

VÝSTAVBA TUNELU BANCAREVO V SRBSKU NA DÁLNICI NIŠ – DIMITROVGRAD

CONSTRUCTION OF TUNNEL BANCAREVO, HIGHWAY E80, NIŠ – DIMITROVGRAD, SERBIA

Josef Bača¹
Miroslav Rypáček²
Zbyněk Kaisr³

Abstrakt

V současné době probíhá v Srbsku realizace mnoha staveb dopravní infrastruktury. Jedním z těchto projektů je i napojení dálniční sítě Srbsko-Bulharsko v jihovýchodní části země – dálnice E 80 Niš (Prosek) - Dimitrovgrad (hranice s Bulharskem). Tunel Bancarevo, Lot 3, je součástí výstavby západní sekce Prosek – Červená Řeka, 20 km východně od třetího největšího srbského města Niš, kde v 500 m n. m. dálnice překonává hřeben pohoří Suva Planina.

Tunel Bancarevo se sestává ze dvou hloubených portálů a dvou dvoupruhových tubusů, každý o délce cca 700 m, z toho cca 600 m ražených. Ražený profil je 95 m². Šířka vozovky v tunelu je uvažována 8,5 m s proměnným podélným sklonem 0,3 – 3,8 % a výškou průjezdného profilu 4,75 m.

Výstavba Tunelu Bancarevo započala v březnu 2012, předpoklad jejího dokončení je v prosinci 2015. Smlouva o dílo je typu červený FIDIC. Ražba tunelu Bancarevo (říjen 2012 – červenec 2014) proběhla dle zásad „Nové Rakouské Tunelovací Metody“. Zadávací dokumentace uvažovala pro jednotlivé geotechnické třídy jak s mechanickým rozpojováním horniny, tak i s použitím trhačích prací. Ty však vzhledem ke skutečným geotechnickým podmínkám nebyly využity.

Abstract

There are many construction projects of transport infrastructure under implementation in Serbia. One of these projects is a connection of Serbian and Bulgarian motorway networks in the southeastern part of the country. It is a motorway E 80 (Koridor X) from Nis (Prosek) to Dimitrovgrad (border with Bulgaria). Tunnel Bancarevo, Lot 3, is a middle part of the western section (Prosek-Crvena Reka), 20 kilometers to the east from the third largest Serbian city of Nis, where in attitude of 500 m the motorway overtakes the Suva Planina mountain.

The Bancarevo Tunnel consists of two large portal pits and two double carriage way tubes, each 700 m long, of which 600 m excavated, tunnel tube cross section 95 m². 8.5m wide road is planned in longitudinal gradient of 0.3 to 3.8 %. The clearance envelop is 4.75 m high.

Construction of Tunnel Bancarevo commenced in March 2012, the expected completion date is December 2015. The tunnel Bancarevo (10/2012 - 7/2014) was excavated according to the principles of the "New Austrian Tunnelling Method". Tender documentation expected wide scope of geotechnical classes excavated mechanically or with help of blasting works. In fact the ground was softer than expected and blasting wasn't used at all.

¹Ing. Josef Bača, Subterra a.s., Koželužská 2246/5, 180 00 Praha 8 – Libeň, Česká republika,
Tel: +420 602 227 391, email: jbača@subterra.cz

²Ing. Miroslav Rypáček, Subterra a.s., Koželužská 2246/5, 180 00 Praha 8 - Libeň, Česká republika,
Tel: +420 724 871 425, email: mrypacek@subterra.cz

³Ing. Zbyněk Kaisr, Subterra a.s., Koželužská 2246/5, 180 00 Praha 8, Česká republika,
Tel: +420 724 252 303, email: zkaisr@subterra.cz

1 Úvod

Dálniční síť Srbska prochází v posledních letech rozsáhlou proměnou. Ve výstavbě je téměř 260 km nových dálnic, po jejichž dokončení bude mít srbská dálniční síť celkovou délku okolo 1100 km. Jedním z těchto nových projektů je i dokončení dlouhá léta plánované dálnice A 4 v jihovýchodní části země, která bude tvořit spojení s Bulharskem a především s jeho od hranic nepříliš vzdáleným hlavním městem Sofií. Dálnice je součástí pan-evropského dálničního Koridoru X spojujícího Salzburg v Rakousku se Soluní v Řecku, na trase mezinárodní silnice E80.

Výstavba dálnice byla rozdělena na 6 sekcí. Tunel Bancarevo je součástí Sekce 1, Prosek-Crvena reka délky 22,5 km, jako její střední část s označením „Lot 3“. Tunel se nachází v oblasti Suva Planina v horském prostředí v nadmořské výšce 500 m n. m. Je situován přibližně 20 km východně od regionálního centra jižního Srbska, města Niš.



Obr. 1 Lokalita stavby

Fig. 1 Site location

Výstavba tohoto úseku dálnice je spolufinancována Evropskou investiční bankou, koordinuje ji státní organizace Koridori Srbije d.o.o. (Objednatel) prostřednictvím mezinárodní inženýrské skupiny Eptisa (Inženýr). Projektové práce zastřešuje projekční kancelář Institut za

pute a.d. přímo pro Objednatele – smlouva o dílo je tedy typu červený FIDIC. Dodavatelem stavby je česká firma Subterra a. s., která má bohaté zkušenosti z realizace mnoha podobných staveb jak v Česku, tak i v zahraničí.

