesačne) zvyšných **19 ks prameňov**, vymapovaných počas oIGP (viď tabuľka 33) a predpokladá sa sledovať **ďalších 11 ks vybraných prameňov**, vymapovaných v aktuálnej etape prieskumu. Spolu bude 1x mesačne počas 45 mesiacov sledovaných 30 ks prameňov. Výdatnosť bude zisťovaná vhodným spôsobom – odmernou nádobou a stopkami, pričom sa predpokladá drobná úprava prameniska aby bolo možné výtok zmerať. V nasledujúcej tabuľke 33 je uvedený prehľad prameňov, ktoré bolo odporúčené monitorovať z hľadiska výdatnosti v Záverečnom stanovisku MŽP SR č.: 48/2022-1.7/ac, 21563/2022. Kontinuálne meranie výdatnosti prameňov a vodných zdrojov podľa tabuľky 33 je požadované aj počas udržiavacieho monitoringu počas 12 rokov.

Tabuľka 33 Zoznam sledovaných prameňov v zmysle záverov EIA

označenie pripadu	súradnice		3 ročný monitoring	12 ročný monitoring
	X	Y		
P-1	-573040,94	-1270790,88	1 x mesačne	-
P-2	-571641,73	-1271458,36	1 x mesačne	-
P-3	-571269,64	-1271210,35	1 x mesačne	-
P-4	-569811,61	-1269265,17	1 x mesačne	-
P-5	-570101,93	-1268075,10	1 x mesačne	-
P-6	-572293,96	-1272511,95	1 x mesačne	-
P-7	-572993,87	-1272838,25	1 x mesačne	-
P-8	-574364,67	-1268296,05	1 x mesačne	-
P-9	-571655,04	-1268088,86	Kontinuálne	Kontinuálne
P-10	-571292,06	-1269578,38	1 x mesačne	-
P-11	-573398,81	-1270512,00	1 x mesačne	-
P-12	-573466,99	-1269132,39	1 x mesačne	-
P-13	-574201,50	-1270601,88	1 x mesačne	-
P-14	-570891,72	-1272405,07	1 x mesačne	-
P-15	-569695,75	-1270961,57	1 x mesačne	-
P-16	-569493,94	-1269995,25	Kontinuálne	Kontinuálne
P-17	-570220,89	-1270665,56	Kontinuálne	Kontinuálne
P-18	-570554,68	-1271301,54	1 x mesačne	-
P-19	-567982,49	-1272069,67	1 x mesačne	-
P-20	-568160,47	-1272305,87	1 x mesačne	-
P-21	-566774,83	-1271815,06	Kontinuálne	Kontinuálne
P-22	-572820,69	-1269449,50	Kontinuálne	Kontinuálne
P-23	-568246,96	-1271853,43	1 x mesačne	-
P-24	-577784,28	-1267523,70	1 x mesačne	-
P-25	-569579,02	-1270378,87	Kontinuálne	Kontinuálne
P-26	-575362,19	-1269041,13	Kontinuálne	Kontinuálne
P-27	-575848,00	-1268992,06	Kontinuálne	Kontinuálne
Svätá studňa			Kontinuálne	Kontinuálne
Pajštúnska vyvieracia			Kontinuálne	Kontinuálne
Medené hámre			Kontinuálne	Kontinuálne

Vysvetlivky: - požadované kontinuálne sledovanie výdatnosti, - odberné miesta bez súradníc sú orientačne zakreslené v podkladoch oIGP a dIGP (Kluz, 2015)

2.4.2 Monitoring povrchových vôd - kvalita

Na vybraných vodných tokoch sa bude sledovať kvalita vôd v zmysle predpisu TP050.

Vzhľadom na fakt, že prevažná časť trasy tunela Karpaty leží v legislatívne chránených územiach, požaduje sa nasledovný rozsah stanovovaných ukazovateľov (viď tabuľka 15 a 16): Vodivosť, teplota, pH, rozpustený kyslík, percento nasýtenia, CHSK_{Cr} , NL, Cl^- , SO_4^{2-} , N-NH_4^+ , PO_4^{3-} , CaCO_3 , RL_{550} , RL_{105} , TOC, Zn, Cd, Cu, Pb, PAU, NEL_{UV} , BTEX, PCB, $\text{C}_{10} - \text{C}_{40}$, SI_{bios} (bentické bezstavovce), ABUfy (fytobentos), PEK (makrofyty).

Nad rámec rozsahu v zmysle TP050 sa požadujú nasledovné parametre: Mg, BSK_5 , fenolový index, hydrogénuhličitan, uhličitan, hydroxidy, CHSK_{Mn} , voľný CO_2 , agresívny CO_2 – Heyer, agresívny CO_2 – železo, agresívny CO_2 – vápno, Langelierov index, amónne ióny, dusičnany, celková tvrdosť, Mn, kyselina kremičitá, dusitany.

V povrchových vodách sa bude stanovovať aj rozpustený kyslík, oxidačno-redukčný potenciál a percento nasýtenia kyslíkom.

Zoznam odberných miest pre sledovanie uvedených parametrov je uvedený v nasledujúcej tabuľke 34. Vzorkovanie a analýzy sa požadujú realizovať v intervale 1 x za mesiac po dobu 45 mesiacov.

Tabuľka 34 Zoznam navrhovaných odberných bodov na vzorkovanie kvality povrchových vôd

označenie priepadu	súradnice		Vodný tok
	X	Y	
VS-01	-568298,85	-1270633,01	Javorník
VS-05	-574527,53	-1269268,97	Mariánsky potok
SHMU 5130			Vydrica - Spariská
VS-07	-572090,11	-1268889,82	Hajdúšsky potok
OB-01			Šúrsky kanál
VS-10	-572476,82	-1270463,01	Vydrica

- odberné miesta bez súradníc sú orientačne zakreslené v podkladoch oIGP a dIGP (Kluz, 2015)

2.4.3 Monitoring podzemných vôd – kvantita

A) Hladina podzemnej vody v otvorených hydrogeologických vrtoch. V rámci predchádzajúcich etáp prieskumov bolo vybudovaných 12 ks otvorených pozorovacích vrtov. V zmysle tohto projektu je navrhnuté vybudovanie 28 ks otvorených hydrogeologických pozorovacích vrtov v trase a okolí tunela Karpaty, 6 ks čerpacích studní v okolí tunela a 13 ks hydrogeologických vrtov v povrchovej časti trasy diaľnice D4 Rača – Záhorská Bystrica.

Predpokladáme, že v otvorených pozorovacích hydrogeologických vrtoch v trase tunela a v oblasti portálov budú kontinuálne sledované úrovne hladiny podzemnej vody pomocou automatických hladinomerov (predpokladaný interval merania 1x za 6hodín). Predpokladá sa inštalácia 59 ks hladinomerov + 3 barologery.

B) Hladina podzemnej vody v monitorovaných studniach. Na základe záverov orientačnej etapy prieskumu bolo vybratých 23 ks domových studní v Marianke a okolí, v ktorých sa bude počas prieskumných prác a počas trojročnej etapy monitoringu vybraných zložiek životného prostredia sledovať hladina podzemnej vody. Predpokladá sa sledovať 23 ks domových studní v intervale 1 x mesačne, zoznam studní je uvedený v tabuľke 35.

Tabuľka 35 Zoznam sledovaných domových studní v zmysle záverov oIGHP (Klúz et al., 2015)

označenie studne	parcela	súradnica		Hladina	základný rozbor + pitná voda*
		X	Y		
S-1		-576401,85	-1268761,00	1 x mesačne	1 x ročne
S-2		-576255,62	-1268693,10	1 x mesačne	1 x ročne
S-3		-574505,12	-1269234,44	1 x mesačne	1 x ročne
S-4				1 x mesačne	1 x ročne
S-5		-575426,97	-1269079,48	1 x mesačne	1 x ročne
S-5a		-575351,18	-1269030,38	1 x mesačne	1 x ročne
S-6		-575455,80	-1269095,61	1 x mesačne	1 x ročne
S-7		-575728,26	-1268985,77	1 x mesačne	1 x ročne
S-8		-575796,77	-1268947,26	1 x mesačne	1 x ročne
S-9		-575832,96	-1268976,43	1 x mesačne	1 x ročne
S-10		-575428,01	-1269096,93	1 x mesačne	1 x ročne
S-11		-575458,13	-1269499,30	1 x mesačne	1 x ročne
S-12		-575432,50	-1269507,18	1 x mesačne	1 x ročne
S-13		-575583,33	-1269504,42	1 x mesačne	1 x ročne
S-14		-575592,60	-1269500,12	1 x mesačne	1 x ročne
S-15		-575807,82	-1269363,05	1 x mesačne	1 x ročne
S-16		-575877,28	-1269355,97	1 x mesačne	1 x ročne
S-17		-575611,39	-1268945,74	1 x mesačne	1 x ročne
S-18				1 x mesačne	1 x ročne
S-19		-575838,72	-1268934,04	1 x mesačne	1 x ročne
S-20		-575669,56	-1269068,77	1 x mesačne	1 x ročne
S-21				1 x mesačne	1 x ročne
S-22		-575864,95	-1268971,61	1 x mesačne	1 x ročne

Poznámka: * - základný fyzikálno-chemický rozbor a minimálny rozbor na pitnú vodu v zmysle Vyhlášky 91/2023 Z. z.. - odberné miesta bez súradníc sú orientačne zakreslené v podkladoch oIGP a dIGP (Klúz, 2015)

C) Tlak podzemnej vody v piezometrických vrtoch. V rámci prieskumných prác sa predpokladá odvrtať 49 ks zvislých a šikmých prieskumných vrtov, z ktorých niektoré budú zabudované ako uzatvorené piezometrické vrty pomocou piezometrických snímačov tlaku podzemnej vody. Pri hlbších vrtoch sa predpokladá inštalácia viacúrovňových piezometrických snímačov, pri plytších sa vytipuje jeden charakteristický horizont. Pozícia a počet snímačov tlaku by mali byť určené na základe geologickej dokumentácie vrtov a po realizácii karotážnych meraní. Primárne by mal byť tlak vody sledovaný v tektonicky porušených zónach alebo v zónach s otvorenými diskontinuitami.

Predpokladá sa inštalácia **90 ks tlakových snímačov** v 31 ks vrtov. Z každého snímača bude vyvedený kábel do datalogera (spolu **31 ks datalogerov**) na povrchu územia. Všetky piezometrické vrty budú po zabudovaní snímačov a kabeláže vyplnené ílovo-cementovou zálievkou. Dataloger bude umiestnený v skrinke na povrchu územia. Predpokladáme kontinuálne meranie 1x za 6 hodín. Kontinuálne meranie tlaku podzemnej vody je požadované aj počas udržiavacieho monitoringu počas 12 rokov.

2.4.4 Monitoring podzemnej vody - kvalita

A) meranie základných parametrov podzemnej vody a TP050+chem a na prameňoch a vodných zdrojoch - na vybraných sledovaných prameňoch a vodných zdrojoch sa bude sledovať kvalita podzemných vôd v zmysle predpisu TP050. Vzhľadom na fakt, že prevažná časť trasy tunela Karpaty leží v legislatívne chránených územiach, požaduje sa nasledovný rozsah stanovovaných

ukazovateľov (viď tabuľka 15): Vodivosť, teplota, pH, rozpustený kyslík, percento nasýtenia, oxidačno-redukčný potenciál, CHSK_{Mn} , NL , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , PO_4^{3-} , CO_3^{2-} , HCO_3^- , RL_{550} , RL_{105} , TOC , Ni , Cr , V , Zn , Cd , Cu , Pb , Mn , PAU , NEL_{UV} , BTEX , PCB , $\text{C}_{10} - \text{C}_{40}$.

