Inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologické pomery horninového masívu tunela Soroška

Soroska tunnel, engineering geological and geotechnical characteristic of the rock mass

Stanislav Szabó, Daniel Moravanský, Jana Copláková, Jozef Majerčák, Pavol Mitter, Pavol Gaži, Jana Bučová, Anna Grenčíková¹

Abstrakt

Podrobná etapa inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu úseku rýchlostnej cesty R2 Rožňava – Jablonov nad Turňou zhodnotila inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologické pomery v trase tunela Soroška. Úlohou prieskumu bolo overenie geologickej stavby, rozčlenenie a charakteristika horninového masívu. V tunelových rúrach boli vyčlenené kvázihomogénne bloky, v ktorých bola hodnotená kvalita horninového masívu na základe klasifikačných systémov RMR, QTS.

Kľúčové slová

Tunel Soroška, Inžiniersko geologický prieskum, RMR, QTS, Slovensky Kras.

Abstract

The detailed stage of engineering geological and hydrogeological exploration of the highway R2 Roznava – Jablonov nad Turnou assessed engineering geological, geotechnical and hydrogeological conditions in the Soroska tunnel. The roles of the geological exploration were verification of the geology, partitioning and characteristics of the rock mass. The tunnel tubes were divided into quasihomogeneous blocks, carried out together with categorisation of the rock mass in RMR, QTS classification system.

Key words

Soroska tunnel, Engineering geological exploration, RMR, QTS, Slovak karst.

1 Úvod

Tunel Soroška je súčasťou rýchlostnej cesty R2 Rožňava–Jablonov nad Turňou, ktorej dĺžka je 14,1 km. V zmysle STN 737507 je naprojektovaný ako tunel kategórie 2T–8,0 s dočasnou obojsmernou premávkou cez ľavú tunelovú rúru (STR). Projekčne sú navrhnuté dve tunelové rúry s označením tunel Soroška (severná tunelová rúra) a úniková štôlňa (južná tunelová rúra). Celková dĺžka tunela (severná tunelová rúra) je 4264,3 m. Z hľadiska konfigurácie terénu je projektovaný ako klesajúci od západného k východnému portálu do údolia potoka Turňa s pozdĺžnym sklonom 1,7 % v celej jeho dĺžke a mocnosťou nadložia až 282,00 m. Samotný tunel Soroška je situovaný súbežne s Jablonovským železničným tunelom vo výškovej úrovni o cca 50 m pod železničným tunelom. Približne v 2/3 dĺžky tunela (km 9,05 rýchlostnej cesty a žkm 56,140) križuje rýchlostná cesta železničný tunel cca 50 m pod železničným tunelom.

¹ DPP Žilina, s.r.o., Kominárska 2,4, 831 04 Bratislava, pracovisko Žilina, Legionárska 8203, 010 01 Žilina, stanislav.szabo@dppzilina.sk

2 Stručná geologicko - tektonická charakteristika

Územie, ktorým prechádza tunel Soroška, patrí do subprovincie Vnútorné Západné Karpaty, do oblasti Slovenského rudohoria, celku Slovenský kras s podcelkami Silická planina, Horný vrch. Jeho horninové prostredie tvoria spodno-stredno triasové horniny mezozoika silického príkrovu masívu Silickej planiny a Horného vrchu a kvartérne deluviálne/proluviálne sedimenty.



Obr. 1 Inžiniersko geologicka mapa v trase tunela Soroška, (Szabó in Grenčíková et al., 2017)



Inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologické pomery tunela boli zhodnotené zvislými, šikmými a jadrovými štruktúrnymi vrtmi v celkovej dĺžke 5 519,2 m.

Inžinierskogeologickým prieskumom trasy tunela bol overený kvartérny deluviálny a proluviálny komplex v oblasti západného a východného portálu a podložné spodno-stredno triasové komplexy mezozoika silického príkrovu.

Najstarším členom v skúmanom území sú <u>bodvasilašské vrstvy</u>, reprezentované pestrými ílovitými bridlicami a jemnozrnnými pieskovcami v rôznom stupni zvetrania.

V nadloží bodvasilašských vrstiev vystupujú <u>sinské vrstvy</u>, tvorené striedaním sa lamín a vrstiev ílovitých bridlíc, jemnozrnných vápnitých pieskovcov, slieňovcov a slienitých vápencov.