2 Základní parametry stavby

Tunel se skládá ze dvou dvoupruhových tunelových trub o délkách 717 m (levá trouba) a 733 m (pravá trouba) a ze dvou hloubených portálů (Západní směrem k Niši, Východní směrem na Sofii). Horninový pilíř mezi rourami dosahuje šíře 30 – 45 m. Hloubené úseky jsou na východním portále dlouhé cca 75 m, na západním portále cca 40 m. Rozdílná délka tunelových rour je dána směrovým řešením. Levý tubus je směrově rovný, pravý je veden v oblouku o poloměru 1250 m.



Obr. 2 Situace tunelu

Fig. 2 Tunnel layout

Podélný sklon tunelu se pohybuje v rozpětí hodnot 0,3 % až 3,8 %, příčný sklon mezi 2,5 % až 4,5 %. Plocha výrubu je dle tunelového typu 81 až 110 m², plocha výrubu v případě nouzového zálivu dosahuje 127 m². Nadloží dosahuje výšky až 80 m.

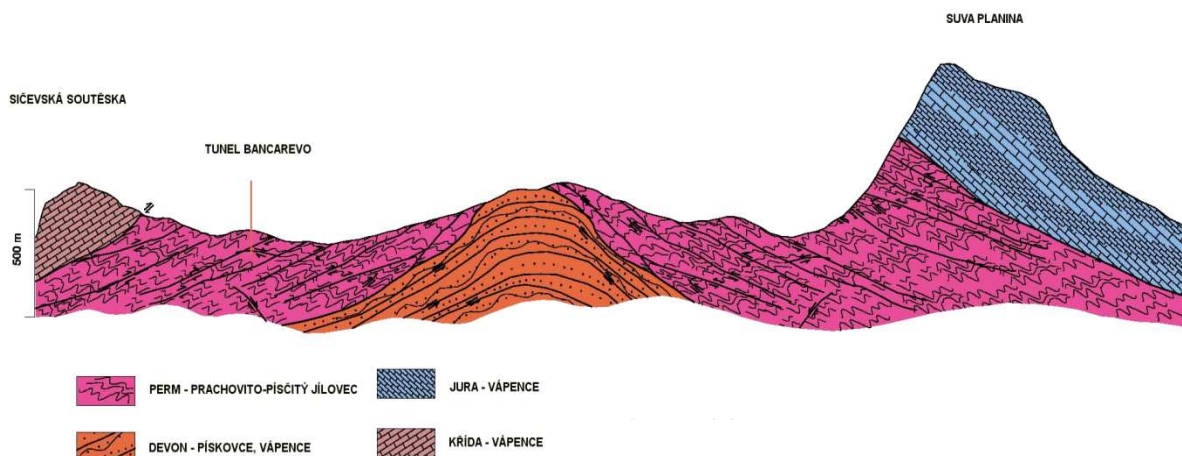
Trouby jsou navzájem propojeny třemi nouzovými propojkami, které kromě únikových cest slouží i jako technologické prostory s rozvodnami slaboproudu a silnoproudu. Ve střední propojce je prostor pro diesel agregáty zajišťující v případě potřeby nouzový přísun elektrické energie pro obsluhu tunelu. Kromě toho každý tubus obsahuje sedm SOS výklenků a sedm výklenků s protipožárními hydranty. Ve zhruba polovině délky každého tubusu je situován nouzový záliv o délce 45 m.

V obou rourách tunelu je navržena betonová vozovka o šířce 8,5 m, která zahrnuje dva jízdní pruhy šíře 3,75 m a dva krajní pruhy o šířce 0,5 m. Světlá výška průjezdného profilu v tunelech je 4,75 m, průchozí pro pěší je 2,25 m.

Součástí dodávky je i provedení požárního vodovodu, drenážního systému pro odvod kontaminované vody z povrchu vozovky do čistících stanic umístěných před východním portálem tunelu, dodávka dopravního značení a nátěru tunelu.

