

# POZNATKY Z ADAPTÁCIE RAZENIA NA IN SITU PODMIENKY V TUNELI OVČIARSKO

## LESSONS LEARNED FROM THE ADAPTATION OF EXCAVATION TO THE IN-SITU CONDITIONS IN OVČIARSKO TUNNEL

IGOR JURÍK, MARTIN UDIČ, LADISLAV GREGA, JOZEF VALKO,  
PETER JANEĀA

### ABSTRAKT

Reálne zastihnuté inžinierskogeologické podmienky horninového masívu v plnom profile tunela Ovčiarско mali za následok využitie vystrojovacích tried, ktoré vo fáze dokumentácie na realizáciu stavby neboli projektované. Zodpovedný projektant tunela počas vlastného razenia naprojektoval v zmysle TP 021, Časť 1: Cyklické razenie, dodatočné vystrojovacie triedy 4/1 a 4/2 pre zlepšené inžinierskogeologické prostredie horninového masívu a vystrojovacie triedy 8/1, 8/1MP a 7MPZ pre priportálové úseky od východného portálu, kde horninový masív bol lokálne až charakteru zemín. Príspevok sa zaoberá využitím novo naprojektovaných vystrojovacích tried. Ďalej príspevok rieši realizáciu sanácie portálovej steny od východného portálu, ktorá bola nutná z dôvodu vzniku vertikálnej praskliny po vyrazení 4,95 metra v južnej tunelovej rúre a realizáciou zmáhania mimoriadnej udalosti v km 2,575 600 trasy.

### ABSTRACT

The actually encountered engineering geological conditions of the ground mass in the full profile of the Ovčiarско tunnel led to the application of excavation support classes which had not been designed in the phase of the work on the design of means and methods. The responsible tunnel designer designed additional excavation support classes in the meaning of the TP 021 specifications, Part 1: Cyclical tunnelling during the course of the tunnel excavation, namely classes 4/1 and 4/2 for improved engineering geological conditions of the ground mass and excavation support classes 8/1, 8/1MP and 7 MPZ for portal sections from the eastern portal, where the ground mass had locally even the character of soils. The paper deals with the use of the newly designed excavation support classes. In addition the paper solves the realisation of the stabilisation of the portal wall at the eastern portal, which was necessary because of the origination of a vertical crack after completing the excavation of 4.95 metres in the southern tunnel tube and as a result of the realisation of the recovery of the tunnel after an extraordinary event at chainage km 2.575600 of the motorway route.

### ZÁKLADNÉ CHARAKTERISTIKY TUNELA OVČIARSKO

Diaľničný tunel Ovčiarско je súčasťou úseku diaľnice D1 Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka, ktorý sa nachádza v Žilinskom okrese. Celková projektovaná dĺžka tunela vrátane hĺbených častí predstavuje 2356,1 m, čím sa tunel podľa STN 73 7507 radí do dĺžkovej kategórie stredne dlhé tunely. Postup výstavby sa riadi Novou rakúskou tunelovacou metódou (NRTM).

Tunel je realizovaný dvomi samostatnými tunelovými rúrami, ďalej pozostáva z piatich prechodných a troch prejazdnych priečnych prepojení. Zároveň sú v každej tunelovej rúre tri jednostranné núdzové zálivy dĺžky 50 m. Zo západného portálu sa razí dovrchne; v severnej tunelovej rúre (STR) je výškové vedenie trasy 1,68 ‰ a v južnej tunelovej rúre (JTR) 1,70 ‰. Priečny sklon je v rozsahu od 0,0 ‰ po max. 4,7 ‰.

Investorom výstavby je Národná diaľničná spoločnosť, a. s., zhotoviteľom Združenie Ovčiarско a podzhotoviteľom, realizátorom samotnej výstavby tunela Ovčiarско je spoločnosť Uranpres, spol. s r. o., Prešov.

### INŽINIERSKOGEOLOGICKÁ A HYDROGEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA HORNINOVÉHO MASÍVU

Opis geologickej stavby masívu a zhodnotenie inžinierskogeologických a hydrogeologických pomerov vychádza z regionálnych i miestnych prieskumov realizovaných v minulosti. Podrobný inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum (IGHP) pre tunel Ovčiarско bol realizovaný formou prieskumnej štólne (PŠ) v rozmedzí rokov 1996 až 1998.

### BASIC CHARACTERISTICS OF THE OVČIARSKO TUNNEL

The Ovčiarско motorway tunnel is part of the Hričovské Podhradie – Lietavská Lúčka section of the D1 motorway, which is located in the district of Žilina. The aggregate design length of the tunnel including cut-and-cover parts amounts to 2356.1m, which means that the tunnel is categorised in terms of the length according to the STN 73 7507 standard as a medium-long tunnel. The construction procedure follows the New Austrian Tunnelling Method (the NATM).