Fácie karbonátovej platformy stredného triasu sú zastúpené <u>gutensteinskym súvrstvím</u>, ktoré je_tvorené tmavosivými lavicovitými a doskovitými vápencami, dolomitmi, brekciami a rauvakmi.

V nadloží guttensteinského súvrstvia vystupujú <u>steinalmské a wettersteinske vápence</u>. Sú svetlé, masívne, organogénne, miestami až brekciovité s krasovými prejavmi.

Skúmané územie má zložitú geologicko-tektonickú stavbu, čo sa odzrkadľuje aj v hydrogeologických pomeroch. V trase tunela majú najvýraznejšie zastúpenie systémy zlomov priebehu SV-JZ a V-Z so sklonom k SZ, S, zlomy priebehu S-J so sklonom k Z aj k V, zlomy

priebehu SZ-JV so sklonom k SV (Obr. 1). Ďalším systémom sú zlomy SZ-JV (dominantné zlomy) a SV-JZ priebehu s kinematikou sinistrálnych a dextrálnych smerných posunov.

3 Inžinierskogeologické a geotechnické pomery

Vzhľadom na geologickú stavbu trasy tunela, zastúpenie kvartérnych sedimentov a spodno-stredno triasových hornín, sme vyčlenili niekoľko druhov horninového masívu.

Zaradenie jednotlivých úsekov tunelových rúr do príslušných druhov horninového masívu je spracované v pozdĺžných inžinierskogeologických rezoch. Na obr. 5 je zobrazený výrez z pozdĺžného inžinierskogeologického rezu južnou tunelovou rúrou. Jednotlivé druhy horninového masívu boli rozčlenené na základe podobných inžinierskogeologických a geotechnických charakteristík.

<u>Kvartér</u>

Deluviálny komplex bol zistený vo všetkých vrtoch realizovaných v oblasti západného a východného portálu tunela Soroška. Deluviálne sedimenty sú tvorené ílmi, siltami s rôznym stupňom plasticity a konzistencie, suťami kamenito - ílovitými a ílovito – kamenitými, zosuvným delúviom, ktorý je litologicky tvorený ílmi, suťami a úplne až silne zvetranými triasovými horninami. Sedimenty, ktoré prekrývajú vápencový masív, sú tvorené prevažne siltami a suťami charakteru štrkov s hrúbkou do 2 m.

Mezozoikum

Bodvasilašské vrstvy (griesbach - spodný namal) vystupujú v úseku 4,525 - 4,725 km trasy tunela. Sú tvorené pestrými ílovitými bridlicami a jemnozrnnými pieskovcami v rôznom stupni zvetrania, stupeň pevnosti zdravých a slabo zvetraných bridlíc priemerne R3, pieskovcov R1-R2. V podloží bodvasilašských vrstiev boli vo vrtoch zistené v prevrátenom vrstevnom slede sinské vrstvy tvorené polohami slienitých bridlíc, slieňovcov. Meraniami štruktúrnych prvkov v odkryvoch sme zistili, že generálne sú tieto vrstvy uklonené k severu s priemerným sklonom 50 - 60°.

Sinské vrstvy (namal-spat) vystupujú v nadloží bodvasilašských vrstiev v úseku 0,5 - 1,725 km a 4,2 - 4,525 km trasy tunela. Sinské vrstvy sú tvorené polohami ílovitých bridlíc, jemnozrnných vápnitých pieskovcov, slieňovcov a slienitých vápencov. Petrografické analýzy preukázali, že tieto vrstvy sú slabo metamorfované (typické pre turnaikum) a slieňovcové polohy boli čiastočne zaradené k fylitickým bridliciam, (Soták, 2017). Meraniami štruktúrnych prvkov na odkryvoch, ako aj vo vrtoch, sme zistili, že sinské vrstvy sú v úseku 0,5 - 1,7 km prevažne uklonené k J, s priemerným sklonom 40 - 50° a v úseku 4,2 - 4,525 km sú tieto vrstvy generálne uklonené k S, s priemerným sklonom 45 - 70°. Vodno-tlakové skúšky v sinských vrstvách preukázali veľmi málo priepustné horninové prostredie. Podľa klasifikácie priepustnosti ide o dosť slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti V. až veľmi slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti V. až veľmi slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti V. až veľmi slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti V. až veľmi slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti V. až veľmi slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti VII. tvoriace bariéru pre krasovo puklinové prostredie v nadložných strednotriasových vápencoch. Mikrotektonická stavba v úseku 0,5 - 1,1 km poukazuje na detailne tektonické prepracovanie hornín, ktoré sa prejavuje výrazným prevrásnením, zbrekciovaním hornín s vrásovymi a poklesovo-prešmykovými štruktúrami (Obr. 2).