3 Geologická a hydrogeologická situace

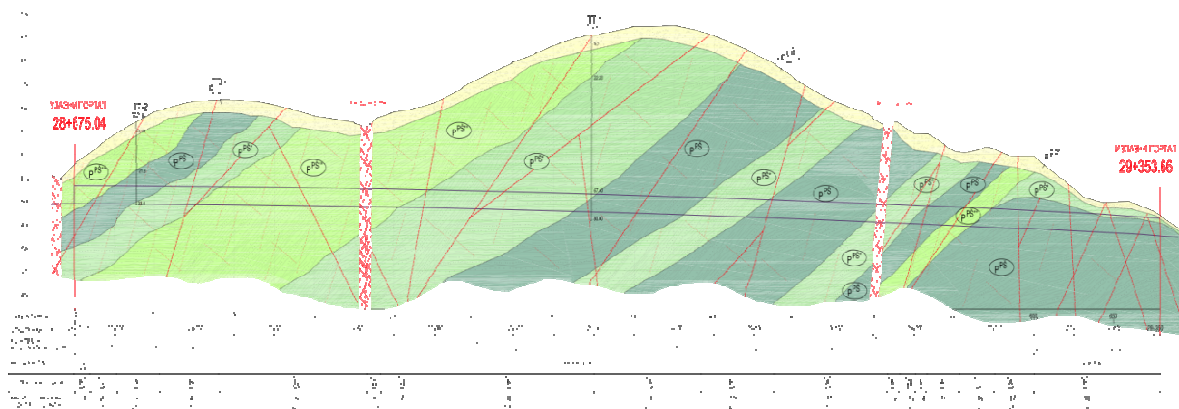
Oblast výstavby tunelu je součástí Balkánského horského systému, odděleného od tzv. Srbských Karpat údolím řeky Nišavy. Tunel Bancarevo se nachází ve složité antiklinále (příkrovu) budující region Suva planina, na jejích severovýchodních svazích.



Obr. 3 Schematický geologický řez východ - západ
Fig. 3 Geological cross-section East - West

Pohoří vzniklo vlivem horizontálních posunů během Alpínského vrásnění, v jejichž důsledku byly přes podložní permské prachovce a pískovce přesunuty vápencové horniny. Tyto vápencové horniny byly následně na značné části území denudovány a v současnosti tvoří výrazné hřebeny severně a jižně od místa stavby. Dle stupně narušení a intenzity rozpukání byly v projektu uvedeny čtyři typy geologického prostředí:

- Dgr - Zcela degradovaná hornina charakteru zeminy s úlomky horniny včetně kvartéru
- PPŠ** - rozpadlé pískovce a prachovce
- PPŠ* - oslabená zóna pískovců a prachovců
- PPŠ - zóna zdravých a navětralých pískovců a prachovců



Obr. 4 Geologický podélný profil - zadávací dokumentace
Fig. 4 Geological longitudinal section – tender documentation

Obecně platí, že méně kvalitní horniny tvořily většinu objemu v trase ražení tunelu. Parametry těchto materiálů odpovídají zeminám označovaným v Čechách dle původních norem ČSN 72 1001 a 73 1001, symboly F1 až F3 v případě jemnozrnných, eventuálně S4 a S5 v případě písčitých zemin.

Vlastní trasa dálnice a tunelu je umístěna v komplexu červených sedimentů jílovcovito – prachovcovito – písčitého charakteru (zde je nazýván „permské červené pískovce“). Souvrství je mocné několik stovek metrů. Označení pískovce není zcela adekvátní, protože hornina je z hlediska zrnitostního složení spíše prachovo – jílovitá spojená železitým (limonitovým) tmelem, který způsobuje její výrazně červené zbarvení. Souvrství není jednolitě, ale střídají

se v něm polohy pevné a odolné vůči zvětrávání, což bylo zřejmé jak z odkrytých svahů, čeleb tunelů, tak i z vytěžené horniny na skládce rubaniny.

Jelikož se jedná o sedimentární horniny nejvýraznějším systémem diskontinuit jsou vrstevní plochy vzdálené v řádu 2 cm až 2 m. Dominance vrstevních ploch je velice zřetelná v případě méně odolných poloh, kdy je blok horniny ponechán působení atmosférických vlivů. V tomto případě dochází velice rychle k rozpadu na ploché, střípkovité úlomky o velikosti několika cm a hornina rychle degraduje na prachovitou hlínu s úlomky. Je možné, že k tomuto procesu může výrazně přispívat i uvolnění původní napjatosti v masivu. Nicméně určité polohy odolávají zvětrávání výrazně lépe a na blocích horniny není ani po delší době viditelný prakticky žádný rozpad.



Obr. 5 Typická erozní rýha
Fig. 5 Typical ravine erosion



Obr. 6 Příklad rozpadání a zvětrávání horniny
Fig. 6 Example of erosion and dissolution

Vlivem tektonických pohybů je souvrství silně tektonicky narušené. Výrazný vliv tektoniky je zřejmý i z geomorfologie regionu, při pohledu na topografickou mapu nebo satelitní snímky jsou na první pohled zřetelné shodné průběhy horských hřbetů, údolí a ostatních struktur. Tyto směry spolu se směrem vrstev předurčují charakter porušení horninového masívu v trase stavby. Uvedeným směrům odpovídají i měření směrů a sklonů diskontinuit na čelbách tunelů. Rovněž se prokázalo, že podél těchto struktur zasahují porušené zóny do větších hloubek, tedy i do trasy tunelu.

Z hydrogeologického pohledu okolí tunelu Bancarevo náleží do povodí Kunovické a Červené řeky. Plocha povodí v zóně tunelu Bancarevo není velká, vody jsou odváděny občasnými toky, proměnlivého, převážně periodicky záplavového charakteru. Z hydrogeologického hlediska, jakožto celek, je komplex prakticky nepropustný a to zejména v hlubších partiích, zatímco při povrchu (lokálně podél poruch i hlouběji) se vytvářejí občasně kolektory podzemní vody.