The tunnel is formed by two separate tunnel tubes and, in addition, consists of five cross passages for pedestrians and three cross passages passable for vehicles. At the same time there are three 50m long, one-sided emergency lay-bys in each tunnel tube. The tunnel is being driven uphill from the western portal; the vertical alignment in the northern tunnel tube (NTT) and the southern tunnel tube is on the gradient of 1.68‰ and 1.70‰, respectively. The crossfall ranges from 0.0% to the maximum of 4.7%.

The project owner is Národná Diaľničná Spoločnosť, a. s. (the National Motorway Society), the contractor is Združenie Ovčiarско (Ovčiarско Consortium) and the sub-contractor for the realisation of the Ovčiarско tunnel construction is Uranpres, spol. s r. o., Prešov.

### ENGINEERING GEOLOGICAL AND HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GROUND MASS

The description of the geological structure of the ground mass and the assessment of the engineering geological and hydrogeological



Obr. 1 Prerážka severnej tunelovej rúry  
Fig. 1 Northern tunnel tube breakthrough

V záverečnej správe „Podrobný IGHP formou PŠ pre tunel Ovčiarsko“ (Matejček, A. et al., 1998) bolo vyčlenených 9 základných kvázihomogénnych geotechnických blokov a ich podbloky. Na základe týchto blokov boli následne vyčlenené združené geotechnické bloky G0 až G3, pričom symbol G0 reprezentoval portálové oblasti tunela.

Geotechnický úsek G1 je charakterizovaný ako horninový masív najviac tektonicky porušených hornín (min. 1 m), s nepriaznivou orientáciou plôch nespojitosti smerom do výrubu. Porušené horniny a lokálne horniny charakteru zemín sú výrazne nestabilné, pri styku s vodou meniace svoje geomechanické (hlavne objemové) charakteristiky.

Úsek G2 predstavuje tektonicky málo až stredne porušené súvrstvia so šírkou min. 0,1 m, lokálne min. 1 m. Horniny vykazujú aj výrazne vyššiu pevnosť oproti predchádzajúcemu úseku.

V geotechnickom úseku G3 je masív charakterizovaný ako masív s ojedinelými tektonicky porušenými zónami šírky max. min. 0,1 m a pevnosti horninového materiálu až do 50–90 MPa. V tomto úseku prevláda zastúpenie pieskvcov, zlepcov nad ílovcami a slieňovcami s rôznym stupňom litifikácie a druhom tmelu.

## PREDPOKLADANÉ A SKUTOČNE REALIZOVANÉ VYSTROJOVACIE TRIEDY

Ako klasifikačná metóda hodnotenia kvality horninového masívu počas prieskumu realizovaného PŠ bola využitá metóda podľa Tesařa (QTS) a hodnotenie vyčlenených kvázihomogénnych blokov a podblokov na základe rakúskej normy ÖNORM 2203-1 (obdobie platnosti od roku 1993 do 2001).

Detailné zhodnotenie horninového masívu bolo základom predpokladu vystrojovacích tried pre razenie tunela Ovčiarsko počas projektovej fázy dokumentácie na realizáciu stavby (DRS). Na základe bodovej charakteristiky masívu a statických výpočtov zodpovedný projektant stavby navrhol v zmysle TP 021, Časť 1: Cyklické razenie, vystrojovacie triedy (staršie označenie TP 06-1/2006) od najľahších, po najťažšie nasledujúce vystrojovacie triedy: 5/1, 5/2, 6/1, 6/2, 6/3, 6/4, 6/5, 7/1, 7/2 a 7MP pre bežný profil tunela a vystrojovacie triedy 5/1, 6/1, 6/4 a 7/1 pre profil núdového zálivu.

Razenie tunela Ovčiarsko začalo v STR 22. 7. 2014 a v JTR 7. 8. 2014. Oficiálna prerážka STR (obr. 1) bola realizovaná dňa 28. 4. 2016 v staničení trasy 2,04058 km a tunelovom metri (TM) 1751,58 m od západného portálu (ZP). Prerážka JTR bola

conditions is based on regional and local surveys carried out in the past. A detailed engineering geological and hydrogeological survey (EGHS) for the Ovčiarsko tunnel was carried by driving an exploratory gallery (ExG) between 1996 and 1998.