Obr. 2 Detailne prevrásnené karbonátové laminy v slienitých sekvenciách sinských vrstiev (foto Szabó)

Fig. 2 The detailed folded carbonate laminas in marly sequence of the sinske layers, (photo Szabó)

Karbonátové vrstvičky sú miestami detailne prevrásnené do systému disharmonických, izoklinálnych, ptygmatických vrás, ktoré sú redukované a prestrihnuté strmými poklesovoprešmykovými diskontinuitami. Karbonatické polohy sú často vrásovo deformované, v niektorých polohách aj budinované. V plastickejších polohách slieňovcov sú karbonáty budinované do šošoviek. Sinské vrstvy sú porušené tektonickými poruchami, ktorých priebeh je často zhodný s vrstevnatosťou a ktoré sú vyplnené pevnými tektonickými brekciami. Okrem týchto tektonických porúch boli vo vrtoch zistené a geofyzikálnými metódami indikované aj strmé tektonické poruchy, ktoré sú podľa údajov z vrtov vyplnené rozdrvenou horninou a úlomkami. Prebiehajú prevažne SV-JZ smerom kolmo na tunelové rúry. Smerom k sedlu Soroška v úseku 1,1 - 1,7 km (okolie lomu Lipovník) sú sinské vrstvy masívne, slabo tektonicky porušené. V tomto úseku sú zistené aj polohy tmavých vápnitých ílovcov, duktílne deformovaných, v ktorých vystupujú budinované šošovkovité tektonoklasty karbonátov uložené v smere vrstevnatosti. V úseku 2,1 km trasy tunela sú sinské vrstvy tektonicky redukovane pozdĺž strmej tektonickej línii priebehu V-Z uklonenej k severu, na ktorej je verfenské súvrstvie vyzdvihnuté a nasunuté na vápencový masív (Obr. 3, 5). Táto zvodnená tektonická línia je porušená mladšou subvertikálnou až vertikálnou štruktúrou smeru SV-JZ, na ktorej sú založené dominantné jaskynné systémy (kaverny veľkosti od 13 - 20 m zistené vo vrtoch, (Szabó in Grenčíková et al., 2017).



Obr. 3 Tektonický styk, v nadloží sinské vrstvy, v podloží fácie karbonatovej platformy (wettersteinske a steinmalske vápence), (foto Szabó) Fig. 3 Tectonic contact, the sinske layers in the overlier, the carbonate facies (wetterstein and steinmal limestone) in the footwall, (photo Szabó)

Vzhľadom na pestrú litologickú náplň sme v sinských vrstvách vyčlenili v pozdĺžnom inžinierskogeologickom reze nasledovné polohy:

- brekcie (be)
- tmavé vápnité ílovce (b)
- zóny s prevahou slienitých vápencov nad polohami fylitických bridlíc (v>b)
- zóny s prevahou fylitických bridlíc nad vápencami (b<v)
- zóny s polohami jemnozrnných vápnitých pieskovcov a slieňovcov (b+p)

<u>Brekcie</u>, zdravé, pevnosti R5-R4, miestami tmelené ílom, pevnosti R6, s klastami kremeňa, karbonátov, ílovcov, pieskovcov, veľkosti 0,5 – 3 cm, ostrohranného charakteru, s roztrhanými (budinovanými) vrstvičkami karbonátov, časté prechody medzi zdravými pevnými brekciami a brekciami tmelenými ílom.

<u>Tmavé vápnité ílovce</u>, (ílovité bridlice), zdravé, pevnosti R3, duktílne deformované, s budinovanými šošovkami karbonátov. Táto poloha, ktorú považujeme za "vodiaci litologický horizont", pravdepodobne predstavuje stratigraficky staršie úrovne spodného triasu.