Největší množství atmosférických srážek ze svahů se stahuje do menších či větších roklí a přítoků Kunovické a Červené řeky. Menší část se stahuje (vsakuje) do systémů puklin rozpadlých pískovců a prachovců, ze kterých je pomalu odváděna jak do podzemí, tak do menších pramenů. Ve vlhkých obdobích může docházet k výraznějšímu průtoku podél poruchových pásem a tektonických linií i do prostoru tunelu. To vede k výraznému oslabení stability obvodu výrubu i čelby tunelu.

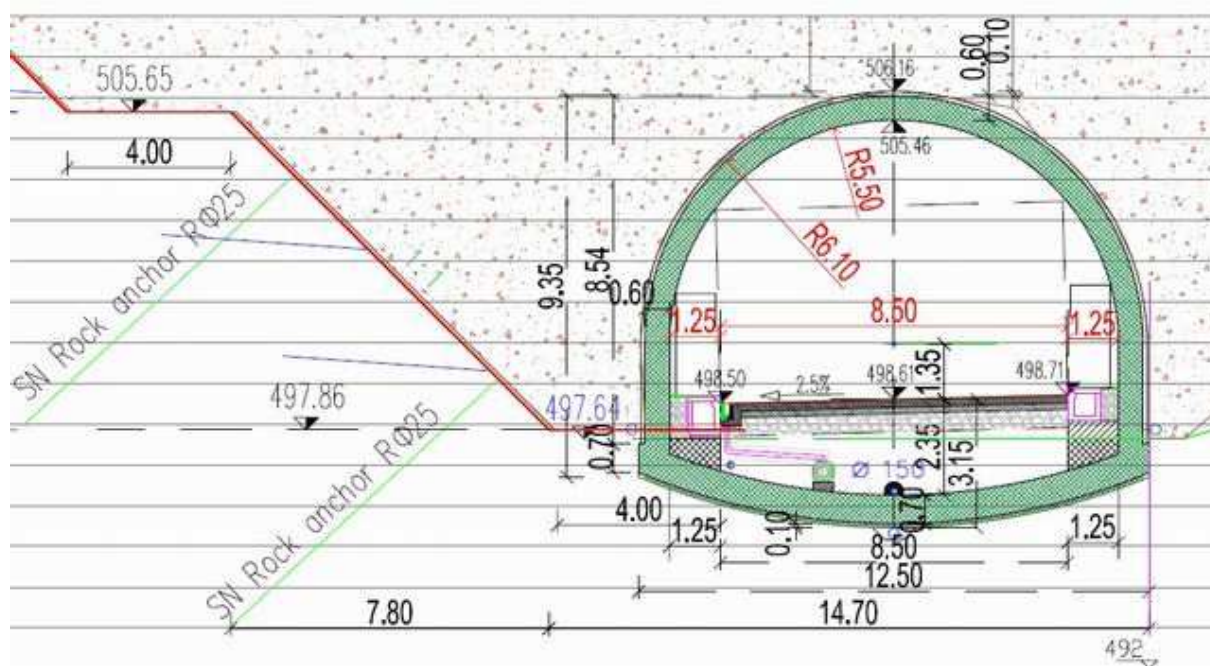
Zhotovitel při plánování stavby vycházel ze zadávací dokumentace tj. z projektu a geologických podkladů dostupných od objednatele. Dle této dokumentace byl (alespoň tak bylo uvedeno) realizován poměrně rozsáhlý průzkum širšího okolí i vlastního místa stavby. Byla provedena geofyzikální měření a do prostředí plánovaných tunelů realizovány dva jádrové vrty s následnými odběry vzorků. Dle interpretace vzorků dvou jádrových vrtnů

(umístěny mimo tunelové trouby) neměla být „geologie“ v místě vedení díla nijak složitá, přesto projektant počítal se 6 tunelovými typy.

Naneštěstí skutečně zastižené geologické podmínky v prostředí tunelových trub byly velice odlišné od interpretace v zadávací dokumentaci a vyžádaly si častá dodatečná podpurná opatření (SN kotvy, IBO kotvy, jehlové a mikropilotové deštníky, zástřiky a kotvení čeleb, odvodňování horniny, „sloní nohy“ atd.) výrazně prodlužující dobu výstavby a tím i cenu díla.