Nad rámec rozsahu v zmysle TP050 sa požadujú nasledovné parametre: SiO_2 , Ca , Mg , K , Na , mineralizácia, $\text{KNK}_{4,5}$, $\text{KNK}_{8,3}$, $\text{ZNK}_{8,3}$, hydroxidy, voľný CO_2 , agresívny CO_2 – Heyer, agresívny CO_2 – železo, agresívny CO_2 – vápno, Langelierov index, celková tvrdosť, kyselina kremičitá, dusitany.

Predpokladá sa odber vzoriek podzemnej vody 1 x štvrťročne na **30 ks** odberných miestach. Základné parametre podzemnej vody (teplota vody, teplota vzduchu, pH, vodivosť, senzorické vlastnosti) budú merané 1 x mesačne na 20 ks merných objektov, kontinuálne meranie základných parametrov je požadované na 10 ks merných objektov viď tabuľka 36. Kontinuálne meranie základných parametrov je požadované aj počas udržiavacieho monitoringu počas 12 rokov.

Tabuľka 36 Zoznam sledovaných prameňov a vodných zdrojov v zmysle záverov EIA

označenie zdroja	súradnice		základné parametre/ 3-ročný monitoring	TP050 + chemická analýza/ 3-ročný monitoring	12 ročný udržiavací monitoring – len základné parametre - kontinuálne
	X	Y			
P-1	-573040,94	-1270790,88	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-2	-571641,73	-1271458,36	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-3	-571269,64	-1271210,35	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-4	-569811,61	-1269265,17	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-5	-570101,93	-1268075,10	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-6	-572293,96	-1272511,95	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-7	-572993,87	-1272838,25	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-8	-574364,67	-1268296,05	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-10	-571292,06	-1269578,38	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-11	-573398,81	-1270512,00	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-12	-573466,99	-1269132,39	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-13	-574201,50	-1270601,88	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-14	-570891,72	-1272405,07	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-15	-569695,75	-1270961,57	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-16	-569493,94	-1269995,25	Kontinuálne	1 x 3 mes	Kontinuálne
P-17	-570220,89	-1270665,56	Kontinuálne	1 x 3 mes	Kontinuálne
P-18	-570554,68	-1271301,54	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-19	-567982,49	-1272069,67	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-20	-568160,47	-1272305,87	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-21	-566774,83	-1271815,06	Kontinuálne	1 x 3 mes	Kontinuálne
P-22	-572820,69	-1269449,50	Kontinuálne	1 x 3 mes	Kontinuálne
P-23	-568246,96	-1271853,43	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-24	-577784,28	-1267523,70	1 x mesačne	1 x 3 mes	
P-25	-569579,02	-1270378,87	Kontinuálne	1 x 3 mes	Kontinuálne
P-26	-575362,19	-1269041,13	Kontinuálne	1 x 3 mes	Kontinuálne
P-27	-575848,00	-1268992,06	Kontinuálne	1 x 3 mes	Kontinuálne
Svätá studňa			Kontinuálne	1 x 3 mes	Kontinuálne
Pajštúnska vyvieračka			Kontinuálne	1 x 3 mes	Kontinuálne
Medené hámre			Kontinuálne	1 x 3 mes	Kontinuálne

Vysvetlivky: ☐ - požadované kontinuálne sledovanie základných parametrov

B) studne a doplnkové vrty v Marianke – zo sledovaných studní (**23 ks**) budú odoberané vzorky podzemnej vody na základný fyzikálno-chemický rozbor a minimálny rozbor pitnej vody v intervale

1 x ročne. Okrem toho zo Svätej studne, vybraných prameňov (P-25 až P-27) a troch novovytváraných pozorovacích vrtov v Marianke budú odoberané vzorky podzemnej vody na minimálny rozbor pitnej vody v intervale 1 x mesačne (viď tabuľka 37 a tabuľka 35) po dobu 3 roky.

Tabuľka 37 prehľad monitoringu kvality podzemnej vody na studniach, prameňoch a vrtoch

označenie zdroja	súradnica		poznámka	min. rozbor pitnej vody
	X	Y		
P-25	-569579,02	-1270378,87		1 x mes
P-26	-575362,19	-1269041,13		1 x mes
P-27	-575848,00	-1268992,06		1 x mes
Svätá studňa				1 x mes
T-63-HG			miesto sa upresní	1 x mes
T-64-HG			miesto sa upresní	1 x mes
T-65-HG			miesto sa upresní	1 x mes

C) Pozorovacie vrty – počas orientačnej etapy prieskumu boli v okolí Marianky vybudované pozorovacie vrty MHV-1 až MHV-12. Z týchto vrtov budú odoberané vzorky na chemické analýzy v zmysle TP050 s rozšírením. Vybrané **3 ks** vrtov budú monitorované 1 x štvrťročne, zvyšných **9 ks** vrtov bude sledovaných 1 x ročne. Rozsah analýz je uvedený v bode **A** tejto podkapitoly.

2.4.5 Monitoring stability územia

V miestach so zabudovanými inklinometrickými a inkli-no-deformometrickými vrtmi sa vykoná základné meranie po zabudovaní vrtov a dve kontrolné merania počas doby monitoringu pred výstavbou. 1. kontrolné meranie sa vykoná na konci 3 ročného monitoringu a 2. Kontrolné meranie sa vykoná na konci obdobia 12-ročného udržiavacieho monitoringu. Monitoring sa vykoná v zmysle STN EN ISO 18674-1 Geotechnický prieskum a skúšky. Geotechnický monitoring pomocou terénnych prístrojov. Časť 1: Všeobecné pravidlá.

2.5 Harmonogram prác

Harmonogram prác (tabuľky 38 a 39) odráža predpokladané tempo prieskumných prác, ale aj riešenia vstupov do chránených území (napr. CHKO NATURA 2000, pramenište Vydrice a ďalšie.) a stretov záujmov. Prieskumné a monitorovacie práce sa odporúča začať v priestore obce Marianke za účelom získanie potrebných údajov pre hydraulický model. Predpokladáme, že monitoring pred výstavbou sa začne po 1. roku priebehu IGP. **Celkovo doba IGP (26 mesiacov) + 3 ročný monitoring pred výstavbou bude predstavovať podľa našich predpokladov 48 mesiacov – 4 roky.** Po skončení uvedeného obdobia bude ešte prebiehať **12-ročný udržiavací monitoring (144 mesiacov).** Celkovo by teda práce mali zahŕňať dobu 16 rokov (192 mesiacov), z toho monitoring 15 rokov (3roky plný monitoring + 12 rokov udržiavací monitoring).

Upozorňujeme, že existujú aj klimatické obmedzenia realizácie prieskumných prác. Vzhľadom na používanie vodného vrtného výplachu a veľké dopravné vzdialenosti technologickej vody (buď dočasným povrchovým vodovodom alebo cisternovým vozidlom) **nie je možné realizovať vrtné práce pri teplote dlhodobo nižšej ako -5°C alebo pri súvislej snehovej pokrývke nad 10 cm.**

Tabuľka 38 Harmonogram prieskumných prác a monitoringu- zahŕňa etapu IGP a 1. rok monitoringu

	DRUH PRÁČ / TRVANIE (mesiace)	Mesiac																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1.	PGÚ, strety záujmov, vodoprávne konanie																										
2.	Riadenie GÚ, sledovanie, dokumentácia																										
3.	Inžinierskogeologické a hydrogeologické mapovanie																										
4.	Geofyzikálne práce																										
5.	Vrtné práce so vzorkovaním a zabudovaním snímačov																										
6.	Kopané (striefané) šachtice																										
7.	Terénne skúšky a merania																										
8.	Budovanie priepadov, osadenie klimatických staníc																										
9.	Hydrologické merania – zrážky, výdatnosti, prietoky																										
10.	Merania hladín podzemných vôd																										
11.	Hydraulický model																										
12.	Laboratórne rozbor																										
13.	Spracovanie dát z prieskumu																										
14.	Záverečná správa z prieskumu																										
15.	Monitoring pred výstavbou																										
16.	Záverečná správa z 1. roku monitoringu pred výstavbou																										

Tabuľka 39 Celkový harmonogram prác – zahŕňa etapu IGP, 3 roky monitoringu pred výstavbou a 12 rokov udržiavacieho monitoringu

	DRUH PRÁČ / TRVANIE (roky)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	Podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum																
2.	3- ročný monitoring pred výstavbou																
3.	12- ročný udržiavací monitoring pred výstavbou																

3. Záver

V predkladanom návrhu PGÚ pre Diaľnicu D4 Rača – Záhorská Bystrica (s tunelom Karpaty) boli zahrnuté všetky relevantné metódy prieskumu požadované pre podrobný IGP a monitorovacie metódy. Zoznam prieskumných prác je uvedený v tabuľkách a zobrazený na situáciách (príloha č.1 a 4).

Poloha a umiestnenie prieskumných prác sa môže meniť v závislosti od výsledkov geofyzikálnych meraní, možností prístupu vrtných zariadení a vstupov na pozemky.

Výsledky vyššie uvedených prieskumných prác budú spracované vo forme záverečnej správy v zmysle platných legislatívnych predpisov. 9/2007 Z.z. § 19 ods. 1 a vykonávacej Vyhlášky MŽP SR č.51/2008 Z.z. Jeden exemplár záverečnej správy odovzdá obstarávateľ odovzdá do archívu Odboru informatiky Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11, ktorý je poverený trvalo uchovávať geologickú dokumentáciu pre ďalšie využitie v zmysle Zákona č.59, SR č.51/2008 Z.z.

Riešiteľský kolektív STU Bratislava, katedra geotechniky:

Zodpovedný riešiteľ za inžiniersku geológiu: prof. RNDr. Miloslav Kopecký, PhD,

Zodpovedný riešiteľ za hydrogeológiu: Mgr. Peter Dobrovoda

Spoluriešitelia: doc. Mgr. Martin Ondrášik, PhD,
Prof. Ing. Jana Frankovská, PhD,