Nine basic quasi-homogeneous geotechnical blocks and their sub-blocks were determined in the final report “Podrobný IGHP formou PŠ pre tunel Ovčiarsko” (Matejček, A. et al., 1998) (“Detailed EGHS for the Ovčiarsko tunnel in the form of an ExG”). Combined geotechnical blocks G0 through to G3 were subsequently determined on the basis of those blocks, where symbol G0 represented portal areas of the tunnel.

Geotechnical section G1 is characterised as a ground massif formed by tectonically most disturbed rock types (min. 1 m) with unfavourable orientation of discontinuity surfaces heading inside the excavated opening. The disturbed rock types and local ground mass with the character of soils are significantly instable, changing their geomechanical (above all volumetric) characteristics on contact with water.

Section G2 represents tectonically little to medium disturbed series of layers min. 0.1m, locally min. 1m. The rock types exhibit even significantly higher strength in comparison with the preceding section.

In geotechnical section G3 the rock massif is characterised as a massif with isolated tectonically disturbed zones with the thickness of min. 0.1m and the strength of the rock material up to 50–90MPa. The representation of sandstone and conglomerates prevails over claystone and marlite with various degree of lithification and various types of cement.

## ASSUMED AND ACTUALLY REALISED EXCAVATION SUPPORT CLASSES

The QTS classification method according to Tesař was applied to the assessment of the rock mass quality during the survey realised by means of the exploratory gallery and the assessment of quasi-homogeneous blocks and sub-blocks carried out on the basis of the Austrian ÖNORM 2203-1 standard (the validity period from 1993 to 2001).

The detailed assessment of the rock mass was the basis for the assumption for excavation support classes for driving the Ovčiarsko tunnel during the means and methods designing phase. On the basis of point characteristics of the rock mass and structural analyses, the responsible construction designer proposed the following support classes, in the meaning of the TP 021 specifications, Part 1: Cyclic tunnelling, Excavation support classes (older marking TP 06-1/2006). The classes were arranged from the easiest to the most difficult one: 5/1, 5/2, 6/1, 6/2, 6/3, 6/4, 6/5, 7/1, 7/2 and 7MP for the common tunnel profile and excavation support classes 5/1, 6/1, 6/4 and 7/1 for the emergency lay-by profile.

The excavation of the Ovčiarsko tunnel commenced in the NTT on 22nd July 2014 and in the STT on 7th August 2014. The official NTT breakthrough (see Fig. 1) took place on 28th April 2016 at the motorway chainage km 2.04058 and the tunnel chainage meter 1751.58 (measured from the western portal). The STT breakthrough was realised on 12th July 2016 at the motorway chainage km 2.22969 and the tunnel chainage meter 1967.69 (measured from the western portal).

Several changes in comparison with the original design relating to excavation support classes were carried out during the course of the tunnel construction. These changes were caused by the actually encountered conditions of the rock mass, first of all by the reach of tectonics within the larger – full tunnel profile. But it is necessary to say that the lithological and hydrogeological structure nearly completely corresponded to the survey results. For that reason additional excavation support classes 4/1, 4/2, 8/1, 8/1 MP (canopy tube pre-support) and 7MPZ (canopy tube pre-support under the sinking terrain) were designed during the course of the excavation.



Obr. 2 Charakteristická čelba súľovských zlepcov, kde sa realizovali najdlhšie zábery v kalote  
 Fig. 2 Characteristic excavation face in Súľov conglomerates, where the longest excavation advance rounds were realised at the top heading

realizovaná dňa 12. 7. 2016 v staničení trasy 2,22969 km a TM 1967,69 od ZP.

Počas vlastnej výstavby tunela došlo k niekoľkým zmenám oproti pôvodnému projektu, týkajúcich sa vystrojovacích tried razenia. Tieto zmeny boli spôsobené reálne zastihnutým stavom horninového masívu a hlavne dosahom tektoniky vo väčšom – plnom profile tunela. Je však nutné povedať, že litologická a hydrogeologická stavba takmer plne odpovedala výsledkom z prieskumu. Z tohto dôvodu boli v priebehu razenia dodatočne doprojektované vystrojovacie triedy 4/1, 4/2, 8/1, 8/1 MP (mikropilotový dáždnik) a 7MPZ (mikropilotový dáždnik pod prepadom terénu).

### VYBRANÉ ASPEKTY RAZENIA V TUNELI OVČIARSKO

Vystrojovacia trieda 4/2 bola v STR a JTR použitá v úseku najpriaznivejších inžinierskogeologických charakteristík horninového masívu, kde horninový masív bol tvorený prevažne súľovskými zlepcami a súvrstviem zlepcov, pieskovcov a siltovcov. Horniny vykazovali vysokú pevnosť (zlepence až 50–90 MPa), nízky stupeň zvetrania, nízky stupeň rozpukanosti (RQD lokálne až 100 %) a zároveň priaznivú orientáciu plôch nespojitosti voči smeru razenia (obr. 2). Takéto geologické podmienky umožňovali realizovať najdlhšie postupy na kalote (do 2,2 m) vo vystrojovacej triede 4/2.