Zóny s prevahou vápencov nad polohami fylických bridlíc, pevnosti R2-R3

Zóny s prevahou fylitických bridlíc nad vápencami, pevnosti R4-R3

Zóny s polohami jemnozrnných vápnitých pieskovcov a slieňovcov (bridlíc), pevnosti R3-R4 Vzhľadom na litologickú náplň sinských vrstiev, prevrásnenie masívu a časté striedanie sa litotypov (vápence, slieňovce, fylitické bridlice, pieskovce) sme tieto 3 zóny vyčlenili len na základe prevládajúceho litotypu v danom úseku (profile vrtu) a označili príslušným indexom. Zistili sme, že tektonická hranica medzi spodnotriasovými sedimentami (verfenské súvrstvie) a strednotriasovými vápencami (steinalmské-wettersteinské) v useku 2,1 km a 4,2 km trasy tunela je uklonená k severu (Obr. 4).



Obr. 4 Tektonický styk sinských vrstiev a wettersteinských vápencov, (foto Szabó) Fig. 4 Tectonic contact of the sinske layers and wetterstein limestone, (photo Szabó)

V nadloží sinských vrstiev boli zistené aj <u>sinpetrické vrstvy</u> (vrchný spat) v úseku 1,3 - 2,1 km trasy tunela s prevahou vápencov. Sú vyčlenené na základe petrografických analýz a sú tvorené bridličnatými vápencami a fylitickými brekciami. Vo vrtoch boli opísané aj tektonity sinpetrického súvrstvia s tvorbou sadrovca, ktoré môžu byť prejavom násunovej plochy medzi tektonickými šupinami, (Soták, 2017).

Gutensteinské súvrstvie (spodný anis) je zastúpené gutensteinskými vápencami a dolomitmi, ktoré vystupujú v úseku 1,725 - 2,3 km trasy tunela. Sú tvorené tmavosivými lavicovitými a doskovitými vápencami a dolomitmi, brekciami a rauvakmi, prežilnenými niekoľkými generáciami kalcitových žiliek, stupeň pevnosti vápencov R2, lokálne R3. Teleso gutensteinských vápencov je plytko uložené s mocnosťou do 60 m, generálne uklonené k J, JZ so sklonom 20 - 45°. Hranica medzi sinskými vrstvami a gutensteinským súvrstvím je tektonická a bola zistená vo vrtoch. Ide o významnú subhorizontálnu tektonickú líniu, v oblasti TR uklonenú k JZ, (Szabó in Grenčíková et al. 2017). V úseku 1,9 - 2,1 km trasy tunela boli vo vrtoch zistené polohy gutensteinských vápencov a dolomitov aj pod niveletou TR.

Steinalmské (anis, bytin-ilýr) a wettersteinské vápence a dolomity (ladin – spodný karn) vystupujú v úseku 2,350 - 4,2 km trasy tunela. Ich rozlíšenie je možné len na základe zistených fosílii, preto sú v geologickej mape a v profile vyznačené len na základe petrografickej analýzy vzoriek z vrtov a z povrchu a hranica ich rozlíšenia je vyznačená čiarkovane. Steinalmské a wettersteinské vápence, stupeň pevnosti prevažne R2, dolomity R3-R2, lokálne R4, sú svetlé, masívne, organogénne, miestami až brekciovité s prejavmi skrasovatenia (porézne až kavernózne) a sú generálne uklonené k J, JZ so sklonom 20 - 45°. Vo vrtoch boli zistené aj polohy reiflinských a pseudoreiflinských (vrchný anis – ladin) jemno laminovaných vápencov, ktoré patria k svahovým a panvovým faciám. Ich určenie sa opiera o podobný litofaciálny charakter, pri neprítomnosti mikrofosílií. Vo vrtoch boli zistené aj polohy dachsteinských a schreyeralmských vápencov patriacich k svahovým a panvovým faciám karbonátovej platformy, (Soták, 2017). Vodno-tlakové skúšky vo vápencovom masíve preukázali dosť silno priepustné prostredie s triedou priepustnosti III. až veľmi slabo priepustné prostredie s triedou priepustnosti VII. V masíve sú zistené prevažne strmé tektonické poruchy, z ktorých viaceré sú pravdepodobne zvodnené, priebehu SV-JZ, S-J, V-Z, lokálne sú tieto poruchy skrasovatené s výskytom jaskýň a zlomy priebehu SZ-JV a SV-JZ s kinematikou sinistrálnych a dextrálnych smerných posunov. Vo vrtoch boli zistené aj subhorizontálne zlomy s výplňou tektonického ílu, na ktorý je viazaná sulfidická mineralizácia (FeS₂) tvorená kubickými kryštálmi pyritu veľkosti od niekoľko mm do 0,5 cm. V úseku 3,250 km trasy tunela je vo vrtoch zistená v hĺbke 30 m krasová dutina (časť jaskynného systému), prebiehajúca v smere S-J, (Szabó in Grenčíková et al. 2017).