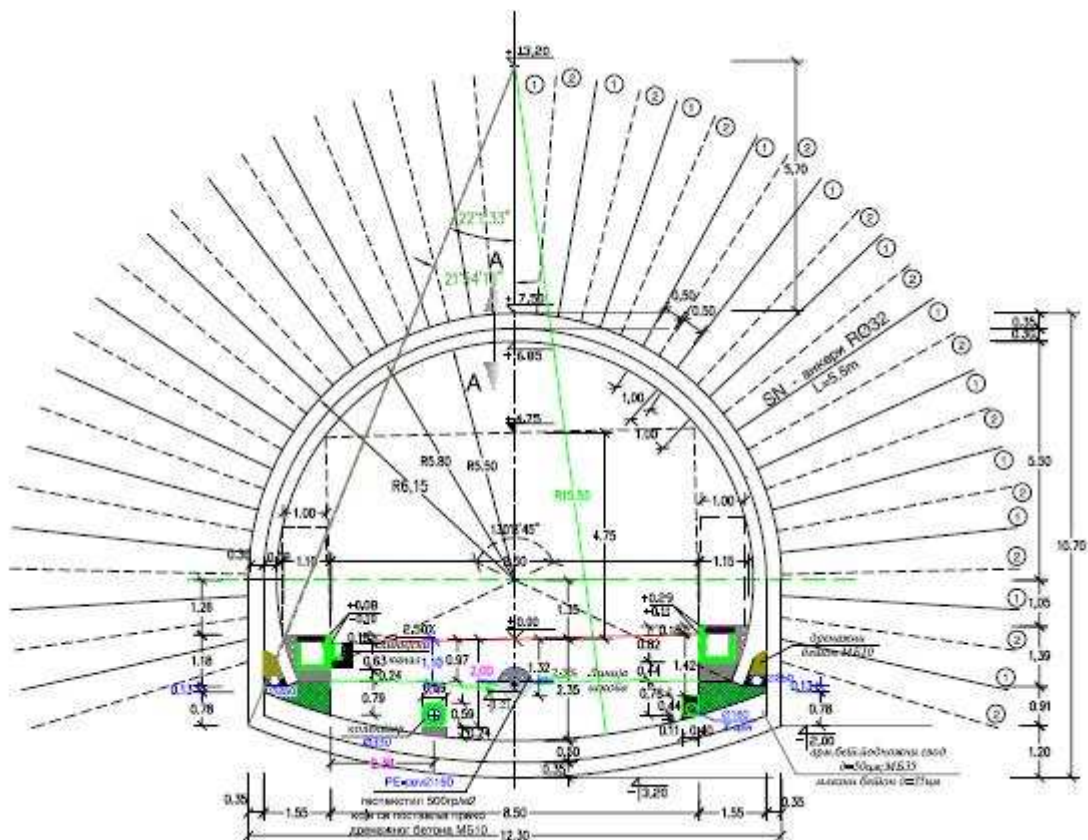
4 Konstruktivní řešení tunelu

Ostění v hloubeném úseku východního portálu (délka cca 75 m) je tvořeno železobetonovou klenbou (C 35) s tloušťkou 0,6 m ve vrcholu klenby a cca 0,9 m v patách klenby. Klenba je svázaná s průběžnými základovými pasy o šířce 2,4 m. Podobně je řešena konstrukce ostění v případě západního portálu s tím rozdílem, že profil je uzavřen spodní protiklenbou o tloušťce 0,7 m.



Obr. 7 Řez hloubenou částí tunelu u západního portálu
Fig. 7 Cut&Cover cross-section at the West Portal pit

Délka betonážního kroku je v případě hloubených částí 12,0 m. Jak základové pasy, tak klenba nejsou v celé své délce oddilátovány konstrukční spárou. Hydroizolaci hloubených částí tvoří sendvičová skladba netkané geotextilie a PVC folie tloušťky 2 mm. Voda stékající po hydroizolaci bude jímána do drenážního potrubí DN 250 umístěného z vnější strany každé paty klenby a odváděna do jímacích kanalizačních šachet umístěných před portálem tunelu. Ražené úseky tunelu jsou řešeny jako dvouplášťová konstrukce primárního a sekundárního ostění s uzavřenou mezilehlou izolací PVC folií o tloušťce 2 mm. Primární ostění je tvořeno stříkaným betonem C30 max. tloušťky do 0,35 m, podle zastižené geologické situace. Součástí primárního ostění jsou svařované nosníky z betonářské výztuže a dvě až tři vrstvy ocelové sítě. Zajištění okolního horninového masivu za primárním ostěním dále napomáhá instalace SN kotev v počtu dle zastižené geotechnické třídy.



Obr. 8 Vzorový příčný řez - tunelový Typ 7a. Naprosto nevhodný tvar výrubu – rovné nohy jádra. Protiklenba primárního ostění je bez příhradového nosníku pouze s dvojí vrstvou svařované sítě.

Fig. 8 Typical cross-section of tunnel type 7a. Totally inappropriate excavation shape - straight bench legs. Primary lining invert is without any lattice girder, it contains only two layers of welded mesh.

Pro odvodnění prostoru mezi primárním a sekundárním ostěním jsou za rubem vnitřní klenby navrženy patní drenáže. Drenáže jsou po každých 40 m zaústěny do kontrolních šachet s odnímatelným vrchním poklopem a vyvedeny na východním portálu do jímacích šachet. Tímto řešením je umožněna jejich jednoduchá kontrola funkčnosti a jednoduché čištění. Sekundární ostění ražených částí je ze železobetonu třídy C 35 minimální tloušťky 0,3 m. Délka betonážního kroku ražených částí je 12,5 m, hloubených 12 m. Zajímavostí je, že jednotlivé bloky nejsou od sebe oddílovány, ale naopak jsou pomocí dodatečně navržené výztuže spřaženy dohromady. Volbu tohoto řešení zdůvodňuje projektant stavby potřebou vytvoření tuhé konstrukce ostění z důvodu situování tunelu v poměrně seizmicky aktivní oblasti jižního Balkánu. Zda bylo toto řešení obou ostění vhodné, ukáže až čas.