Dodatočne naprojektovaná vystrojovacia trieda 4/1 bez použitia oblúkovej výstuže nebola pri výstavbe tunela realizovaná.

Aplikácia vystrojovacích tried 8/1, 8/1 MP a 7MPZ je spojená s razením v tuneli Ovčiarsko od východného portálu (VP).

Na VP boli práce na výstavbe začaté razením JTR v auguste 2014. Po vyrazení 4,95 m v kalote došlo k vzniku trhlin na portálovej stene a sadnutiu celej portálovej steny o cca 5 cm vo vertikálnom smere. Z tohto dôvodu stavebný dozor (SD) a projektant zastavili práce na JTR a zároveň na celom VP tunela Ovčiarsko.

Je nutné dodať, že portálove steny tak od ZP, ako aj od VP boli vybudované v rámci prípravných prác projektov PPP v roku 2010, kde následne neboli dostupné všetky podklady z existujúcej konštrukcie VP.

Po vypracovaní projektu sanácie portálovej steny došlo k samotnej realizácii prác.

Postup prác sanácie portálu bol nasledovný (obr. 3, 4):

- prečistenie existujúcich odvodňovacích vrtov;

### SELECTED ASPECTS OF OVČIARSKO TUNNEL EXCAVATION

Excavation support class 4/2 was used in both the NTT and STT in the section of the most unfavourable engineering geological characteristics of the rock mass, where the rock massif was formed mainly by Súľov conglomerates and a conglomerate, sandstone and siltstone formation. The rocks exhibited high strengths (conglomerates up to 50–90 MPa), low degree of weathering, low degree of fracturing (RQD locally up to 100%) and, at the same time, favourable orientation of discontinuity surfaces relative to the direction of the tunnel excavation (see Fig. 2). Such the geological conditions allowed for the realisation of the longest advance rounds at the top heading (up to 2.2m) in excavation support class 4/2.

The additionally designed excavation support class 4/1 without the application of curved steel ribs was not realised during the tunnel construction.

The application of excavation support classes 8/1, 8/1 MP and 7MPZ is associated with the excavation of the Ovčiarsko tunnel from the eastern portal.

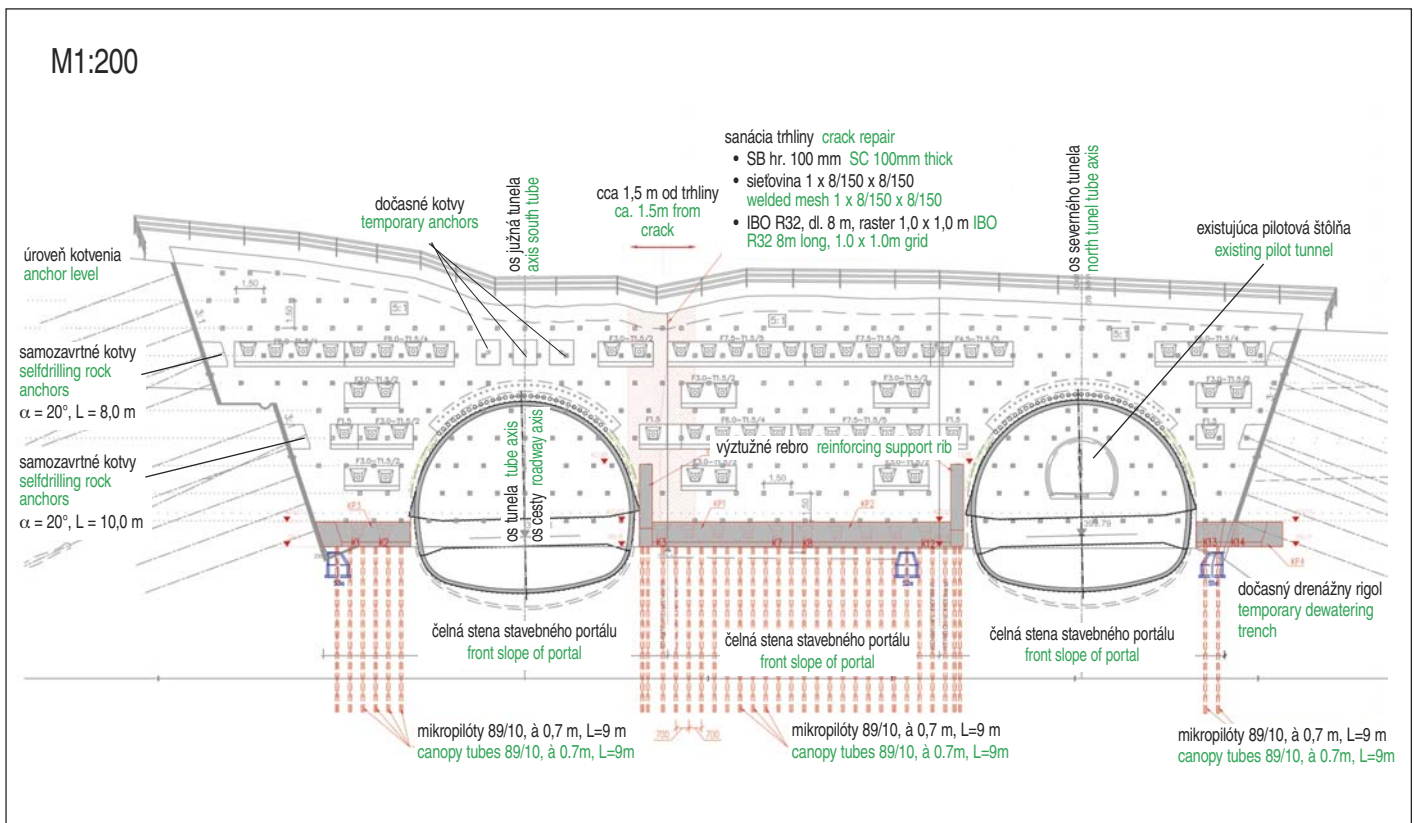
The work from the eastern portal started by the excavation of the STT in August 2014. After completing the excavation of 4.95m at the top heading, cracks developed in the portal wall and the whole portal wall settled vertically about 5cm. For that reason the project owner's supervising engineer and the designer stopped the work on the STT and, at the same time, on the whole eastern portal of the Ovčiarsko tunnel.