V Bratislave dňa 28.02.2025

B TECHNICKÁ ČASŤ

Zoznam použitej literatúry

- Böhm, V.: Regionálna hydrogeológia ČSSR II, (Západné Karpaty), Univerzita Komenského, Bratislava, 1983;
- Dobrovoda, T.: Záverečná správa - Marianka – hydrogeologický prieskum, Archív GEOFOND Bratislava
- Gabal, D. Rímskokatolícka cirkev, Farnosť narodenia p, Márie, Archív GEOFOND Bratislava Diaľnica D4, Ivanka Sever – Záhorská Bystrica (
- Gerenčárová, J.: Kódovanie vrto v databanku Geofondu Bratislava oblasť: Viedenská panva, Uranpres n,p,, Spišská Nová Ves, 1991, GEOFOND 76312;
- Flaková, R., Ženišová, Z., Seman, M., 2010: Chemická analýza vody v hydrogeológii, Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava,
- Flaková R., Ženišová Z., 2001: Hydrogeochemická charakteristika vybraných prameňov južnej časti Pezinských Karpát, Podzemná voda VII./ 2001 č,1, SAH Bratislava,
- Fordinál, K., et al, 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape Záhorskej nížiny 1:50 000, ŠGÚDŠ Bratislava,
- Hanzel, V., Rapant, S., Franko, O.: 2012: Vysvetlivky ku základnej hydrogeologickej mape SR 1:200 000 list 44 Bratislava, ŠGÚDŠ Bratislava,
- Házyová, K – Mikuš, F.: Záhorská Bystrica – Záhorský sídelný pás – TP, inžinierskogeologický prieskum, Stavoprojekt n,p,, Bratislava, 1979, GEOFOND 44647;
- Holko, L., Dóša, M., Michalko, J., Kostka, Z., Šanda, M, 2012: Isotopes of Oxygen-18 and Deuterium in Precipitation in Slovakia, J, Hydrol, Hydromech., 60, 2012, 4, 265-276 DOI: 10,2478/v10098-012-0023-2 ISSN 0042-790X Malík, P., Michalko, J., Rapant, S, a Scherer, S., 2000: Izotopy síry v zimných zrážkach na území Slovenska, Podzemná voda VI./2000 č, 2, s, 174-184
- Holzer, R., Laho M., Wagner, P., Bednárík, M., 2009: Inžinierskogeologický atlas hornín Slovenska, ŠGÚDŠ, Bratislava
- Jalč, D, et al, 1989: Záverečná správa – Marianka – školské ihrisko, Archív GEOFOND Bratislava
- Jendraššák, E, et al, 1980: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HM-1 v Marianke, Archív GEOFOND Bratislava,
- Jendraššák, E.: Marianka - vyhodnotenie HGP vrtu HM - 1, účel: pre požiarne účely a ako zdroj pitnej vody, hydrogeologický prieskum, Vodné zdroje Bratislava n,p,, Bratislava, 1980, GEOFOND 49463;
- Jetel J., 1982: Určování hydraulických parametrů hornin hydrodynamickými zkouškami ve vrtech, Ústřední ústav geologický v Akademii, nakladatelství Československé akademie věd, 1982, 248 s,
- Kantor, J., Ďurkovičová, J., Eliáš, K., Rybár, M., Garaj, M., Ferenčíková a E., Hašková, A, 1982: Genetická charakteristika evaporitov Západných Karpát podľa izotopov síry, Manuskript, archív ŠGÚDŠ, Bratislava, 145 s,
- Kantor, J., Ďurkovičová, J., Michalko, J., 1989: Izotopový výskum hydrogenetických procesov II, časť, Manuskript, archív GÚDŠ Bratislava,
- Kadnár, R. – Bíl, M. – Bajo, I. – Vrána, K.: Záverečná správa – Krištalinikum a mezozoikum JV časti Pezinských Karpát, Archív Geofondu, Bratislava, 1997;
- Klúz, M, – Klúz, M, – Krčmář, D, – Komoň, J, – Daniel, S, – Kultán, V, – Pandula, B, – Kondela, J, – Potyš, Z, – Sopková, B, – Knietel, M,: Doplnkové prieskumné práce k orientačnému inžinierskogeologickému a hydrogeologickému prieskumu D4 Bratislava, Rača – Záhorská Bystrica, Doplnkový hydrogeologický prieskum, HydroGEP, s,r,o,, Sliač, 2019, GEOFOND 98656;
- Klúz, M, – Klúz, M, – Krčmář, D, – Komoň, J, – Giertl, M, – Potyš, Z, – Maťo, Ľ, – Osláč, J, – Knietel, M, – Pašiaková, M,: Technická štúdia a orientačný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum pre stavbu diaľnice D4 Bratislava, Rača – Záhorská Bystrica, Orientačný

- inžinierskogeologický prieskum a vyhľadávací hydrogeologický prieskum, HydroGEP, s,r,o., Sliač, 2015, GEOFOND 94082;
- Kuvík, M., – Lenková, M., – Bednárík, M., – Putiška, R., – Solčiansky, R., – Krčmář, D., – Dostál, I., – Kušnírák, D., – Drusa, M., – Surový, D., – Hermann, L.: Diaľnica Bratislava, Ivánka sever – Rača, podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum, CAD-ECO a,s, Bratislava, 2015, GEOFOND 94270;
 - Madrás, J., Gargulák, M., Šoltés, S, et al., 2013: Bridlicová štôlna v Marianskom údolí, jediné zachovalé banské dielo na ťažbu bridlice na Slovensku, Montanarevue 1/2013, Združenie baníckych spolkov a cechov Slovenska, Bratislava,
 - Malík, P., Michalko, J., Rapant, S., Scherer, S, 2000: Izotopy síry v zimných zrážkach na území Slovenska, Podzemná voda VI./2000 č. 2, 174-184,
 - Mašlár, E., – Mašlárová, I., – Lučivjanský, L.: Diaľnica D2 – križovatka Stupava – Juh, orientačný inžinierskogeologický prieskum, URANPRES, s,r,o., Spišská Nová Ves, 2003, GEOFOND 84827;
 - Michalko, J., 2004: Používanie údajov o izotopovom zložení síry pri interpretácii genézy podzemnej vody, Podzemná voda č. 1 / 2004, Slovenská asociácia hydrogeológov, Bratislava, s 115-125
 - Michalko, J, 1998: Izotopová charakteristika podzemných vôd Slovenska, Kandidátska dizertačná práca, SAV, Bratislava, 94 s,
 - Michalko, J., Ďurkovičová, J., Rúčka, I., Kovářová, A., Malík, P., Sládková, M., Ferenčíková, E., Harčová, E, 1993: Izotopový výskum genézy podzemných vôd, Manuskript, archív odboru informatiky ŠGÚDŠ Bratislava, 1993,
 - Mikuš, F.: Mariánka - ZS a RR bod, podrobný inžinierskogeologický prieskum, IGP-Dr,Mikuš, Bratislava, 2004, GEOFOND 85001;
 - Modlitba, I., – Sýkorová, M., – Sotrák, J.: Križovatka Stupava – Juh na diaľnici D2, Podrobný inžinierskogeologický prieskum, TerraTest, s,r,o., Bratislava, 2006, Archív NDS a,s,
 - Nahálka, 1988: Záverečná správa Marianka II – PP stavebný kameň, Archív GEOFOND Bratislava,
 - Némethyová M., 1981: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HB-1 na lokalite Borinka, Archív GEOFOND Bratislava,
 - Némethyová, M., – Bukovská, E., – Tadanaiová, H.: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu na lokalite Stupava - obaľovačka, HGP, účel: overenie možnosti získania vodného zdroja pre potreby strediska obaľovačky TSMB, Podrobný hydrogeologický prieskum, Vodné zdroje Bratislava n,p., 1982, GEOFOND 53038;
 - Ondrus, P., 2013: Podzemie Malých Karpát, Spolok pre montánny výskum, Bratislava
 - Plašienka D., 1999: Tektonochronológia a paleotektonický model jursko-kriedového vývoja centrálnych Západných Karpát VEDA – vydavateľstvo SAV Bratislava,
 - Plašienka D., 1987: Litologicko-sedimentologický a paleontologický charakter borinskej jednotky v Malých Karpatoch, Mineralia slovaca, 19/1987,3,217-230,
 - Polák M., et al., – 2011: Geologická mapa Malých Karpát, M 1:50 000, ŠGÚDŠ Bratislava,
 - Pospiechová, O., 2006: Záverečná správa – Hydrogeologický prieskum v pútnickom údolí v Marianke, Archív GEOFOND Bratislava,
 - Pospiechová, O., 2004: Návrh ochranného pásma vodárenského zdroja Svätá studňa v Marianke, Archív GEOFOND Bratislava,
 - Senko, D.: Záhradkárská osada Lintavy a obec Stupava, Marianka a Lozorno - správa zo strojne vrtaných zdrojov vody, hydrogeologický prieskum, GESEN s,r,o., Holíč, 2002, GEOFOND 83947;
 - Senko, D.: Správa zo strojne vrtaných zdrojov vody, Archív GEOFOND Bratislava,
 - Senko, D, 1999: Mariánka – výstavba nových rodinných domov, Stupava - záhradkárská osada Lintava – hydrogeologický prieskum, Archív GEOFOND Bratislava,
 - Senko, D, 1998: Mariánka – výstavba nových rodinných domov, Stupava - záhradkárská osada Lintava – hydrogeologický prieskum, Archív GEOFOND Bratislava,
 - Šebesta, I., – Putiška, R., a kol., 2012: Záverečná správa - Marianka – Diaľnica D4 Bratislava, Rača,

- Záhorská Bystrica, Svätá studňa v Marianke, Archív NDS, a,s,
- Šikula T., et al, 2010: Diaľnica D4, Ivanka sever – Záhorská Bystrica, Správa o hodnotení činnosti podľa § 31 zákona Č. 24/2006 Z. Z., o posudzovaní vplyvov na životné prostredie v platnom znení, Archív NDS, a,s,
 - Šuba J., a kolektív, 1984: Hydrogeologická rajonizácia Slovenska, 2, vydanie, Slovenský hydrometeorologický ústav, 1984, 310s,
 - Žabková, E., – Lenková, M., – Méry, V., – Fričková, M., – Urbaník, J., – Putiška, R., – Gejdoš, T., – Svrčková, A., – Kováčik, J.: Diaľnica D4 Ivanka sever – Rača, orientačný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum, INGEO-ighp, s,r,o., Žilina, 2014, GEOFOND 94039;

Použité normy a metodiky

- Bohyník, J., Groma, B.: Metodická príručka 32, Stanovenie pretvárných charakteristík hornín pod zaťažovacou doskou, IGHP, š.p., Žilina, 1990;
- Bohyník, J., Groma, B., et al.: Modernizácia poľných zaťažovacích skúšok s prihliadnutím na požiadavky ich analytického vyhodnotenia, IGHP n.p., Žilina, rezortná výskumná úloha SGÚ G-158-07, Bratislava, 1983;
- Bohyník, J., Groma, B., et al.: Racionalizácia prípravy a merania pri poľných skúškach pevnosti a pri zvláštnych deformačných skúškach, IGHP n.p., Žilina, rezortná výskumná úloha SGÚ G-158-08, Bratislava, 1983;
- STN EN ISO 14688-1: Geotechnický prieskum a skúšky, Pomenovanie a klasifikácia zemín, Časť 1: Pomenovanie a opis zemín,
- STN EN ISO 14689-1: Geotechnický prieskum a skúšky, Pomenovanie a klasifikácia skalných hornín, Časť 1: Pomenovanie a opis,
- STN 73 1001 Zakladanie stavieb, Základová pôda pod plošnými základmi, 1987
- STN 73 0090 Zakladanie stavieb, Geologický prieskum pre stavebné účely, 1962
- STN 73 0190 Statická zaťažovacia skúška podložia a podkladových vrstiev vozoviek, 1993
- EN ISO 33 476-13 Plane loading test (zaťažovacia skúška doskou), 1993
- STN EN 14689-1 Geotechnický prieskum a skúšky Pomenovanie a klasifikácia skalných hornín, Časť 1: Pomenovanie a opis,
- STN 72 1001 Klasifikácia zemín a skalných hornín
- STN EN ISO 22475-1 Geotechnický prieskum a skúšky, Metódy odberu vzoriek a meranie hladín podzemnej vody, Časť 1: Technické zásady vykonávania.
- STN 72 1002 Klasifikácia zemín pre dopravné stavby
- STN EN1998-1/NA Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť
- STN 73 3050 Zemné práce
- TP 7/2008 - Vykonávanie inžinierskogeologického prieskumu pre cestné stavby. Ministerstvo dopravy pôšt a telekomunikácií SROV. Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií
- TP 03/2015 - Inžinierskogeologický prieskum pre tunely. Ministerstvo dopravy pôšt a telekomunikácií SR. Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií
- TKP 35/2016 - Geotechnický monitoring pre objekty líniových častí pozemných komunikácií. Ministerstvo dopravy pôšt a telekomunikácií SR. Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií
- TP 050 - Monitoring vplyvu cestných komunikácií na životné prostredie. Ministerstvo dopravy a výstavby SR. Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií
-

Použité mapy

- Bezák, V. et al.: Vysvetlivky k Prehľadnej geologickej mape Slovenskej republiky, 1:200 000, ŠGÚDŠ Bratislava, 2009. Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky M 1:200 000, ŠGÚDŠ Bratislava;
- Polák M., et al. – 2011: Geologická mapa Malých Karpát. M 1:50 000, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Hanzel, V., Rapant, S., Franko, O.: 2012: Vysvetlivky ku základnej hydrogeologickej mape pre SR 1:200 000 list 44 Bratislava. ŠGÚDŠ Bratislava.
- „Geologická mapa Slovenska M 1:50 000 [online]. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2013. Dostupné na internete: <https://app.geology.sk/gm50>“.