Obr. 5 Výrez z pozdĺžného inžiniersko geologického profilu južnou tunelovou rúrou, (Szabó in Grenčíková et al., 2017)

Fig. 5 Part of the engineering geological longitudinal profile of the southern tunnel tube, (Szabó in Grenčíková et al., 2017)

V úseku severnej tunelovej rúry bol masív rozčlenený na základe IG štruktúrnych vrtov a geofyzikálnych metód na 22 úsekov – kvázihomogénnych úsekov, s podobnými inžinierskogeologickými a geotechnickými charakteristikami horninového masívu, ktoré sú definované na základe zastúpenia jednotlivých litologických typov hornín, stupňa pevnosti, zvetrania, tektonického porušenia, vrstevnatosti, roztvorenosti, výplne, hustoty puklín, RQD, klasifikácie podľa RMR (Bieniawski, 1989) a QTS (Tesař, 1989) a prítomnosti podzemnej vody. Tieto charakteristiky majú najväčší vplyv na spôsob razenia, dĺžku jednotlivých záberov a stabilitu masívu. V prípade tunela Soroška sa predpokladá smer razenia úpadne od západného portálu a dovrchne od východného portálu.

Podľa geotechnických klasifikácii je kvalita horninového masívu v oblasti portalových úsekov veľmi zlá, charakterizovaná triedou V. Na ZP vzhľadom na prítomnosť deluvialných sedimentov v úvodných metroch, zónu zvetrania a tektonicky porušené, rozpukané horniny, môžeme očakávať veľkú nestabilitu čela vyrúbu, bočných stien a stropu kaloty a vznik nadvýlomov, s prítomnosť ou podzemnej vody. Na VP je zistené stabilizované zosuvné teleso. Pri razení v prevažne zvetraných a tektonicky porušených horninách s nízkym nadložím a šmykovou plochou zosuvného delúvia bude strop kaloty, čelo výrubu a bočné steny veľmi nestabilné, s vypadajúcimi úlomkami v strope a vznikom nadvýlomov, s prítomnosťou podzemnej vody. Preto odporúčame raziť tieto úseky pod ochranou mikropilotového dáždnika.

V trase tunela sú podľa geotechnických klasifikácii ako najhoršie hodnotené kvázihomogenné bloky 8, 17 (9, 20 v JTR), blok 11 (12 v JTR), bloky 13,15 (14, 18 v JTR).

V kvazihomogenných blokoch 8,17 (9, 20 v JTR) je kvalita horninového masívu zlá, charakterizovaná triedou IV. V týchto úsekoch vystupujú wettersteinské vápence a sinské vrstvy, preto predpokladáme výraznú nerovnorodosť z hľadiska prítomnosti rôznych litologických typov (prechod z vápencového masívu do sinských vrstiev) a rozličných geotechnických vlastností ako aj rozpojovania hornín. Masív je stredne až silno zvetraný. V úseku vystupujú strmá strižná prešmyková línia priebehu V-Z uklonená k severu, ktorá je zvodnená. Preto je predpoklad, že na kontakte litotypov bude masív výrazne tektonický porušený, s veľkou nestabilitou výrubu a stropu kaloty, so vznikom nadvýlomov a s výraznejšími prítokmi podzemnej vody.