5 Provádění stavby

Stěžejní částí projektu bylo vyhloubení portálových jam, které probíhalo ve strmých svazích s obtížným přístupem. Dle původního projektu byly navrženy výkopy v rozsahu okolo 190 000 m³, avšak vlivem chyb v zaměření terénu před provedením projektu, nedostatečně vyvlastněným pozemkům, nezajištěnému přístupu k portálům a změn v zastižené geologii již dosáhly na 280 000 m³, přičemž dalších cca 40 000 m³ se ještě bude odtěžovat. Původní projekt uvažoval při hloubení portálů jen se zajištěním čel portálů s kotvami dl. 5 m a skořepinou z vyztuženého stříkaného betonu tl. 0,1 m. Po připomínkách

Zhotovitele, Objednatelův Projektant částečně přiznal chybu a nejprve nechal i boční svahy zajistit stejným způsobem. Protože i to bylo v rozporu s běžnou praxí a Zhotovitelem předloženými třemi nezávislými posudky, prokazujícími nestabilitu takto zajištěných svahů, Projektant po dalších 9 měsících předložil v pořadí již třetí projekt, ve kterém jen přidal další kotvy, které prodloužil na 8, 9 a místy i 10 m. Nicméně ve vztahu ke sklonu bočních svahů 1:1 a jejich výšce 40m se opět jednalo o velmi „odvážné“ řešení. Zvláště, když už v té době měl projektant veškeré znalosti o geologickém masívu pohromadě a bylo možno sledovat reakce svahů a výkopku na uvolnění napětí a povětrnostní vlivy. To co se při odtěžování tvářilo jako pevný jílovec, sotva rozrušitelný velkým rypadlem, se po vystavení počasí za půl roku změnilo v červeně zbarvené bláto. Pro zajištění svahů bylo nakonec použito přes 5 000 kotev, 18 000 m² stříkaného betonu, 70 t výztužné sítě a 1 200 drenážních vrtů a přesto, jak se ukáže v roce 2015, to nestačilo.

Z hlediska provádění se jednalo o noční múru. Než projektant předal svůj třetí projekt, bylo dle předchozích instrukcí téměř dosaženo dna portálové jámy, ze kterého již běžela ražba pravé tunelové trouby (120 m). Ražba musela být zastavena, místa s nadlimitními konvergenčními dodatečně zajištěna radiálními kotvami dl. 8m, portálová jáma částečně znovu zasypaná a musely být vybudovány vysoké násypy pro přístup do vrchních partií svahů.



Obr. 9, 10 Budování dlouhých úzkých násypů pro získání přístupu do horních partií svahů
Fig. 9, 10 Creation of long narrow berms to access the slopes with use of minimum backfill

Zde se pak ke slovu dostalo obtížné ruční vrtání ze závěsných nebo vysokozdvížných plošin a ruční instalace až 10 m dlouhých kotev.



Obr. 11, 12 Ruční vrtání a instalace kotev ze zavěšené nebo vysokozdvížné plošiny
Fig. 11, 12 Hand drilling and install of anchors from hanged or high elevating platform

Hlavním problémem zde překvapivě nebyla manipulace s kotvami ve výšce, ale opakované zavalování vrtů, které výrazně snižovalo produkci na 7 – 8 kotev za den. Svůj díl sehrálo i počasí, neboť po jednom dni deště byly vysoké násypy po další 2 – 3 dny pro těžkou techniku, zejména pro dopravu betonu nepřístupné.

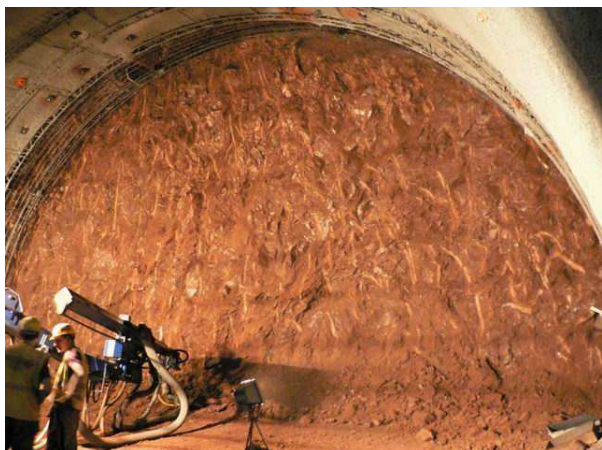


Obr. 13, 14 Dopad špatného počasí na přístupy k vysokým svahům po úzkých násypech – nárůst nákladů kvůli přerušení prací a opakovanému zpevňování povrchu komunikací štěrkem
Fig. 13, 14 Bad influence of weather on access to the berms – born of additional costs due to suspension of works and repeating road improvements by spreading of gravel