It is necessary to add that portal walls of both the western portal and eastern portal were built within the framework of the enabling work operations for the PPP in 2010, where not all source documents from the existing eastern portal structure were subsequently available.

The realisation of the work took place after the design for the stabilisation of the portal wall was completed.



Obr. 3 Miesto porušenia portálovej steny (šípky ukazujú na miesto praskliny)  
 Fig. 3 Portal wall break location (arrows indicate the crack location)



Obr. 4 Pohľad na portálovú stenu s dodatočnými sanačnými opatreniami  
Fig. 4 A view of the portal wall with the additional stabilisation measures

- realizácia šiestich subhorizontálnych odvodňovacích vrtov dĺžky 120 m;
- podchytenie portálovej steny kotevnými prahmi (C30/37 + B500B) založenými na mikropilótach 89/10 dĺ. 9 m 35 ks;
- v mieste vertikálnej praskliny: striekaný betón (SB) C25/30, osadené kari siete 8x150 a samozavrtné svorníky typu IBO R32 dĺ. 8 m (raster 1x1 m);
- prekotvenie lanovými kotvami 14 ks, dĺ. 25 m;
- nad hranou portálu cementová injektáž.

Po realizácii sanačných prác na portálovej stene sa vlastné raziace práce začali v marci 2015 v STR a v JTR sa práce začali v júni 2015.

V dôsledku veľmi nepriaznivých inžinierskogeologických charakteristík horninového masívu pri nadväzujúcom razení JTR od VP, kde horniny boli až charakteru zeminy, došlo dňa 7. 8. 2015 k vytlačeniu čelby kaloty do tunelovej rúry. Pri otvárani zaberu zároveň došlo k prelomeniu rúr ochranného mikropilótového



Obr. 5 Vytlačenie horninového materiálu do tunelovej rúry s deformáciou rúr mikropilótového dáždnika a priehradových nosníkov  
Fig. 5 Ground material extrusion into the tunnel tube; deformation of canopy tubes and lattice girders

The following process of the portal stabilisation was applied (see Figures 3 and 4):

- clearing the existing drainage boreholes;
- carrying out six 120m long sub-horizontal drainage boreholes;
- underpinning the portal wall with anchoring beams (C30/37 + B500B) founded on 35 pieces of 9m long micropiles 89/10;
- in the location of the vertical crack: shotcrete C25/30 reinforced with KARI welded mesh 8x150mm and 8m long self-drilling rock bolts IBO R32 (1 x 1m grid);
- new anchoring with 14 pieces of 25m long cable anchors;
- cement grouting above the portal edge.

