

SUDOMĚŘICKÝ TUNEL, REALIZACE ŽELEZNIČNÍHO TUNELU V RÁMCI MODERNIZACE 4. KORIDORU

SUDOMĚŘICE TUNEL, IMPLEMENTATION OF RAILWAY TUNNEL UNDER THE MODERNIZATION OF CORRIDOR 4

Tomáš Just

Abstrakt

Příspěvek přináší základní informace o stavbě raženého dvoukolejného železničního tunelu realizovaného v rámci modernizace 4. železničního koridoru v úseku Tábor – Sudoměřice u Tábora. Obsahem příspěvku jsou základní technické údaje o stavbě, stručný popis hydrogeologických poměrů, představení optimalizace projektového řešení v rámci tvorby realizační projektové dokumentace a informace z průběhu výstavby. Prezentace vlastní výstavby tunelu obsahuje poznatky z realizace stavebních jam severního a jižního portálu, křížení (podchodu) silnice I. třídy tunelem s nízkým nadložím a samotné ražby tunelu vč. navazující stavební části.

Abstract

The paper presents basic information about the construction of the mined double-track railway tunnel realized within the modernization of the railway corridor 4 in the section of Tábor - Sudoměřice u Tábora. The article deals with the basic technical data about the building, a brief description of the hydrogeological conditions, performance optimization project solutions in the creation of the project documentation and information during construction. Presentations of construction of the tunnel includes knowledge from the execution of the building pits northern and southern portal, tunnel crossing I. class road with low overburden and the tunnel excavation including construction part.

1 Základní informace

Trat'ový úsek Tábor – Sudoměřice u Tábora je součástí 4. tranzitního koridoru, který zajišťuje železniční propojení v severojižním směru Děčín – Praha – Tábor - České Budějovice - Horní Dvořiště. Provoz na trati České Budějovice – Praha byl zahájen už v roce 1871 poté, co v roce 1866 stát udělil koncesi společnosti KFJB (Kaiser-Franz-Josephs-Bahn) a ta během 5 let postavila 500 km tratí a spojila Prahu s Vídní. V roce 1904 byla část tratě zdvoukolejněna a po roce 1971 se začalo s elektrifikací, která byla kompletně dokončena v roce 2001. Cílem dalších modernizací rozdělených do dílčích úseků je zdvoukolejnění trati a zlepšení směrových i výškových parametrů za účelem zvýšení rychlosti na 160 km/h. Konkrétně na úseku Tábor – Sudoměřice u Tábora se jedná o zkrácení trati původní délky 11,837 km o 448 m. Součástí tohoto trat'ového úseku je i nový tunel délky 444 m, kterému je věnován tento příspěvek.

Investorem (objednatel) stavby je Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (SŽDC), vybraným zhotovitelem stavby OHL ŽS, a. s. a realizátorem geotechnického monitoringu (smluvně na straně investora) ARCADIS CZ, a. s. Smluvní termín pro realizaci zakázky byl 37 měsíců od podpisu smlouvy, přičemž práce na stavebních objektech tunelu probíhaly od 09/2013 do 03/2015. Součástí dodávky tunelu byla i realizační dokumentace stavby (RDS), kterou pro zhotovitele zajišťovala společnost IKP Consulting Engineers, s r. o. Zpracovatel zadávací dokumentace (ZDS) SUDOP Praha a. s., který v průběhu realizace vykonával pro objednatele roli autorského dozoru.

Sudoměřický tunel byl navržen v nové stopě železniční trati a je umístěn mimo zastavěné území, pouze u jižního portálu mělce podchází komunikaci I/3 E55 (Praha – Tábor). Celý tunel je veden ve směrovém oblouku o poloměru 2 802 m a v rovnoměrném stoupání 0,86 % od jižního k severnímu portálu. Maximální nadmořská výška terénu v ose tunelu je 555 m n. m., nadloží je v tomto místě cca 18 m a snižuje se směrem k oběma portálům. Profil tunelu je navržen v souladu s unifikovaným vzorovým listem dvoukolejného železničního tunelu pro převýšení kolejí 55 mm, ražená plocha výrubu je cca 100 m².

2 Geologické a hydrogeologické poměry

Vzhledem k tomu, že na jiném místě ve sborníku je tomuto tématu věnován samostatný příspěvek, budou zde uvedeny pouze základní informace. Celá trasa tunelu se nachází v prostředí středně až jemně zrnitých pararul s různým stupněm zvětrání. V oblastech obou portálů, kde bylo nižší nadloží, byl stupeň zvětrání vyšší (třída R6 – R5 u jižního portálu, třída R4 u severního portálu), v trase tunelu se pak s rostoucím nadložím snižoval (postupně R3 – R2). Foliace masivu v kolmém směru na osu ražby s příznivým úklonem do čelby. Výrub byl v průběhu ražeb suchý, občas, zejména v místech zastížených tektonických poruch vlhký s ojedinělými přítoky s vydatností do 0,01 l/s. Intenzita přítoku měla souvislost s aktuálními klimatickými podmínkami. Geologické i hydrogeologické poměry lze pro ražbu tunelu označit za příznivé.