Zastavení ražeb po dobu zajištění svahů mělo výrazně negativní dopad na cenu díla a způsobilo prodloužení doby výstavby. Obavy zhotovitele z nepatřičnosti již třetího projektu svahů se plně prokázaly na jaře 2015, kdy se plně dokončené svahy daly po dvou letech od provedení do pohybu a v rozsahu cca 2 400 m² sjely na dno východního portálu. Bohužel celý sesuv nebylo možno včasným sledováním předpovědět neboť měření deformací svahů bylo inženýrem zastaveno a inklinometrická měření, která by poskytla jasné varování inženýr přestal předávat zhotoviteli a ani ho nijak nevaroval. Dalším ještě větším sesuvům se zatím podařilo zabránit jen včasným přitížením paty svahu mohutným zemním zásypem, který však částečným zasypáním zatím nedokončené LTT bude dělat velké problémy při finálním dokončení projektu. Naneštěstí projektant zatím nemá „jasno“ jak sesuv trvale řešit a tak se objednatel upnul na zhotovitele vedlejšího Lotu 2, na jehož území sesuv započal a který prý má nějaké řešení. Vzhledem k tomu, že zhotovitel Lotu 2 již dva roky na stavbě nepracuje, je zatím vyřešení sesuvu a tudíž i plné dokončení tunelu ve hvězdách.

6 Technologie výstavby

Ražba tunelu Bancarevo byla prováděna dle zásad „Nové Rakouské Tunelovací Metody“. Členění výrubu bylo horizontální: na kalotu, jádro a protiklenbu s přibližným poměrem 2:1:1. Ražba protiklenby byla požadována pouze v úsecích s nepříznivou geologickou situací. Výrubová plocha činila 81 až 110 m² podle geotechnické třídy výrubu. Trasa tunelu prochází rozpadavou horninou s lokálními přítoky vody, které zásadně ovlivňují stabilitu výrubu. Z tohoto důvodu vyplynulo nejčastější použití tunelových tříd 5, 5a a 7 určených pro mechanické rozpojování hornin s častým radiálním kotvením. Jednotlivé tunel. typy se liší ve skladbě prim. ostění, v míře vyztužení a zajištění výrubu. V rámci optimalizace zajištění výrubu byly projektantem navrženy i různé modifikace původních tunelových typů (5.1, 5.2, 7.1, 7.2) i kombinace reagující na vývoj konvergenčních deformací např. typ 5A s uzavřenou protiklenbou. Zadávací dokumentace také uvažovala i s použitím tunel. typů 3, 4, 5 určených pro trhačí práce. Tyto tunelové třídy však nebyly v trase zastíženy.



Obr. 15 Čelba typ 5A

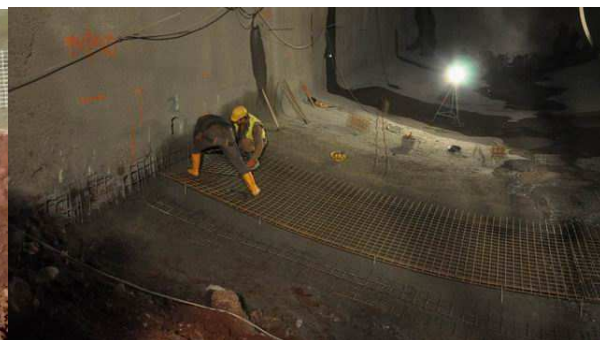
Fig. 15 Tunnel face in tunnel type 5A



Obr. 16 Čelba typ 7

Fig. 16 Tunnel face in tunnel type 7

Běžná délka záběru v kalotě se měnila od 0,75 m do 1,5 m dle momentálního pocitu inženýra a to třeba 4x ve 4 záběrech. V místech s kriticky zhoršenou geologií probíhala ražba kaloty ve zkrácených krocích 0,5 m; vždy po vyražení 20 m proběhla doražba jádra ihned následována provedením protiklenby. Překonání takto obtížného úseku trvalo typicky 4 dny. Kromě protiklenby byly jako další opatření používány též jehlové (kotvy SN 25 mm, 32 mm, IBO 25 mm, 32 mm, 51 mm) a mikropilotové dešťníky (potrubí DN114) do přístropí, přídavné kotvy do bočních stěn, zmenšení vzdálenosti mezi ražbou kaloty a jádra, čelba kaloty byla kotvena laminátovými a IBO kotvami nebo byla zastříkávána vrstvou 0,1 m torkretu.



Obr. 17, 18 Opatření k omezení konvergencí tunelu (zmenšení odstupu kaloty od jádra, instalace protiklenby)

Fig. 17, 18 Technical measures to mitigate exceeding tunnel deformation (decrease of distance between top heading and bench excavation, provision of tunnel invert)

Přesto docházelo na mnoha úsecích tunelu k deformacím (i přes 0,2 m), které překračovaly projektem stanovené limity (0,04 m). To potom bylo předmětem dalších problémů před betonáží sekundárního ostění, neboť ona zdeformovaná místa bylo nutno velmi silně zreprofilovat. Nejprve v celém tunelu proběhl „3D scanning“ a po vyhodnocení došlo k definování ploch určených k reprofilaci. V celém tunelu se nakonec zreprofilovaly plochy o celkové výměře 4 200 m²!