Obsah

A GEOLOGICKÁ ČASŤ	1
1. Všeobecná časť	1
1.1 Identifikačné údaje	1
1.2 Úvod	1
1.3 Stručná charakteristika prírodných pomerov	2
1.3.1 Geomorfologické pomery	3
1.3.2 Klimatické pomery	5
1.3.3 Geologická stavba území	7
1.3.4 Tektonická stavba	11
1.3.5 Inžinierskogeologické pomery	12
1.3.6 Geodynamické javy	15
1.3.7 Hydrogeologická charakteristika	16
1.3.8 Hydrologická charakteristika	18
1.4 Seizmicita územia	20
1.5 Legislatívne chránené územia	20
1.6 Znečistenie horninového prostredia	24
1.7 Žiarenie z prírodných zdrojov a radónové riziko	27
1.8 Ložiská nerastných surovín, staré banské diela a poddolované územia	27
1.8.1 Ložiská nerastných surovín	27
1.8.2 Staré banské diela a poddolované územia	28
1.9 Geologická preskúmanosť územia	33
1.9.1 Východná predportálová oblasť	33
1.9.2 Oblasť od západného razeného portálu po koniec úseku	33
1.9.3 Oblasť razenej časti tunela Karpaty	34
2. Podrobná časť	35
2.1 Požiadavky investora na podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum (pIGHP) pre dokumentáciu na stavebné povolenie (DSP) a cieľ prieskumných prác	35
2.2 Požiadavky na monitoring podzemných a povrchových vôd	35
2.2.1 Požiadavky na monitoring vôd v zmysle záverečného stanoviska MŽP SR č.: 48/2022-1.7/ac, 21563/2022	36
2.2.2 Špecifické požiadavky na monitoring vôd objednávateľa :	38
2.3 Rozsah a metodika prieskumných prác	45
2.3.1 Technické práce – realizácia prieskumných vrtov a banských diel	45
2.3.2 Geotechnické skúšky	53
2.3.3 Hydrodynamické skúšky	55
2.3.4 Geofyzikálne práce	56
2.3.5 Vzorkovacie a laboratórne práce	58
2.3.6 Hydrogeologické práce	63
2.3.7 Geodetické práce	64
2.3.8 Práce geologickej služby	65
2.4 Monitoring vôd	65
2.4.1 Monitoring povrchových vôd - kvantita	66
2.4.2 Monitoring povrchových vôd - kvalita	67
2.4.3 Monitoring podzemných vôd – kvantita	68
2.4.4 Monitoring podzemnej vody - kvalita	69
2.4.5 Monitoring stability územia	71
2.5 Harmonogram prác	71

3. Záver	73
B TECHNICKÁ ČASŤ	74
Zoznam použitej literatúry	75
Použité normy a metodiky	77
Použité mapy	78

Prílohy

Textové prílohy:

Príloha A – Pasportizácia hydrogeologických vrtov z predchádzajúcej etapy prieskumu ku dňu 23.1. 2025

Tabuľkové prílohy:

Príloha B – Popis položiek pre špecifikáciu ceny geologických prác

Príloha C - Špecifikácia ceny geologických prác

Mapové prílohy :

Príloha č. 1 Situácia navrhovaných prieskumných a monitorovacích bodov – tunelová časť – M= 1:10 000

Príloha č. 2 Situácia navrhovaných prieskumných a monitorovacích bodov – oblasť západného portálu – M= 1:5 000

Príloha č. 3 Situácia navrhovaných prieskumných a monitorovacích bodov – oblasť východného portálu – M= 1:2 000

Príloha č. 4 Situácia navrhovaných prieskumných a monitorovacích bodov – oblasť križovatka Stupava - Juh – na diaľnici D2- M= 1:5 000

Zoznam tabuliek

Tabuľka 1 Geomorfologická rajonizácia.....	3
Tabuľka 2 Základné klimatické charakteristiky – stará klasifikácia (Quitt, 1971).....	5
Tabuľka 3 Priemerné mesačné teploty vzduchu v °C zo stanice (Bratislava - Koliba) Zdroj: <i>www.shmu.sk</i>	6
Tabuľka 4 Dlhodobé priemerné mesačné úhrny zrážok v mm (Bratislava - Koliba) za obdobie 1961 - 2010.....	7
Tabuľka 5 Kumulované mesačné úhrny atmosférických zrážok v mm (Bratislava - Koliba).....	7
Tabuľka 6 Zoznam najbližších vodomerných staníc v okolí oblasti prieskumu	19
Tabuľka 7 Charakteristika skládok odpadov v okolí východného portálu tunela Karpaty... ..	24
Tabuľka 8 Charakteristika skládok odpadov v okolí západného portálu tunela Karpaty	24
Tabuľka 9 Charakteristika environmentálnych záťaží v okolí východného portálu tunela Karpaty	25
Tabuľka 10 Charakteristika environmentálnych záťaží v okolí západného portálu tunela Karpaty	26
Tabuľka 11 Radónové riziko z geologického podložia	27
Tabuľka 12 Ložiská nevyhradeného nerastu	28
Tabuľka 13 Výhradné ložiská a ložiská s dobývacím priestorom.....	28
Tabuľka 14 Staré banské diela	29
Tabuľka 15 Požadovaný rozsah terénnych a laboratórnych stanovení prvkov kvality v zmysle TP 050:	41
Tabuľka 16 Rozsah stanovení/parametrov pre chemickú analýzu podzemných vôd+TP050 a povrchovú vodu rozšírenie rozsahu z TP050.....	41
Tabuľka 17 Frekvencie vykonávania prác monitoringu počas 3 ročného monitoringu pred výstavbou ako aj následného 12-ročného udržiavacieho monitoringu. Označenia objektov sú prebraté z orientačného inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu (Klúz et al., 2015 a 2019).....	42
Tabuľka 18 Celkový prehľad vrtných prác.....	45
Tabuľka 19 Prehľad navrhovaných vrtov jednoduchou jadrovnicou s TK korunkou.....	46
Tabuľka 20 Prehľad navrhovaných vrtov dvojitou jadrovnicou v úseku km 0,000 – 0,600.....	49
Tabuľka 21 Prehľad navrhovaných vrtov dvojitou jadrovnicou v úseku km 0,600 – 4,000.....	49
Tabuľka 22 Prehľad navrhovaných vrtov dvojitou jadrovnicou v úseku km 4,000 – 7,000.....	50
Tabuľka 23 Prehľad navrhovaných vrtov dvojitou jadrovnicou v úseku km 7,000 – 9,000.....	51
Tabuľka 24 Prehľad navrhovaných vrtov dvojitou jadrovnicou v úseku km 9,000 – 11,000	51
Tabuľka 25 Prehľad navrhovaných vrtov jednoduchou jadrovnicou s TK korunkou.....	52
Tabuľka 26 Prehľad navrhovaných šachtíc s rozrážkami	53
Tabuľka 27 Prehľad typov kvality a kategórií odberov vzoriek zemín a hornín	59
Tabuľka 28 Prehľad navrhovaných laboratórnych prác mechaniky zemín	60
Tabuľka 29 Prehľad navrhovaných laboratórnych prác mechaniky hornín	61
Tabuľka 30 Prehľad navrhovaných laboratórnych prác mineralógie, petrografie a stratigrafie	63
Tabuľka 31 Zoznam navrhovaných merných priepadov na sledovanie prietokov	66
Tabuľka 32 Zoznam vodomerných staníc, ktorých údaje budú zahrnuté do programu monitoringu	66
Tabuľka 33 Zoznam sledovaných prameňov v zmysle záverov EIA	67
Tabuľka 34 Zoznam navrhovaných odberných bodov na vzorkovanie kvality povrchových	

vôd	68
Tabuľka 35 Zoznam sledovaných domových studní v zmysle záverov oIGHP (Klúz et al., 2015).....	69
Tabuľka 36 Zoznam sledovaných prameňov a vodných zdrojov v zmysle záverov EIA	70
Tabuľka 37 prehľad monitoringu kvality podzemnej vody na studniach, prameňoch a vrtoch	71
Tabuľka 38 Harmonogram prieskumných prác a monitoringu- zahŕňa etapu IGP a 1. rok monitoringu	72
Tabuľka 39 Celkový harmonogram prác – zahŕňa etapu IGP, 3 roky monitoringu pred výstavbou a 12 rokov udržiavacieho monitoringu	72

Zoznam obrázkov

Obrázok 1 Výrez z mapy klimatických oblastí (Lapin et al. in Atlas krajiny SR, 2002)	6
Obrázok 2 Výrez zo základnej geologickej mapy SR 1 : 50 000 (zdroj: www.geology.sk).11	
Obrázok 3 Legislatívne chránené územia – prehľadná situácia vo vzťahu k trase tunela..22	
Obrázok 4 Mapa zraniteľnosti kvality podzemnej vody VZ Pajštúnska vyvieračka v oblasti PHO prameňov.....23	
Obrázok 5 Pásma hygienickej ochrany II. stupňa na vodárenských zdrojov Pod hradom (Malý a Veľký), Volavec, Medené Hámre a Pajštúnska vyvieračka.23	
Obrázok 6 Záujmové územie - výrez Mapy skládok z registra Geofondu (podľa apl.geology.sk).....24	
Obrázok 7 Záujmové územie - výrez Mapy skládok z registra Geofondu (podľa apl.geology.sk) s číslom ID objektu na západnej časti územia25	
Obrázok 8 Záujmové územie - výrez z Mapy environmentálnych záťaží s identifikátorom (https://envirozataze.enviroportal.sk), východná časť územia.....26	
Obrázok 9 Záujmové územie - výrez z Mapy environmentálnych záťaží s identifikátorom (https://envirozataze.enviroportal.sk), západná časť územia27	
Obrázok 10 Banícka činnosť v Malých Karpatoch (zdroj: Ondruš, 2013).....29	
Obrázok 11 Registrované staré banské diela v oblasti Marianky a Borinky (zdroj: www.geology.sk).....30	
Obrázok 12 Pinga – Veľká Baňa.....31	
Obrázok 13 Podpovrchová dobývka – Veľká Baňa.....31	
Obrázok 14 Halda štôlne Lipníky v katastri obce Stupava.....32	
Obrázok 15 Pingové pole na staničení 4,500 km.....33	
Obrázok 16 Pingové pole na staničení 3,900 km.....33	

**Pasportizácia hydrogeologických vrtov
z predchádzajúcej etapy prieskumu ku
dňu 23.1.2025**

Príloha A

Príloha A – Pasportizácia hydrogeologických vrtov z predchádzajúcej etapy prieskumu ku dňu 23.1. 2025

Označenie vrtu	existencia vrtu	stav vrtu, uzamknutie	nameraná HPV (m od pažnice)	možnosť opravy a monitorovania
MHV-6	nájdený	plastový vrchnák zlomený, vrt zahádzaný	nemeraná	Je možné, že upchatie je iba vo vrchnej časti
MHV-4	nájdený	Funkčný, uzamknutý imbus	4,33	vhodný na monitoring
MHV-3	nájdený	Funkčný, uzamknutý imbus	9,06	vhodný na monitoring
MHV-9	nájdený	uzamknutý zátkou	nemeraná	vhodný na monitoring po skontrolovaní
MHV-10	nájdený	uzamknutý zátkou	nemeraná	vhodný na monitoring po skontrolovaní
MHV-8	nenájdený			asi zahádzaný konármi
MHV-7	nájdený	Funkčný, uzamknutý imbus	4,25	vhodný na monitoring
MHV-11	nájdený	Funkčný, neuzamknutý imbus	13,49	vhodný na monitoring
MHV-12	nájdený, je na inom mieste	Funkčný, neuzamknutý imbus, chýba vrchnák	suchý - do 24,2m	vhodný na monitoring, treba premerať pásom hlbokým 80m
MHV-1	nájdený	Funkčný, neuzamknutý imbus	11,03	vhodný na monitoring
MHV-2	nájdený	Funkčný, neuzamknutý imbus, chýba vrchnák	25,35	vhodný na monitoring