The tunnel excavation work commenced in the NTT and the STT in March 2015 and June 2015, respectively, after the completion of the portal wall stabilisation operations.

As a result of the very unfavourable engineering geological characteristics of the rock mass during the course of the subsequent excavation of the STT from the eastern portal, where the ground even had the character of soils, the top heading excavation face was extruded into the tunnel tube on 7<sup>th</sup> August 2015. The protective canopy tube pre-support and steel ribs broke down and a “daylight” collapse of the ground material developed (see Fig. 5) when the new round of excavation was being opened

The following work procedure was chosen with respect to the need for the immediate stabilisation the collapsed material:

- covering the complete surface of the collapse cone with shotcrete;
- installing two layers of welded mesh 8x8x150;
- applying shotcrete to the upper part of the top heading excavation face;
- installing 8m long IBO R32 self-drilling rock bolts on a 1.5x1.5m grid and subsequently filling the boreholes with cement grout.

The work on the removal of the tunnel collapse was carried out on the basis of the design: “Rehabilitation of the tunnel after the extraordinary event at chainage km 2.575600”.

The initial phase of the design is described above. Its objective was to immediately stabilise the collapsed ground material. The second phase related to the realisation of the rehabilitation of the sunk terrain



Obr. 6 Povrchová depresia vzniknutá prepadosť terénu  
Fig. 6 Surface depression developed by sinking of terrain

dáždnika (MPD), prelomeniu nosníkov a „vykomínovaní“ horninového materiálu až na povrch (obr. 5).

Z dôvodu potreby okamžitej stabilizácie vypadnutého materiálu bol zvolený nasledujúci postup prác:

- celoplošný nástrek závalového kužeľa SB;
- osadenie dvoch vrstiev ocelových sietí 8x8x150;
- nástrek SB do hornej časti čelby kaloty;
- osadenie čelbových samozávrtných svorníkov IBO R32 dĺžky 8 m v rastru 1,5x1,5 m a ich následné zacementovanie.

Vlastná realizácia zmáhania prepadosť terénu bola vykonaná na základe projektu: „Sanácia mimoriadnej udalosti v km 2,575 600“.

Prvá fáza projektu bola opísaná vyššie, kde jej cieľom bola okamžitá stabilizácia vypadnutého horninového materiálu. Druhá fáza sa týkala samotnej realizácie zmáhania prepadosť terénu v tunelovej rúre (obr. 6, 7 a 8).

Postup prác bol nasledujúci:

- navrhovanie sklolaminátových svorníkov dĺžky 16 m do čelby v počte 40 ks s únosnosťou 300 kN, prekotvenie po 10 m;
- navrhovanie dvojradového MPD priemeru 114,3 mm s hrúbkou steny 10 mm v počte 46 ks dĺžky 15 m;
- na podchytenie MPD boli zabudované dva nosníky 126/22/32, ktoré boli následne zastreikované SB spolu s ocelovými sietami;
- vyplnenie vzniknutej depresie na povrchu liatym betónom typu C16/20 v množstve zhruba 100 m<sup>3</sup>;
- technologická prestávka pre vytvrdenie betónu na povrchu.

Realizácia razenia pod MPD vo vstrojovacej triede (VT) 7MPZ bola s postupným členým výlomom čelby kaloty a okamžitým nástrekom SB. Hrúbka SB bola zvolená 0,3 m. Ako radiálne svorníky boli použité samozávrtné svorníky typu IBO R32/280kN dĺžky 6 m.

Razenie vo VT 7MPZ bolo pri rovnakom postupe prác opakované celkovo dvakrát v dĺžke 19,14 m.

## ZÁVER

Ako bolo v príspevku uvedené, počas vlastnej výstavby tunela došlo k dodatočnému doprojektovaniu vstrojovacích tried. Tieto dodatočné zmeny boli spôsobené reálne zachyteným stavom horninového masívu, kde pri interpretácii geologických podmienok zistených pri razení celého profilu tunela lokálne dochádza k odlišnostiam oproti interpretáciám podľa realizovanej PŠ. Z tohto dôvodu boli v priebehu vlastného razenia dodatočne doprojektované vstrojovacie triedy 4/1, 4/2 pre priaznivé inžinierskogeologické podmienky

inside the tunnel tube (see Figures 6, 7 and 8).

The following work procedure was used:

- drilling 40 holes into the excavation face for 16m long glassfibre reinforced plastic rock bolts with the load capacity of 300kN; repeated bolting after 10m;
- drilling holes for a double-row canopy tube pre-support with 46 pieces 15m long tubes 114.3mm in diameter and walls 10mm thick;
- two beams 126/22/32 were incorporated into the structure to underpin the canopy tubes; they were subsequently covered with shotcrete-

te reinforced with steel mesh;

- filling the depression originated on the surface with about 100 m<sup>3</sup> of C16/20-grade poured concrete.