Nejneprůzračivější situace nastala v ústí LTT, kde bylo nutno primární ostění tloušťky 0,32 m zbrousit o 0,2 až 0,25 m a to v nepřerušeném úseku dlouhém cca 40 m. Tato riskantní, vysoce technicky náročná činnost, kdy bylo postupně odstraňované téměř celé primární ostění včetně výztužných rámců, znamenala nasazení nejlepších pracovníků, postupující s největší opatrností a citem. Dílo se povedlo, avšak znamenalo to další zpoždění oproti předpokladům. Směšně se

při tom jevil postoj projektanta, který považoval primární ostění jako jedinou nosnou konstrukci (sekundární obezdívku jen jako pohledovou záležitost) a přesto prosazoval, aby takto rozsáhlá reprofilace byla prováděna rypadly s těžkými sbíjecími kladivy! Z tohoto pohledu se nelze divit, že byl v místech extrémních deformací ochoten povolit tloušťku sekundární obezdívky menší než 0,2 m jen, aby se nemusel tunel v těchto místech přezmáhat.



Obr. 19 Pravá trouba po reprofilaci vyvolané velkými konvergencemi primární obezdívky
Fig. 19 Right Tube after re-profiling demanded by heavy deformation of primary lining

Již při ražbě tunelu byly postupně realizovány základové pasy. Po dokončení ražeb (PTT v 3/2014, LTT v 7/2014), byly zahájeny betonážní práce na sekundárním ostění v hloubené části východního portálu. Vzhledem ke zpoždění projektu a po projednání s Objednatelem byla pro urychlení těchto prací nasazena i druhá forma, určená pouze do hloubených úseků, čímž bylo umožněno betonovat na dvou pracovištích nezávisle na sobě.



Obr. 20 Betonáž sekundární obezdívky probíhala za využití dvou nezávislých forem
Fig. 20 For concreting of secondary lining were utilized two independent formworks

Betonáže klenby sekundárního ostění byly zahájeny v květnu 2014. Během těchto prací nenastaly vážnější problémy. Pravá tunelová roura včetně všech propojek byla vybetonována do konce května, levá do července 2015.

Velmi odlišná je situace v jámě západního portálu. V místě, kde je navržená levá hloubená trouba došlo v 11/2013 k masivnímu sesunu levého svahu v té době již dokončeného dle původního projektu. Od té doby není Projektant schopný předložit nový projekt, který by měl veškeré náležitosti dle srbských předpisů, ale naopak předkládá přesnou kopii třetího projektu východního portálu, který však sesuvem východního portálu z 3/2015 je prokázán vadným. Zhotovitel proto odmítá vykonávat dílo, které je prokazatelně nesmyslné a z dlouhodobého hlediska nebezpečné.



Obr. 21 Západní portál – sesutý levý svah
Fig. 21 West Portal – collapsed left slope



Obr. 22 Východní portál – sesutý levý svah
Fig. 22 East Portal – collapsed left slope

7 Závěr

Původní termín dokončení tunelu v 12/2015 se posouvá na neurčito. Chybí věrohodná projektová dokumentace pro sanace zhroutčených svahů, nejsou vyvlastněny pozemky pro nové projekty svahů, Objednatel neupřesnil rozsah dokončovací prací ani nepředal jakékoliv časové nebo koordinační požadavky ve vztahu k okolním navazujícím Lotům. Vzhledem k tomu, že na Lotu 2, který obklopuje Tunel Bancarevo z obou stran se již dva roky nepracuje, bude náš dokončený tunel "k ničemu". Nebude na něj navazovat žádná komunikace, pozemky přes které vedou přístupové cesty jsou nyní, 3 roky po zahájení stavby, stále soukromé - nevyvlastněné. Škoda pěkného díla, které ač dokončené bude chátrat opuštěné v horách.

Rozpočtová cena díla cca 500 mil. Kč byla překročena již o 10% a nadále roste. Zatím neobsahuje žádné nároky spojené s prodloužením doby výstavby.

Základní realizační práce včetně množství materiálu:

- | | | | |
|--------------------------------|------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| a) Výkopy portálů: | 280 000 m ³ | i) PVC hydroizolace 2 mm: | 49 000 m ² |
| b) Stříkaný beton (svahy) | 18 000 m ² | j) Sekundární ostění – klenba: | 15 000 m ³ |
| c) Kotvy (svahy) | 25 500 m | k) Armatura sekund. ostění: | 1 800 t |
| d) Ražba tunelů: | 128 000 m ³ | | |
| e) Primární ostění beton C30: | 10 300 m ³ | | |
| f) Armatura primárního ostění: | 1 100 t | | |
| g) Podkladní betony C 20: | 600 m ³ | | |
| h) Základové pasy C 35: | 2 500 m ³ | | |