MHV-6



MHV-4



MHV-3



MHV-9



MHV-10



MHV-7



MHV-11



MHV-12



MHV-1



MHV-2



Príloha B - Špecifikácia ceny geologických prác

Príloha B

Stavba: Diaľnica D4 Bratislava Rača - Záhorská Bystrica

Špecifikácia ceny geologických prác

Príloha B

Podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum a monitoring bôd

Časť	číslo položky	Druh prác	m.j.	počet m. j.	Cena za m.j. v € bez DPH	Celková cena v € bez DPH
A		Terénne práce				- €
		Vrtné a banské práce				- €
	1	Jadrový vrt jednoduchou jadrovkou nasucho s TK korunkou vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania a spätnej úpravy terénu a dopravy, 51 ks hĺbka do 25 m	m	557		
	2	Jadrový vrt jednoduchou jadrovkou nasucho s TK korunkou zabudovaný ako inklinometrický pozorovací vrt vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, označenia vrtu tyčou min. 1,5 m vysokou, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, vzorkovania a spätnej úpravy terénu a dopravy, 9 ks hĺbka do 40 m	m	295		
	3	Jadrový vrt jednoduchou jadrovkou nasucho s TK korunkou zabudovaný ako inklinodeformetrický pozorovací vrt vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, označenia vrtu tyčou min. 1,5 m vysokou, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania a spätnej úpravy terénu a dopravy, 6 ks hĺbka do 60 m	m	235		
	4	Jadrový vrt jednoduchou jadrovkou nasucho s TK korunkou zabudovaný ako otvorený pozorovací HG vrt vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, označenia vrtu tyčou min. 1,5 m vysokou, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, spätnej úpravy terénu a dopravy, 13 ks hĺbka do 30 m	m	306		
	5	Jadrový vrt jednoduchou jadrovkou nasucho s TK korunkou pre realizáciu presiometrických skúšok vrátane prípravných prác a dopravy, zariadenia staveniska, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania a spätnej úpravy terénu, 14 ks hĺbka do 35 m	m	220		
	6	Jadrový vrt dvojitou ťažiteľnou jadrovkou (WireLine) s diamantovou korunkou a vodným výplachom zabudovaný ako otvorený hydrogeologický pozorovací vrt vrátane prípravných prác, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, tesnenia zhlaví vrtu a spätnej úpravy terénu, 28 ks hĺbka do 300 m	m	5 309		
A1	7	Jadrový vrt dvojitou ťažiteľnou jadrovkou (WireLine) s diamantovou korunkou a vodným výplachom zabudovaný ako inklinometrický pozorovací vrt vrátane prípravných prác, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, injektáže a spätnej úpravy terénu, 2 ks hĺbka do 30 m	m	60		
	8	Jadrový vrt dvojitou ťažiteľnou jadrovkou (WireLine) s diamantovou korunkou a vodným výplachom zabudovaný ako inklino-deformetrický pozorovací vrt vrátane prípravných prác, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, injektáže a spätnej úpravy terénu, 4 ks hĺbka do 50 m	m	150		

	9	Jadrový vrt dvojitou ťažiteľnou jadrovkou (WireLine) s diamantovou korunkou a vodným výplachom zabudovaný ako uzavretý multietážový piezometrický vrt vrátane prípravných prác, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, injektáže a spätnej úpravy terénu, 25 ks hĺbka do 305 m	m	4 343		
	10	Šikmý jadrový vrt dvojitou ťažiteľnou jadrovkou (WireLine) s diamantovou korunkou a vodným výplachom zabudovaný ako uzavretý multietážový piezometrický vrt vrátane prípravných prác, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, injektáže a spätnej úpravy terénu, 12 ks hĺbka do 350 m, sklon 30 - 40°	m	3 341		
	11	Zvislý bezjadrový vrt, zabudovaný ako čerpacia studňa , vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, označenia vrtu tyčou min. 1,5 m vysokou a spätnej úpravy terénu, 6 ks hĺbka do 295 m	m	1 345		
	12	Jadrové vrtý jednoduchou jadrovkou s TK korunkou na realizáciu vsakovacích skúšok s dočasným zabudovaním, vrátane priprav. prác, zariadenia staveniska, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, spätnej úpravy terénu a dopravy, 7 ks hĺbka do 5 m	m	25		
	13	Strieľaná rozrážka na dne šachtice pre realizáciu geotechnických skúšok, pažená, vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, spätnej úpravy terénu a dopravy - 3 ks	m	45		
	14	Strieľaná šachtica, pažená, hĺbka do 30 m, vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, spätnej úpravy terénu a dopravy - 3 ks	m	90		
A2		Hydrogeologické práce a práce spojené s HG monitoringom				- €
	15	Pasportizácia jestvujúcich domových studní v trase navrhovanej diaľnice v šírke minimálne 250 m od osi na obidve strany	kpl	1		
	16	Hydrogeologické mapovanie povrchu územia v trase navrhovaného tunela v šírke 3000 m od osi na obidve strany, vrátane zostavenia účelovej hydrogeologickej mapy záujmového územia	kpl	1		
	17	Vybudovanie vodomernej stanice na vodnom toku (prieпад) vrátane povoľovacích procesov, stavebných úprav, dopravných nákladov a osadenia kontinuálneho snímača na sledovanie prietokov	ks	21		
	18	Úprava odberných miest / záchytov podzemných vôd (pramene) pre odber vzoriek a meranie výdatnosti	ks	30		
	19	Piezometrické snímače tlaku podzemnej vody do uzavretého piezometrického vrtu, vrátane kalibračných listov, kabeláže a montáže	ks	90		
	20	Datalogger pre piezometrické vrtý s uzatvoreným systémom merania tlaku podzemnej vody, vrátane výmeny pre udržiavací monitoring	ks	34		
	21	Levellogger pre automatické meranie hladiny a teploty podzemnej vody v otvorených piezometroch, vrátane dodania a montáže (47 ks pre novovybudované vrtý, 12 ks jestvujúcich vrtov z oIGHP MHV-1 až MHV-12) x 3 z dôvodu výmeny	ks	177		
	22	Prietokomery, dodanie a montáž, s kontinuálnym záznamom dát pre sledovanie výdatnosti, teploty, el. vodivosti a pH pre jestvujúce vodné zdroje a pramene (VZ Pajštúnska vyvieracia, VZ Medené hámre, Svätá studňa, P-25, P-26, P-27, P-16, P-17, P-21, P-22)	ks	10		
	23	Hydrometrovanie povrchových vodných tokov s cieľom kalibrácie vodomerných prieпадov (21 prieпадov - kalibrácia 4x ročne počas 4 rokov) v prípade nevybudovania prieпадov 12x ročne	profil	1 008		
	24	Meteorologická stanica na sledovanie úhrnov zrážok a teploty vzduchu pre stanovenie denných úhrnov zrážok a priemerných denných teplôt - dodanie a montáž	ks	3		

A3		Monitoring vykonávanie meraní - 3 roky				- €
	25	Kontrolné merania na inklinometrických vrtoch (0. etapa a 2-krát kontrolné merania)	m	1 065		
	26	Kontrolné merania na inkli-no-deformetrických vrtoch (0. etapa a 2-krát kontrolné merania)	m	1 155		
	27	Merania hladiny podzemnej vody v otvorených hydrogeologických vrtoch, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (47 nových vrtov a 12 vrtov z etapy oIGHP, celkovo 59 ks vrtov)	meranie	708		
	28	Meranie tlaku podzemnej vody v uzavretých piezometrických vrtoch, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (90 snímačov tlaku podzemnej vody na 31 vrtoch)	meranie	1080		
	29	Meteorologická stanica - zber dát a vyhodnotenie	mes	45		
	30	Meranie prietokov na povrchových vodných tokoch prostredníctvom vodomerných priepadov, kontinuálny snímač - zber dát (teplota, el. vodivosť) a vyhodnotenie (21 ks priepadov)	meranie	252		
	31	Meranie prietokov, teploty, el. vodivosti a pH pre jestvujúce vodné zdroje a pramene, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (VZ Pajštúnska vyvieracia, VZ Medené hámre, Svätá studňa, P-25, P-26, P-27, P-16, P-17, P-21, P-22) - 10 objektov	meranie	120		
	32	Meranie prietokov, teploty, el. vodivosti a pH na vybraných prameňoch, bodové meranie a vyhodnocovanie (20 prameňov z oIGHP + výber 10 ks novo vymapovaných prameňov)	meranie	1 350		
	33	Meranie hladiny podzemnej vody v domových studniach (S-1 až S-22 podľa oIGHP - 23 ks),bodové meranie a vyhodnocovanie	meranie	1 035		
	34	Odber a analýza kvality povrchovej vody upravenej podľa TP 050 (VS-01_Javorník, VS-05_Mariánsky potok, VS-07_Hajdúšsky jarok, SHMÚ 5130 Vydrica - Spariská, VS-10_Vydrica, OB-01_Šúrsky kanál)	ks	216		
	35	Odber a minimálna analýza vzoriek pitnej vody zo zdrojov Svätá studňa, P-25, P-26, P-27 a vrty T-63-HG, T-64-HG a T-65-HG (6 ks 1x za mesiac) a z domových studní S-1 až S-22 (23 ks 1x za rok)	ks	285		
	36	Odber a rozbor kvality vody pre výpočet chemickej analýzy + TP050 pre pramene P-1 až P-8, P-10 až P-27, Svätá studňa, 3 vybrané MHV vrty a vodárenské zdroje Pajštúnska vyvieracia a Medené Hámre vrátane odberu vzorky vody - interval 1 x za 1/4 roka	ks	372		
	37	Odber a rozbor kvality vody pre výpočet chemickej analýzy + TP050 pre 9 MHV vrtov - interval 1x za rok	ks	36		
	38	Servis a údržba meracích zariadení - počas 3-ročného monitoringu - údržba vrtov, výmena batérií, datalogerov, čistenie priepadov	mes	45		
		Monitoring vykonávanie meraní - udržiavací monitoring 12 rokov				- €
	39	Merania hladiny podzemnej vody v otvorených hydrogeologických vrtoch, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (47 nových vrtov a 12 vrtov z etapy oIGHP, celkovo 59 ks vrtov)	meranie	1416		
	40	Meranie tlaku podzemnej vody v uzavretých piezometrických vrtoch, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (90 snímačov tlaku podzemnej vody na 31 vrtoch)	meranie	2160		
	41	Meteorologická stanica - zber dát a vyhodnotenie	mes	144		