V kvázihomogennom bloku 11 (12 v JTR) bol zistený výskyt krasových dutín v úrovni tunela. Podľa geotechnických klasifikácii je kvalita horninového masívu v KHB-11 veľmi zlá, charakterizovaná triedou V. V úseku vystupujú steinalmské a wettersteinské vápence a dolomity. Masív je zdravý, s výskytom krasových dutín v úrovni tunela. V úseku vystupujú strmé zlomy priebehu S-J, SV-JZ, a taktiež subhorizontálne zlomy vyplnené tektonickým ílom. Vzhľadom na prítomnosť kaverien v úrovni aj v blízkom nadloží tunela, ako aj prestúpenie masívu strmými aj subhorizontálnymi tektonickými poruchami, je predpoklad, že masív bude výrazne tektonicky porušený, s veľkou nestabilitou čela výrubu a stropu kaloty, lokálne aj bočných stien, so vznikom nadvylomov a s väčšími prítokmi podzemnej vody.

V kvázihomogennom bloku 13, 15 (14, 18 v JTR) je kvalita horninového masívu zlá, charakterizovaná triedou IV. Masív je na základe geofyzikálneho profilu (Komoň, 2017) porušený systémom strmých zlomov a puklín, ktoré môžu byt otvorené, skrasovatené, pripadne vyplnené ílom. Vzhľadom na znížené odpory v danom úseku, ktoré odpovedajú krasovým prejavom vo wettersteinských vápencoch, je predpoklad, že masív bude v tomto úseku výrazne tektonicky porušený, s výskytom krasových dutín a puklín, s veľkou nestabilitou výrubu a stropu kaloty, so vznikom nadvýlomov a väčšími prítokmi podzemnej vody.

V úseku južnej tunelovej rúry bol masív rozčlenený na základe IG štruktúrnych vrtov a geofyzikálnych metód na 25 úsekov – kvázihomogénnych úsekoch, s podobnými inžinierskogeologickými a geotechnickými charakteristikami horninového masívu.

4 Hydrogeologické pomery

Hydrogeologické pomery v záujmovom území trasy tunela Soroška sú podmienené geologickou stavbou územia, tektonickým porušením, geomorfologickými, hydrologickými a klimatickými pomermi územia.

V rámci hydrogeologickej rajonizácie (Šuba, 1984) prechádza trasa tunelového úseku rýchlostnej cesty hydrogeologickým rajónom MQ129 Mezozoikum centrálnej a východnej časti Slovenského krasu, čiastkovým rajónom SA50 planín Silickej, Horného vrchu. Zatriedením do útvarov podzemných vôd ide o predkvartérny útvar SK200480KF s dominantnými krasovo-puklinovými podzemnými vodami Slovenského krasu oblasti povodí Hron a Hornád (Kullman E. a kol., 2005). Podľa členenia štruktúr patrí dotknuté územie k hydrogeologickej štruktúre Horného vrchu (Orvan, 1986) budovanej karbonátmi silického príkrovu, pričom trasa tunelového úseku prechádza približne jej strednou časťou.

Zvodnenosť komplexu vápencov a dolomitov je závislá na intenzite rozpukania a charaktere puklín. Tektonicky podmienené poruchy v tomto komplexe pokiaľ nie sú vyplnené nepriepustným materiálom pôsobia ako drény krasových vôd, vedú ich do väčších hĺbok. Vápence sú v tejto tektonickej zóne porušené a skrasovatené s obehom podzemných vôd s puklinovo-krasovou priepustnosťou, ktorá je zároveň preferovanou (zvodnenou) oblasťou vstupu zrážkových vôd do štruktúry. Vápence mimo tejto zóny majú puklinovú priepustnosť. Pukliny vo vápencoch vadóznej zóny sú zväčša vyplnené terrarossou, t.j. ílovitými rezíduami po rozpúšťaní vápencov, ktoré upchávajú odtokové pukliny, čím sa lokálne môže meniť hydrodynamický režim podzemných krasových vôd.

Podzemné vody sú v krasovom prostredí v podstatnej miere dopĺňané infiltráciou zrážok. Ich zastúpenie, distribúcia a odvádzanie sú ovplyvňované dobre rozvinutými povrchovými a podzemnými krasovými formami. Povrchové zrážkové vody postupne infiltrujú cez porušený skrasovatený povrch, cez priepasti a ponory do systému krasových kanálov, a prenikajú tiež do hlbinných obehov spodnej freatickej zóny až pod eróznu bázu. Tieto pukliny a dutiny endokrasovej zóny sú prechodne alebo trvale vyplnené vodou. Vertikálny pohyb zrážkovej vody prestupujúcej krasovo-puklinovým prostredím je komplikovaný a vo veľkej miere závisí na charaktere a porušenosti horninového prostredia.