A technological break for hardening the concrete on the surface.

The excavation under the canopy tube pre-support was realised in excavation support class 7MPZ, with the top heading excavated sequentially and the excavation face immediately covered with shotcrete. The thickness of 0.3m was selected for the shotcrete. Self-drilling IBO R32/280kN rock bolts 6m long were used as radial bolts.

The excavation in excavation support class 7MPZ at the length of 19.14m was repeated twice, using the same procedure.

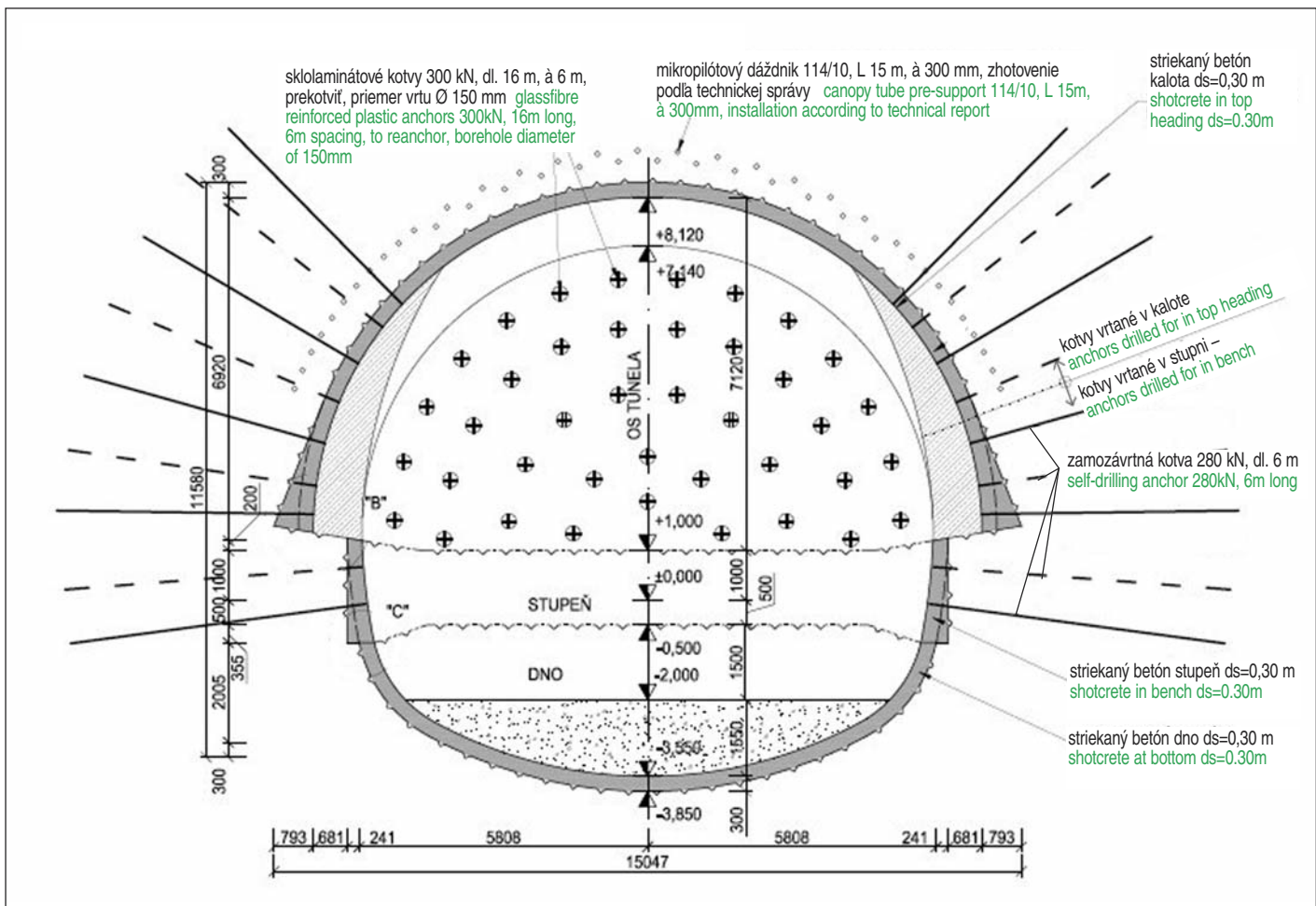
## CONCLUSION

As mentioned above in this paper, additional excavation support classes were designed during the course of the tunnel construction. The additional changes were caused by the actually identified condition of the ground mass, where deviations from the interpretation carried out according to the realised exploratory gallery were locally found by the interpretation of geological conditions carried out during the excavation of the whole tunnel profile. For that reason excavation support classes 4/1 and 4/2 were additionally designed during the