	42	Meranie prietokov na povrchových vodných tokoch prostredníctvom vodomerných priepadov, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (21 ks priepadov)	meranie	504		
	43	Meranie prietokov, teploty, el. vodivosti a pH pre jestvujúce vodné zdroje a pramene, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (VZ Pajštúnska vyvieracia, VZ Medené hámre, Svätá studňa, P-25, P-26, P-27, P-16, P-17, P-21, P-22) 10 objektov	meranie	480		
	44	Servis a údržba meracích zariadení počas 12 ročného obdobia monitoringu	mes	144		
		Geofyzikálne práce				- €
	45	Geoelektrické merania multielektrodovým systémom (ERT) v kombinácii s odporovým profilovaním (SOP) a vertikálnou elektrickou sondážou (VES) - priemerný náklad s vyhodnotením	m	30 000		
	46	Seizmické metódy - plytká refrakčná seizmika IS - priemerný náklad s vyhodnotením	m	1 000		
A4	47	Seizmické metódy - reflexná seizmika RXS - priemerný náklad s vyhodnotením	m	3 500		
	48	Karotážne metódy - metóda nálevu - priemerný náklad s vyhodnotením	m	2 500		
	49	Karotážne metódy - ostatné metódy - priemerný náklad s vyhodnotením	m	13 203		
		Ostatné práce				- €
A5	50	Vybudovanie a úprava prístupových ciest vrátane spätnej úpravy	m	20 000		
	51	Zabezpečenie vstupov na pozemky, riešenie stretov, vytýčenie podzemných sietí, povoľovacie procesy a pod.	hod	640		
B		Laboratórne práce a poľné skúšky				- €
		Mechanika zemín				- €
	52	zeminy - porušené vzorky - klasifikačný rozbor pre zatriedenie podľa STN 72 1001	ks	440		
	53	zeminy - neporušené vzorky - klasifikačný rozbor pre zatriedenie podľa STN 72 1001 + merná hmotnosť + objemová hmotnosť	ks	310		
	54	zeminy - technologické vzorky - klasifikačný rozbor pre zatriedenie podľa STN 72 1001 + merná hmotnosť	ks	45		
	55	zeminy - stanovenie obsahu organických látok	ks	15		
	56	zeminy - stanovenie obsahu uhličitánov	ks	15		
	57	zeminy - stlačiteľnosť s rekonsolidáciou (2 rekonsolidačné + 4 zaťažovacie + 1 odľahčovací stupeň)	ks	45		
	58	zeminy - stanovenie časového súčiniteľa konsolidácie, cv (1 zaťažovací stupeň)	ks	25		
	59	zeminy - stanovenie napúšťacieho tlaku v oedometri	ks	10		
B1	60	zeminy - presadavosť	ks	10		
	61	zeminy - bobtnavosť (napúšťavosť)	ks	10		
	62	zeminy - krabicová šmyková skúška (vrcholová šmyková pevnosť)	ks	100		
	63	zeminy - krabicová šmyková skúška (vrcholová a reziduálna šmyková pevnosť)	ks	10		
	64	zeminy - triaxiálna šmyková skúška UU	ks	25		

	65	zeminy - pevnosť v prostom tlaku (3 valčeky)	ks	50		
	66	zeminy - priepustnosť jemnozrnných zemín v triax. komore	ks	20		
	67	zeminy - stanovenie pomeru únosnosti CBR zemín, bez sýtenia	ks	45		
	68	zeminy - zhutniteľnosť súdržných zemín Proctor standard	ks	45		
	69	zeminy - zhutniteľnosť nesúdržných zemín (ID) - skúška min. a max. objemovej hmotnosti	ks	45		
B2		Mechanika skalných hornín				- €
	70	skalné horniny - fyzikálne vlastnosti (vlhkosť, objemová a merná hmotnosť, nasiakavosť (min. 48h)	ks	860		
	71	skalné horniny - mrazuvzdornosť	ks	50		
	72	skalné horniny - pevnosť v prostom tlaku (3 valčeky)	ks	280		
	73	skalné horniny - pevnosť v priečnom ťahu (3 valčeky)	ks	100		
	74	skalné horniny - metóda razníkov	ks	50		
	75	skalné horniny - pretvárne vlastnosti 3 cykly - modul pružnosti, modul deformácie, Poissonovo číslo, pevnosť po skúške	ks	100		
	76	skalné horniny - Point load test (1 vzorka=15 úlomkov horniny)	ks	580		
	77	skalné horniny - abrazivita podľa ON 44 1121	ks	50		
	78	skalné horniny - stratigrafické a mineralogicko-petrografické rozbor	ks	210		
	79	skalné horniny - spracovanie výbrusu resp. výplavu - petrografia	ks	210		
	80	skalné horniny - celohorninová RTG analýza	ks	160		
	81	skalné horniny - Bit Wear Index (Index opotrebovania dlát)	ks	30		
	82	skalné horniny - Drilling Rate Index (Index rýchlosti vŕtania)	ks	30		
	83	skalné horniny - Cutter Life Index (Index životnosti rezných nástrojov)	ks	30		
	84	skalné horniny - Slake Durability Test (odolnosť proti rozpadu)	ks	30		
	85	skalné horniny - Traxiálna skúška (Hoek-Brown)	ks	50		
B3		Chémia vôd a zemín počas prieskumných prác				- €
	86	základný fyzikálno-chemický rozbor + agresivita (tab.2 STN EN-206-1 voda) a STN 03 8375	ks	80		
	87	izotopová analýza podzemnej vody	ks	30		
	88	úplná analýza pitnej vody	ks	1		
B4		Poľné geotechnické a hydrodynamické skúšky				- €
	89	presiometrická skúška vo vrte - STN EN ISO 22476-4 - priemerný náklad s vyhodnotením	ks	118		
	90	dilatometrická skúška vo vrte - STN EN ISO 22476-4 - priemerný náklad s vyhodnotením	ks	300		
	91	dynamické penetračné sondy - STN EN ISO 22476-2 - s vyhodnotením, vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, spätnej úpravy terénu a dopravy	m	255		
	92	statické penetračné sondy CPTu - STN EN ISO 22476-12 - s vyhodnotením, 13 ks, vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, spätnej úpravy terénu a dopravy	m	165		
	93	disipačná skúška počas statickej penetrácie v trvaní 5 h	ks	11		
	94	vodnotlaková etážová skúška	ks	140		
	95	vsakovacia skúška vrátane realizácie a vyhodnotenia	ks	7		

	96	priepustnosť horninového prostredia - nalievacia skúška	ks	5		
	97	čerpacia skúška (21+7 dní)	ks	6		
	98	čerpacia skúška (3+1 deň)	ks	5		
	99	stopovacia skúška	ks	3		
	100	veľkorozmerová statická zaťažovacia skúška doskou - priemerný náklad s vyhodnotením	ks	9		
	101	veľkorozmerová šmyková skúška na horninových blokoch (1 skúška = min. 4 bloky) - priemerný náklad s vyhodnotením	ks	3		
		MERAČSKÉ PRÁCE				- €
B5	102	vytýčenie vrto, penetračných sond, šachtíc, bodov GF a monitorovacích prvkov	ks	1 000		
	103	polohové a výškové zameranie vrto, penetračných sond, šachtíc, bodov geofyzikálnych profilov s vyhodnotením a monitorovacích prvkov	ks	1 000		
	104	polohové a výškové zameranie stabilných profilov s vyhodnotením	m	1 000		
		PRÁCE GEOLOGICKEJ SLUŽBY				- €
	105	projekt geologickej úlohy	ks	1		
	106	vzorkovanie - porušené vzorky + agresivita zemín	ks	470		
	107	vzorkovanie - neporušené vzorky	ks	310		
	108	vzorkovanie - technologické vzorky + vzorky mechaniky hornín	ks	1 515		
	109	meteorologické údaje SHMÚ z troch klimatologických staníc (Stupava, Malý Javorník, Bratislava - Koliba)	rok	16		
	110	údaje o prietokoch zo staníc SHMÚ (Červený most, Spariská, Borinka, Vajnory, Svätý Jur)	rok	16		
	111	vytvorenie hydraulického modelu prúdenia podzemných vôd (komplexné HG zhodnotenie lokality odborne spôsobilou osobou) - po 1. roku trojročného monitoringu	ks	1		
	112	aktualizácia hydraulického modelu prúdenia podzemných vôd (komplexné HG zhodnotenie lokality odborne spôsobilou osobou) - po každom roku monitoringu	ks	14		
	113	ročná správa z monitoringu vôd (ročná správa) – 3 ročný monitoring	ks	3		
	114	ročná správa z monitoringu vôd (ročná správa) - 12 ročný monitoring	ks	12		
	115	záverečná správa z 3 ročného monitoringu vôd (celé obdobie monitoringu)	ks	1		
B6	116	záverečná správa z monitoringu vôd – celé 15 ročné obdobie monitoringu (3+12 rokov)	ks	1		

117	Koordinácia priebehu terénnych technických prác a záverečné spracovanie: grafické prílohy (prehľadná situácia, situácia všetkých prieskumných -t.j. archívnych i realizovaných- diel a profilov, účelová inžinierskogeologická mapa - inžinierskogeologické mapovanie, pozdĺžne a priečne IG rezy, IG profily zosuvov, vysvetlivky, stabilitné výpočty, inklinometrické merania so zhodnotením, účelová hydrogeologická mapa - hydrogeologické mapovanie, pasport studní, a textové prílohy (inžinierskogeologické a hydrogeologické zhodnotenie územia, geotechnické zhodnotenie trasy a zakladania mostných objektov, horninového masívu, hydrologická bilancia, hydrogeologický posudok, geologická písomná dokumentácia vrtov, šachtíc - archívnych i realizovaných, fotodokumentácia prieskumných diel po odvrtní, fotodokumentácia prieskumných diel po spätnom zásype, výsledky laboratórnych skúšok, výsledky terénnych skúšok, výsledky geofyzikálnych prác, stabilitné výpočty, meračská správa všetkých prieskumných diel , geofyz. a zosuvných profilov, technická správa) + zapracovanie hydrogeologického posudku + CD/DVD/USB, ktoré obsahuje všetky grafické a textové prílohy (nezabezpečené proti tlačeniu a kopírovaniu) + reprografické práce - počet výtlačkov dokumentácie podľa a dodanie záverečnej správy aj v editovateľnej forme (formáty: doc, docx, xls, xlsx, dwg, dxf a pod.) nezabezpečenej proti kopírovaniu a tlačeniu	hod			
Cena bez DPH				-	€
DPH 23%				-	€
Cena s DPH				-	€

Príloha C - Popis položiek pre špecifikáciu ceny geologických prác

Príloha C

Popis položiek pre špecifikáciu ceny geologických prác

Stavba: Dial'nica D4 Bratislava Rača - Záhorská Bystrica

Podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum a monitoring vôd

Časť	číslo položky	Druh prác	m.j.	počet m. j.	poznámky
A		Terénne práce			
A1		Vrtné a banské práce			
	1	Jadrový vrt jednoduchou jadrovkou nasucho s TK korunkou vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovszkovania a spätnej úpravy terénu a dopravy, 51 ks hĺbka do 25 m	m	557	Predpokladá sa spätné zasypanie vrtu materiálom jadra.
	2	Jadrový vrt jednoduchou jadrovkou nasucho s TK korunkou zabudovaný ako inklinometrický pozorovací vrt vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, označenia vrtu tyčou min. 1,5 m vysokou, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, vzorkovania a spätnej úpravy terénu a dopravy, 9 ks hĺbka do 40 m	m	295	Vrátane inklinometrických rúr, cementácie a zariadenia zhlavia vrtu v zmysle TKP 35.
	3	Jadrový vrt jednoduchou jadrovkou nasucho s TK korunkou zabudovaný ako inklinodeformetrický pozorovací vrt vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, označenia vrtu tyčou min. 1,5 m vysokou, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovszkovania a spätnej úpravy terénu a dopravy, 6 ks hĺbka do 60 m	m	235	Vrátane inklinodeformetrických rúr, a zariadenia zhlavia vrtu v zmysle TKP 35.
	4	Jadrový vrt jednoduchou jadrovkou nasucho s TK korunkou zabudovaný ako otvorený pozorovací HG vrt vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, označenia vrtu tyčou min. 1,5 m vysokou, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovszkovania, spätnej úpravy terénu a dopravy, 13 ks hĺbka do 30 m	m	306	Vrátane HG pažníc minimálne Ø 130 mm, obsypu, tesnenia a zariadenia zhlavia vrtu v zmysle TKP 35.
	5	Jadrový vrt jednoduchou jadrovkou nasucho s TK korunkou pre realizáciu presiometrických skúšok vrátane prípravných prác a dopravy, zariadenia staveniska, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovszkovania a spätnej úpravy terénu, 14 ks hĺbka do 35 m	m	220	
	6	Jadrový vrt dvojitou ťažiteľnou jadrovkou (WireLine) s diamantovou korunkou a vodným výplachom zabudovaný ako otvorený hydrogeologický pozorovací vrt vrátane prípravných prác, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovszkovania, tesnenia zhlavia vrtu a spätnej úpravy terénu, 28 ks hĺbka do 300 m	m	5 309	Vrátane HG pažníc minimálne Ø 50 mm, obsypu, tesnenia a zariadenia zhlavia vrtu v zmysle TKP 35.