Z Grafu č. 1 je zrejmé že piezometrická výška ustálených hladín podzemných vôd v prostredí steinalmských a wettersteinskych vápencov a dolomitov silického príkrovu hydrogeologickej štruktúry Horného vrchu s puklinovo-krasovou priepustnosťou v km cca od 1,92 do km 4,16 bola zistená približne v úrovni od 373 m n. m. do 329 m n. m. Ide o prirodzené úrovne piezometrických hladín podzemných vôd, zistené počas podrobného prieskumu, ktorých úroveň sa v závislosti od stavu nasýtenia hydrogeologickej štruktúry podzemnou vodou môže v čase meniť, najmä prestupom efektívnych zrážok do prostredia pri topení snehovej pokrývky v kombinácii s otepľovaním, alebo po dlhotrvajúcich prívalových dažďoch. Niveleta projektovaného cestného tunela Soroška bude v smere od severozápadu klesať približne z cca 341 m n. m. k juhovýchodu na výšku cca 272 m n. m. t.j. s výškovým rozdielom približne 69 m. Z uvedeného vyplýva, že úsek projektovaného cestného tunela Soroška, ktorý bude razený v krasovo-puklinovom prostredí karbonátov silicika budú tunelové rúry drénovať masív. Preto tunel bez kompenzačných opatrení predstavuje líniový drenážny prvok a môže ovplyvňovať stav vôd v útvare podzemných vôd.



Graf 1 Spoločný graf úrovní piezometrických hladín podzemnej vody vo vrtoch realizovaných v krasovo-puklinovom prostredí otvoreným a uzavretým systémom meraní, (Coplákova in Grenčíková et al., 2017)

Graph 1 Common graph of groundwater piezometric levels in boreholes realized in karstcrack environment with open and closed measurement system, (Coplákova in Grenčíková et al., 2017)

Pre objasnenie vplyvu tunela a obehu podzemných vôd dotknutých vodných zdrojov a povrchových tokov boli realizované komunikačné stopovacie skúšky s dobou trvania 3 mesiace. Komunikačnými stopovacími skúškami boli aplikované do 3 tunelových vrtov stopovacie roztoky, pričom bola zistená ich pozitívna detekcia na 4 významných miestach. Z interpretácie výsledkov stopovacích skúšok bol preukázaný generálny smer prúdenia stopovačov unášaných prúdom podzemnej vody smerom od SZ k JV, doba zdržania sa stopovača v horninovom prostredí, stredná rýchlosť prúdenia a tiež podzemné hydrologické prepojenie tunelového úseku a niektorých využívaných prameňov v Krásnohorskej Dlhej Lúke. V minulosti uvádzajú autori Boroš, Ščuka (1984) pozitívnu stopovaciu skúšku roztokom fluoresceínu, ktorý bol aplikovaný na dno Jablonovskej priepasti s hĺbkou priepasti 42 m a bol detekovaný v prameni Eveteš. Priepasť sa nachádza SV od kóty Hradište, východne od sedla Soroška. Výsledky stopovacích skúšok vo vzťahu k tunelu sme graficky vyjadrili na nasledujúcom obrázku č. 6.

Výsledky komunikačných skúšok pomocou indikátorov tiež poukázali na možné podzemné prepojenie resp. aj možné pokračovanie ďalších doteraz nezmapovaných podzemných priestorov NPR Hrušovská jaskyňa a tiež podzemné hydrologické prepojenie a dotovanie časti podzemných vôd z úseku tunela do 2 prameňov v Krásnohorskej Dlhej Lúke.