Obr. 7 Pohľad na zaistenú čelbu, sklolaminátové svorníky čelby, dvojradový mikropilotový dáždnik

Fig. 7 A view of the stabilised excavation face, glassfibre reinforced plastic rock bolts installed into the excavation face, the double-row canopy tube pre-support



Obr. 8 Rez po uzavretí profilu VT 7MPZ

Fig. 8 Cross-section after closing the profile, excavation support class 7MPZ

horninového masívu a triedy 8/1, 8/1MP a 7MPZ pre masív tunela tvorený porušenými horninami, resp. horninami až charakteru zemín v prípořtáľových úsekoch tunela od východného portálu.

Výraznejšie problémy pri samotnej výstavbe tunela Ovčiarisko boli spôsobené zastihnutou geológiou od VP, kde horniny až charakteru zemín predstavovali pre realizáciu vlastného razenia nepriaznivé prostredie.

Vznik mimoriadnej udalosti v JTR od VP bol spôsobený nepredvídateľným správaním sa horninového masívu pri otváraňí čelby. Vhodne zvolené okamžité zaistovacie práce prepadu terénu zabezpečili pracovisko a hlavne bezpečnosť pracovníkov. Vykonané práce na zmáňaní prepadu terénu boli realizované v súlade s projektom „Sanácia mimoriadnej udalosti km 2,575 600“. Realizácia prebehla v súlade s požiadavkami na zaistenie bezpečnosti na pracovisku.

Správne zvolený metodický prístup, dodržiavanie technologickej disciplíny a úzka vzájomná spolupráca výkonných a dozorujuúcich zložiek znamenala bezproblémové a bezpečné prekonanie nepredvídateľných okolností pri vlastnej výstavbe tunela.

Ing. IGOR JURÍK, [jurik@uranpres.sk](mailto:jurik@uranpres.sk),  
 Ing. MARTIN UDIČ, Ph.D., [udic@uranpres.sk](mailto:udic@uranpres.sk),  
 Ing. LADISLAV GREGA, Ph.D, [grega@uranpres.sk](mailto:grega@uranpres.sk),  
 Ing. JOZEF VALKO, [valko@uranpres.sk](mailto:valko@uranpres.sk),  
 URANPRESS, spol. s r.o.,  
 Ing. PETER JANEGA, [janega@ekofinas.sk](mailto:janega@ekofinas.sk)  
 EKOFIN a.s.

Recenzovali Reviewed: Ing. Branislav Neuschl,  
 Ing. Róbert Zwilling

tunnel excavation for favourable engineering geological conditions of the rock mass, whilst classes 8/1, 8/1MP and 7MPZ were additionally designed for the tunnel massif formed by fractured rock or ground with the character of up to soils in the portal sections of the tunnel behind the eastern portal.

More significant problems during the Ovčiarisko tunnel construction were caused by the geology encountered when driving from the eastern portal, where ground types with the character of up to soils represented environment unfavourable for the realisation of the tunnel excavation.

The development of the extraordinary event in the STT driven from the eastern portal was caused by the unpredictable behaviour of the ground mass when the heading was being opened. Appropriately selected immediate work on the stabilisation of the sinkhole in the terrain secured the working place and, first of all, the safety of workers. The work on the sinkhole in the terrain was carried out in compliance with the design "Rehabilitation of the tunnel after the extraordinary event at chainage km 2.575600". The work was carried out in accordance with requirements for ensuring safety in the workplace.

The correctly selected methodical approach, maintaining technological discipline and the narrow cooperation of executive and supervising branches meant problem-free and safe overcoming of unpredictable events during the tunnel excavation.

Ing. IGOR JURÍK, [jurik@uranpres.sk](mailto:jurik@uranpres.sk),  
 Ing. MARTIN UDIČ, Ph.D., [udic@uranpres.sk](mailto:udic@uranpres.sk),  
 Ing. LADISLAV GREGA, Ph.D, [grega@uranpres.sk](mailto:grega@uranpres.sk),  
 Ing. JOZEF VALKO, [valko@uranpres.sk](mailto:valko@uranpres.sk),  
 URANPRESS, spol. s r.o.,  
 Ing. PETER JANEGA, [janega@ekofinas.sk](mailto:janega@ekofinas.sk), EKOFIN a.s.