	7	Jadrový vrt dvojitou ťažiteľnou jadrovkou (WireLine) s diamantovou korunkou a vodným výplachom zabudovaný ako inklinometrický pozorovací vrt vrátane prípravných prác, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, injektáže a spätnej úpravy terénu, 2 ks hĺbka do 30 m	m	60	Vrátane inklinometrických rúr, a zariadenia zhlavia vrtu v zmysle TKP 35.
	8	Jadrový vrt dvojitou ťažiteľnou jadrovkou (WireLine) s diamantovou korunkou a vodným výplachom zabudovaný ako inklino-deformetrický pozorovací vrt vrátane prípravných prác, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, injektáže a spätnej úpravy terénu, 4 ks hĺbka do 50 m	m	150	Vrátane inklinodeformetrických rúr, cementácie a zariadenia zhlavia vrtu v zmysle TKP 35.
	9	Jadrový vrt dvojitou ťažiteľnou jadrovkou (WireLine) s diamantovou korunkou a vodným výplachom zabudovaný ako uzavretý multietážový piezometrický vrt vrátane prípravných prác, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, injektáže a spätnej úpravy terénu, 25 ks hĺbka do 305 m	m	4 343	Piezometrické snímače s kabelážou do uzavretých piezometrických vrtov sú uvedené v položke č.19. Mimo snímačov bude vrt kompletne vyplnený ílovocementovou zálievkou;
	10	Šikmý jadrový vrt dvojitou ťažiteľnou jadrovkou (WireLine) s diamantovou korunkou a vodným výplachom zabudovaný ako uzavretý multietážový piezometrický vrt vrátane prípravných prác, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, injektáže a spätnej úpravy terénu, 12 ks hĺbka do 350 m, sklon 30 - 40°	m	3 341	Piezometrické snímače s kabelážou do uzavretých piezometrických vrtov sú uvedené v položke č.19. Mimo snímačov bude vrt kompletne vyplnený ílovocementovou zálievkou;
	11	Zvislý bezjadrový vrt, zabudovaný ako čerpacia studňa , vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, označenia vrtu tyčou min. 1,5 m vysokou a spätnej úpravy terénu, 6 ks hĺbka do 295 m.	m	1 345	Čerpacie vrty vystrojené HG pažnicami minimálne Ø 140 mm, so správnou perforáciou a obsypom, perforované úseky na základe karotáže
	12	Jadrové vrty jednoduchou jadrovkou s TK korunkou na realizáciu vsakovacích skúšok s dočasným zabudovaním, vrátane priprav. prác, zariadenia staveniska, prvotnej hmotnej dokumentácie vrtného jadra, ovzorkovania, spätnej úpravy terénu a dopravy, 7 ks hĺbka do 5 m	m	25	Vsakovacie vrty v oblasti portálov a povrchovej trasy diaľnice
	13	Strieľaná rozrážka na dne šachtice pre realizáciu geotechnických skúšok, pažená, vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, spätnej úpravy terénu a dopravy - 3 ks	m	45	3 rozrážky po 15 m - so spätným zasypaním, v zmysle schváleného banského projektu
	14	Strieľaná šachtica, pažená, hĺbka do 30 m, vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, spätnej úpravy terénu a dopravy - 3 ks	m	90	3 šachtice 30 m hlboké - so spätným zasypaním, v zmysle schváleného banského projektu
A2		Hydrogeologické práce a práce spojené s HG monitoringom			
	15	Pasportizácia jestvujúcich domových studní v trase navrhovanej diaľnice v šírke minimálne 250 m od osi na obidve strany.	kpl	1	Repasport studní vychádzajúci z oIGHP plus doplnenie nových studní do zoznamu, zaznamenanie polohy zdroja, typ využívanie, fotodokumentácia, v blízkosti sv. Studne a obce Marianka bude vzdialenosť 250 m pravdepodobne väčšia
	16	Hydrogeologické mapovanie povrchu územia v trase navrhovaného tunela v šírke 3000 m od osi na obidve strany, vrátane zostavenia účelovej hydrogeologickej mapy záujmového územia.	kpl	1	

	17	Vybudovanie vodomernej stanice na vodnom toku (prieпад) vrátane povolovacích procesov, stavebných úprav, dopravných nákladov a osadenia kontinuálneho snímača na sledovanie prietokov	ks	21	Datalogger, snímač, stavebné práce, konštrukcia prieпадu
	18	Úprava odberných miest / záchytoz podzemných vôd (pramene) pre odber vzoriek a meranie výdatnosti.	ks	30	Podľa oIGHP 20 prameňov + rezerva 10 prameňov, ktoré sa doplnia z HG mapovania
	19	Piezometrické snímače tlaku podzemnej vody do uzavretého piezometrického vrtu, vrátane kalibračných listov, kabeľáže a montáže.	ks	90	Piezometrické snímače s kabeľážou do uzavretých piezometrických vrtov
	20	Datalogger pre piezometrické vrtv s uzatvoreným systémom merania tlaku podzemnej vody, vrátane výmeny pre udržiavací monitoring.	ks	34	Datalogre pre piezometrické vrtv s uzavretým systémom, 31 ks + 3 ks predpokladaná výmena datalogra počas monitoringu
	21	Levellogger pre automatické meranie hladiny a teploty podzemnej vody v otvorených piezometroch, vrátane dodania a montáže (47 ks pre novovybudované vrtv, 12 ks jestvujúcich vrtov z oIGHP MHV-1 až MHV-12) x 3 z dôvodu výmeny	ks	177	Dodanie hladinomeru vrátane montáže, v cene je započítaný aj barologer v počte 3 ks pre celú lokalitu
	22	Prietokomery, dodanie a montáž, s kontinuálnym záznamom dát pre sledovanie výdatnosti, teploty, el. vodivosti a pH pre jestvujúce vodné zdroje a pramene (VZ Pajštúnska vyvieracka, VZ Medené hámre, Svätá studňa, P-25, P-26, P-27, P-16, P-17, P-21, P-22)	ks	10	Komplexné vybudovanie vodomernej stanice pre kontinuálne záznamy
	23	Hydrometrovanie povrchových vodných tokov s cieľom kalibrácie vodomerných prieпадov (21 prieпадov - kalibrácia 4x ročne počas 4 rokov) v prípade nevybudovania prieпадov 12x ročne	meranie	1 008	336 v prípade len kalibrácie, 1008 v prípade nevybudovania prieпадov
	24	Meteorologická stanica na sledovanie úhrnov zrážok a teploty vzduchu pre stanovenie denných úhrnov zrážok a priemerných denných teplôt - dodanie a montáž	ks	3	Budú 3 stanice – na východnom a západnom portáli a 1 v strede trasy
A3		Monitoring vykonávanie meraní - 3 roky			
	25	Kontrolné merania na inklinometrických vrtoch (0. etapa a 2-krát kontrolné merania)	m	1 065	11 ks vrtov spolu 355 m x 3 etapy
	26	Kontrolné merania na inklino-deformetrických vrtoch (0. etapa a 2-krát kontrolné merania)	m	1 155	10 ks vrtov spolu 385 m x 3 etapy
	27	Merania hladiny podzemnej vody v otvorených hydrogeologických vrtoch, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (47 nových vrtov a 12 vrtov z etapy oIGHP, celkovo 59 ks vrtov)	meranie	708	interval záznamu - každých 6 hodín, 59 miest x 12 etáp. (odpočet dát 4x do roka)
	28	Meranie tlaku podzemnej vody v uzavretých piezometrických vrtoch, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (90 snímačov tlaku podzemnej vody na 31 vrtoch)	meranie	1080	interval záznamu - každých 6 hodín, 90 miest x 12 etáp. (odpočet dát 4x do roka)
	29	Meteorologické stanice - zber dát a vyhodnotenie	mesiace	45	3 ks meteorologických staníc 36+9 mesiacov pred 3 ročným monitoringom

30	Meranie prietokov na povrchových vodných tokoch prostredníctvom vodomerných priepadov, kontinuálny snímač - zber dát (teplota, el. vodivosť) a vyhodnotenie (21 ks priepadov)	meranie	252	interval záznamu - denný, 21 miest x 12 etáp. (odpočet dát 4x do roka), merný žľab - meranie hladiny
31	Meranie prietokov, teploty, el. vodivosti a pH pre jestvujúce vodné zdroje a pramene, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (VZ Pajštúnska vyvieracia, VZ Medené hámre, Svätá studňa, P-25, P-26, P-27, P-16, P-17, P-21, P-22) - 10 objektov	meranie	120	interval záznamu - každých 6 hodín, 10 miest x 12 etáp. (odpočet dát 4x do roka), meranie cez prietokomery
32	Meranie prietokov, teploty, el. vodivosti a pH na vybraných prameňoch, bodové meranie a vyhodnocovanie (20 prameňov z oIGHP + výber 10 ks novo vymapovaných prameňov)	meranie	1 350	interval merania - 1krát za mesiac po dobu 45 mesiacov
33	Meranie hladiny podzemnej vody v domových studniach (S-1 až S-22 podľa oIGHP - 23 ks), bodové meranie a vyhodnocovanie	meranie	1 035	interval merania - 1krát za mesiac po dobu 45 mesiacov
34	Odber a analýza kvality povrchovej vody upravenej podľa TP 050 (VS-01_Javorník, VS-05_Mariánsky potok, VS-07_Hajdúšsky jarok, SHMÚ 5130 Vydrica - Spariská, VS-10_Vydrica, OB-01_Šúrsky kanál)	ks	216	interval merania - 1krát za mesiac po dobu 36 mesiacov
35	Odber a minimálna analýza vzoriek pitnej vody zo zdrojov Svätá studňa, P-25, P-26, P-27 a vrty T-63-HG, T-64-HG a T-65-HG (6 ks 1x za mesiac) a z domových studní S-1 až S-22 (23 ks 1x za rok)	ks	285	interval merania - 1krát za mesiac po dobu 36 mesiacov
36	Odber a rozbor kvality vody pre výpočet chemickej analýzy + TP050 pre pramene P-1 až P-8, P-10 až P-27, Svätá studňa, 3 vybrané MHV vrty a vodárenské zdroje Pajštúnska vyvieracia a Medené Hámre vrátane odberu vzorky vody - interval 1 x za 1/4 roka	ks	372	interval meranie - 1krát za 1/4 roka, 31 objektov 12 analýz
37	Odber a rozbor kvality vody pre výpočet chemickej analýzy + TP050 pre 9 MHV vrtov - interval 1x za rok	ks	36	interval meranie - 1krát za rok, 9 objektov 4 analýzy
38	Servis a údržba meracích zariadení - počas 3-ročného monitoringu - údržba vrtov, výmena batérií, datalogerov, čistenie priepadov	mesiac	45	údržba vrtov, výmena batérií, datalogerov, čistenie priepadov, meteorologických staníc, údržba všetkých odberných miest vrátane miest s kvalitatívnym monitoringom, 36+9 mesiacov pred 3 ročným monitoringom
	Monitoring vykonávanie meraní - udržiavací monitoring 12 rokov			
39	Merania hladiny podzemnej vody v otvorených hydrogeologických vrtoch, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (47 nových vrtov a 12 vrtov z etapy oIGHP, celkovo 59 ks vrtov)	meranie	1416	Odpočet dát 2x do roka
40	Meranie tlaku podzemnej vody v uzavretých piezometrických vrtoch, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (90 snímačov tlaku podzemnej vody na 31 vrtoch)	meranie	2160	Odpočet dát 2x do roka
41	Meteorologické stanice - zber dát a vyhodnotenie	mesiac	144	Odpočet dát 2x do roka
42	Meranie prietokov na povrchových vodných tokoch prostredníctvom vodomerných priepadov, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (21 ks priepadov)	meranie	504	Odpočet dát 2x do roka