Obr. 6 Grafické zobrazenie miest aplikácie stopovačov do 3 vrtov a 4 miest pozitívnych stopovacích skúšok, (Coplákova in Grenčíková et al., 2017) Fig. 6 Graphic view of the dye tracer application and their location into 3 boreholes and 4 places with a positive dye test, (Coplákova in Grenčíková et al., 2017)

5 Záver

V etape podrobného inžinierskogeologického a hydrogeologického prieskumu úseku rýchlostnej cesty R2 Rožňava – Jablonov nad Turňou, sa zhodnotili inžinierskogeologické, geotechnické a hydrogeologické pomery v trase tunela Soroška. Úlohou prieskumu bolo overenie geologicko - tektonickej stavby, rozčlenenie a charakteristika horninového masívu tunela Soroška. V tunelových rúrach boli vyčlenené kvázihomogénne bloky, v ktorých bola hodnotená kvalita horninového masívu na základe klasifikácií horninového masívu podľa Bieniawskeho (1989) a Tesařa (1989). Z charakteristiky vyčlenených úsekov vyplynula celková kvalita horninového masívu, v triede od veľmi zlej po uspokojivú. Výrazný vplyv na kvalitu horninového masívu mali najmä prítomnosť podzemnej vody, hustota, roztvorenosť, výplň a orientácia diskontinuít a stupeň pevnosti hornín.

V trase razenej severnej tunelovej rúry (4215 m) predstavujú veľmi zlú kvalitu horninového prostredia úseky v dĺžke 511 m (12 %), zlú kvalitu horninového prostredia predstavujú úseky v dĺžke 1643 m (39 %) a uspokojivú kvalitu horninového prostredia predstavujú úseky v dĺžke 2061 m (49 %).

V trase razenej južnej tunelovej rúry (4222 m) predstavujú veľmi zlú kvalitu horninového prostredia úseky v dĺžke 497 m (12 %), zlú kvalitu horninového prostredia predstavujú úseky v dĺžke 1641 m (39 %) a uspokojivú kvalitu horninového prostredia predstavujú úseky v dĺžke 2048 m (49 %).

Z geotechnického hľadiska bola zistená výrazná heterogenita v geotechnických vlastnostiach najmä v úsekoch s výskytom verfénskeho súvrstvia (sinské a bodvasilašské vrstvy). Značné rozdiely prevažne v pevnostných a pretvárnych charakteristikách boli spôsobené striedaním sa vrstiev pevnejších vápencov, pieskovcov s menej pevnými bridlicami, príp. slieňovcami. Ďalším nepriaznivým faktorom bolo časté tektonické porušenie hornín s výskytom tektonicky porušených zón charakteru tektonických brekcií, prípadne hornín porušených na drobné úlomky často s ílovitou výplňou.

Na základe geotechnických parametrov sa ako najvhodnejšie úseky pre razenie tunela javia neporušené masívne strednotriasové vápence a dolomity, v ktorých bola zistená prevažne vysoká až veľmi vysoká pevnosť.

Literatúra

Bieniawski, Z. T.: Engineering Rock Mass Classification: a complete manual for engineers and geologist in mining, civil and petroleum engineering. A Wiley-Interscience publication, 1989, 249 s.

Tesař, O.: Klasifikace skalných a poloskalných hornín pro podzemní stavby. Autoreferát k disertační práci. Ved. rada UK Praha, 1989, 23 s.

Grenčíková, A., et al., 2017: Záverečná správa, Rýchlostná cesta R2 Rožňava - Jablonov nad Turňou. Podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum. DPP Žilina, s.r.o.,

Mašlárová, I., et al., 2012:. Záverečná správa geologickej úlohy, Rýchlostná cesta R2 Rožňava – Jablonov nad Turňou, Orientačný inžinierskogeologický prieskum, Uranpres, s.r.o., Spišská Nová Ves.

Soták, J., 2017: Petrografická analýza a stratigrafické vyhodnotenie vzoriek z prieskumnej úlohy R2 Rožňava – Jablonov nad Turňou.

Komoň, J., et al., 2017: Rýchlostná cesta R2 Rožňava - Jablonov nad Turňou, Geofyzikálne merania metódou CSAMT v úseku projektovaného tunela Soroška (km 6.4 - km 10.9), Koral, s.r.o. Nad Medzou 2, 052 01 Spišská Nová Ves.

Kullman E. a kol.,2005: Vymedzenie útvarov podzemných vôd na Slovensku v zmysle rámcovej smernice o vodách 2000/60/ES, čas. Podzemná voda, XI/2005 č.5

Orvan, J. a kol.1986: Rožňava-Horný vrch, predbežný hydrogeologický prieskum. Manuskript-archív GÚDŠ Bratislava

Boroš R., Ščuka J., 1984: Hrušovská jaskyňa. Slovenský kras, Liptovský Mikuláš, 22