	43	Meranie prietokov, teploty, el. vodivosti a pH pre jestvujúce vodné zdroje a pramene, kontinuálny snímač - zber dát a vyhodnotenie (VZ Pajštúnska vyvieračka, VZ Medené hámre, Svätá studňa, P-25, P-26, P-27, P-16, P-17, P-21, P-22) 10 objektov	meranie	480	Odpočet dát 2x do roka
	44	Servis a údržba meracích zariadení počas 12 ročného obdobia monitoringu	mesiac	144	údržba kontinuálnych monitorovacích objektov, meteorologických staníc, výmena batérií, datalogrov ,
A4		Geofyzikálne práce			
	45	Geoelektrické merania multielektrodovým systémom (ERT) v kombinácii s odporovým profilovaním (SOP) a vertikálnou elektrickou sondážou (VES) - priemerný náklad s vyhodnotením	m	30 000	
	46	Seizmické metódy - plytká refrakčná seizmika IS - priemerný náklad s vyhodnotením	m	1 000	
	47	Seizmické metódy - reflexná seizmika RXS - priemerný náklad s vyhodnotením	m	3 500	
	48	Karotážne metódy - metóda nálevu - priemerný náklad s vyhodnotením	m	2 500	
	49	Karotážne metódy - ostatné metódy - priemerný náklad s vyhodnotením	m	13 203	
A5		Ostatné práce			
	50	Vybudovanie a úprava prístupových ciest vrátane spätnej úpravy	m	20 000	
	51	Zabezpečenie vstupov na pozemky, riešenie stretov, vytýčenie podzemných sietí, povoľovacie procesy a pod.	hod	640	
B		Laboratórne práce a poľné skúšky			
B1		Mechanika zemín			
	52	zeminy - porušené vzorky - klasifikačný rozbor pre zatriedenie podľa STN 72 1001	ks	440	
	53	zeminy - neporušené vzorky - klasifikačný rozbor pre zatriedenie podľa STN 72 1001 + merná hmotnosť + objemová hmotnosť	ks	310	
	54	zeminy - technologické vzorky - klasifikačný rozbor pre zatriedenie podľa STN 72 1001 + merná hmotnosť	ks	45	
	55	zeminy - stanovenie obsahu organických látok	ks	15	
	56	zeminy - stanovenie obsahu uhličitánov	ks	15	
	57	zeminy - stlačiteľnosť s rekonsolidáciou (2 rekonsolidačné + 4 zaťažovacie + 1 odľahčovací stupeň)	ks	45	
	58	zeminy - stanovenie časového súčiniteľa konsolidácie, cv (1 zaťažovací stupeň)	ks	25	
	59	zeminy - stanovenie napúšacieho tlaku v oedometri	ks	10	

	60	zeminy - presadavosť	ks	10	
	61	zeminy - bobtnavosť (napúčavosť)	ks	10	
	62	zeminy - krabicová šmyková skúška (vrcholová šmyková pevnosť)	ks	100	
	63	zeminy - krabicová šmyková skúška (vrcholová a reziduálna šmyková pevnosť)	ks	10	
	64	zeminy - triaxiálna šmyková skúška UU	ks	25	
	65	zeminy - pevnosť v prostom tlaku (3 valčeky)	ks	50	
	66	zeminy - priepustnosť jemnozrnných zemín v triax. komore	ks	20	
	67	zeminy - stanovenie pomeru únosnosti CBR zemín, bez sýtenia	ks	45	
	68	zeminy - zhutniteľnosť súdržných zemín Proctor standard	ks	45	
	69	zeminy - zhutniteľnosť nesúdržných zemín (ID) - skúška min. a max. objemovej hmotnosti	ks	45	
B2		Mechanika skalných hornín			
	70	skalné horniny - fyzikálne vlastnosti (vlhkosť, objemová a merná hmotnosť, nasiakavosť (min. 48h)	ks	860	
	71	skalné horniny - mrazuvzdornosť	ks	50	
	72	skalné horniny - pevnosť v prostom tlaku (3 valčeky)	ks	280	
	73	skalné horniny - pevnosť v priečnom ťahu (3 valčeky)	ks	100	
	74	skalné horniny - metóda razníkov	ks	50	
	75	skalné horniny - pretvárne vlastnosti 3 cykly - modul pružnosti, modul deformácie, Poissonovo číslo, pevnosť po skúške	ks	100	
	76	skalné horniny - Point load test (1 vzorka=15 úlomkov horniny)	ks	580	
	77	skalné horniny - abrazivita podľa ON 44 1121	ks	50	
	78	skalné horniny - stratigrafické a mineralogicko-petrografické rozbor	ks	210	
	79	skalné horniny - spracovanie výbrusu resp. výplavu - petrografia	ks	210	
	80	skalné horniny - celohorninová RTG analýza	ks	160	
	81	skalné horniny - Bit Wear Index (Index opotrebovania dlát)	ks	30	
	82	skalné horniny - Drilling Rate Index (Index rýchlosti vŕtania)	ks	30	
	83	skalné horniny - Cutter Life Index (Index životnosti rezných nástrojov)	ks	30	
	84	skalné horniny - Slake Durability Test (odolnosť proti rozpadu)	ks	30	
	85	skalné horniny - Traxiálna skúška (Hoek-Brown)	ks	50	
B3		Chémia vôd a zemín počas prieskumných prác			
	86	základný fyzikálno-chemický rozbor + agresivita (tab.2 STN EN-206-1 voda) a STN 03 8375	ks	80	

	87	izotopová analýza podzemnej vody	ks	30	
	88	úplná analýza pitnej vody	ks	1	1ks nie je v zadaní - rezerva
B4		Poľné geotechnické a hydrodynamické skúšky			
	89	presiomrická skúška vo vrte - STN EN ISO 22476-4 - priemerný náklad s vyhodnotením	ks	118	
	90	dilatometrická skúška vo vrte - STN EN ISO 22476-4 - priemerný náklad s vyhodnotením	ks	300	
	91	dynamické penetračné sondy - STN EN ISO 22476-2 - s vyhodnotením, vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, spätnej úpravy terénu a dopravy	m	255	
	92	statické penetračné sondy CPTu - STN EN ISO 22476-12 - s vyhodnotením, 13 ks, vrátane prípravných prác, zariadenia staveniska, spätnej úpravy terénu a dopravy	m	165	
	93	disipačná skúška počas statickej penetrácie v trvaní 5 h	ks	11	
	94	vodnotlaková etážová skúška	ks	140	(140 ks v 31 vrtoch)
	95	vsakovacia skúška vrátane realizácie a vyhodnotenia	ks	7	Vrtné práce sú zahrnuté v časti A, vsaky pre povrchovú časť diaľnice a portály
	96	priepustnosť horninového prostredia - nalievacia skúška	ks	5	nie je v zadaní - rezerva
	97	čerpacia skúška (21+7 dní)	ks	6	
	98	čerpacia skúška (3+1 deň)	ks	5	
	99	stopovacia skúška	ks	3	
	100	veľkorozmerová statická zaťažovacia skúška doskou - priemerný náklad s vyhodnotením	ks	9	Skúška realizovaná v šachtách a rozrážkach
	101	veľkorozmerová šmyková skúška na horninových blokoch (1 skúška = min. 4 bloky) - priemerný náklad s vyhodnotením	ks	3	Skúška realizovaná v šachtách a rozrážkach
B5		MERAČSKÉ PRÁCE			
	102	vytýčenie vrto, penetračných sond, šachtíc, bodov GF a monitorovacích prvkov	ks	1 000	
	103	polohové a výškové zameranie vrto, penetračných sond, šachtíc, bodov geofyzikálnych profilov s vyhodnotením a monitorovacích prvkov	ks	1 000	
	104	polohové a výškové zameranie stabilných profilov s vyhodnotením	m	1 000	
B6		PRÁCE GEOLOGICKEJ SLUŽBY			
	105	projekt geologickej úlohy	ks	1	
	106	vzorkovanie - porušené vzorky + agresivita zemín	ks	470	
	107	vzorkovanie - neporušené vzorky	ks	310	
	108	vzorkovanie - technologické vzorky + vzorky mechaniky hornín	ks	1 515	
	109	meteorologické údaje SHMÚ z troch klimatologických staníc (Stupava, Malý Javorník, Bratislava - Koliba)	rok	16	
	110	údaje o prietokoch zo staníc SHMÚ (Červený most, Spariská, Borinka, Vajnory, Svätý Jur)	rok	16	

111	vytvorenie hydraulického modelu prúdenia podzemných vôd (komplexné HG zhodnotenie lokality odborne spôsobilou osobou) - po 1. roku trojročného monitoringu	ks	1	
112	aktualizácia hydraulického modelu prúdenia podzemných vôd (komplexné HG zhodnotenie lokality odborne spôsobilou osobou) - po každom roku monitoringu	ks	14	
113	ročná správa z monitoringu vôd (ročná správa) – 3 ročný monitoring	ks	3	
114	ročná správa z monitoringu vôd (ročná správa) - 12 ročný monitoring	ks	12	
115	záverečná správa z 3 ročného monitoringu vôd (celé obdobie monitoringu)	ks	1	
116	záverečná správa z monitoringu vôd – celé 15 ročné obdobie monitoringu (3+12 rokov)	ks	1	
117	Koordinácia priebehu terénnych technických prác a záverečné spracovanie: grafické prílohy (prehľadná situácia, situácia všetkých prieskumných -t.j. archívnych i realizovaných- diel a profilov, účelová inžinierskogeologická mapa - inžinierskogeologické mapovanie, pozdĺžne a priečne IG rezy, IG profily zosuvov, vysvetlivky, stabilitné výpočty, inklinometrické merania so zhodnotením, účelová hydrogeologická mapa - hydrogeologické mapovanie, pasport studní, a textové prílohy (inžinierskogeologické a hydrogeologické zhodnotenie územia, geotechnické zhodnotenie trasy a zakladania mostných objektov, horninového masívu, hydrologická bilancia, hydrogeologický posudok, geologická písomná dokumentácia vrtov, šachtíc - archívnych i realizovaných, fotodokumentácia prieskumných diel po odvrtaní, fotodokumentácia prieskumných diel po spätnom zásype, výsledky laboratórnych skúšok, výsledky terénnych skúšok, výsledky geofyzikálnych prác, stabilitné výpočty, meračská správa všetkých prieskumných diel , geofyz. a zosuvných profilov, technická správa) + zapracovanie hydrogeologického posudku + CD/DVD/USB, ktoré obsahuje všetky grafické a textové prílohy (nezabezpečené proti tlačeniu a kopírovaniu) + reprografické práce - počet výtlačkov dokumentácie podľa a dodanie záverečnej správy aj v editovateľnej forme (formáty: doc, docx, xls, xlsx, dwg, dxf a pod.) nezabezpečenej proti kopírovaniu a tlačeniu	hod		