3 Změny přijaté v průběhu výstavby

V rámci tvorby RDS se kromě drobných přínosných změn podařilo projednat změnu, která zásadním způsobem ovlivnila průběh a způsob výstavby Sudoměřického tunelu. Jednalo se o návrh alternativního technického řešení křížení tunelu s komunikací 1. třídy pod úhlem cca 45° s nadložím do 3 m vč. konstrukčních vrstev vozovky bezprostředně za jižním portálem. Při tvorbě ZDS nebylo možno uvažovat s přerušením provozu na této komunikaci spojující Tábor s Prahou a proto byla navržena ražba pomocí NRTM s vertikálně členěným výrubem a předstihová realizace masivních zajišťujících opatření. V době realizace zakázky byl již zprovozněn souběžný úsek dálnice D3 a bylo možné uvažovat s krátkodobým vyloučením provozu. Vzhledem ke kategorii komunikace to vyžadovalo nejen souhlas investora stavby, ale také vstřícný přístup všech účastníků projednávání úplné uzavírky na krajské úrovni.

Popis původně navrženého řešení

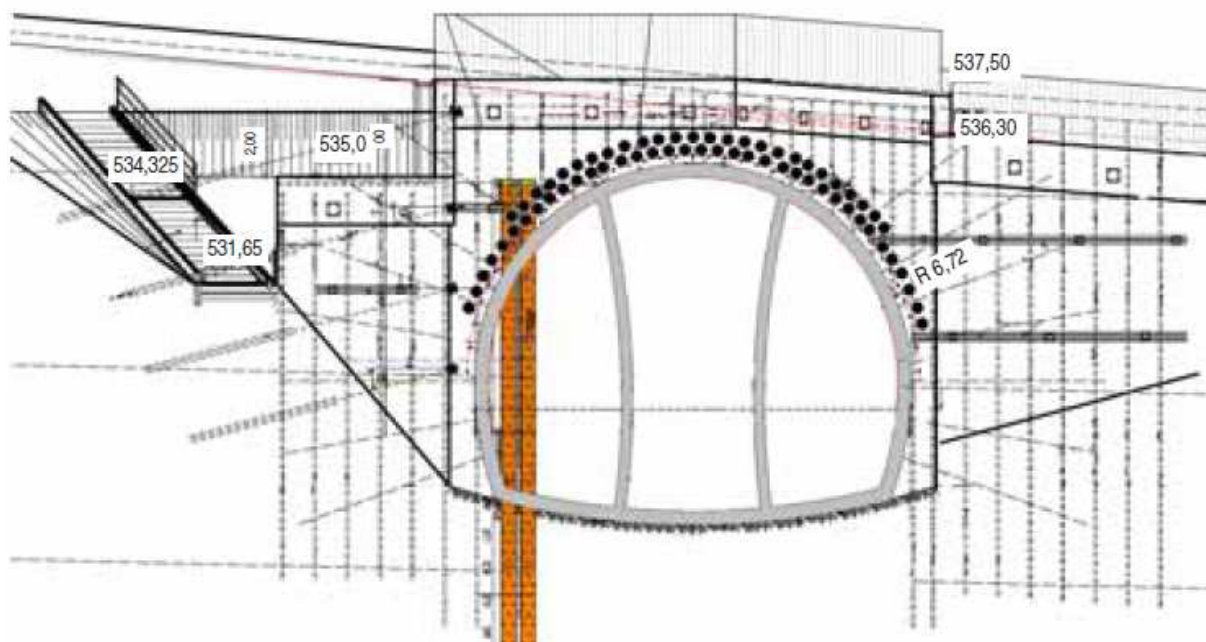
Původně navržená stavební jáma jižního portálu byla zajištěna svislými stěnami z mikropilot $\varnothing$ 108/16 mm délky 6 až 16 m vrtaných s roztečí 1 m. Prostor mezi mikropilotami měl být zastříkán stříkaným betonem SB 20/25 tloušťky 250 mm se dvěma vrstvami KARI sítě $\varnothing$ 8/100x8/100 mm a se zajištěným ocelovými převážkami 2xU250 a předpjatými pramencovými kotvami délky 10 až 14 m. Půdorysně tvořila jáma vnější plášť

budoucího tunelu, přičemž čelní stěna měla částečně šikmý (rovnoběžně s osou komunikace) a částečně kolmý směr vzhledem k ose tunelu.

Z takto připravené stavební jámy měly být realizovány práce pro zajištění stability nadloží pro ražbu tunelu. To spočívalo v realizaci dvou řad vodorovných sloupů tryskové injektáže délky 15 m situované pod těleso komunikace a dvouřadého mikropilotového deštníku z injektovaných trub $\varnothing$ 108/16 mm délky 25 m. Čelba tunelu měla být jištěna soustavou 20 kusů laminátových kotev délky 25 m.

Vlastní ražba tunelu pod komunikací měla být v úseku 27 m realizována s vertikálním členěním výrubu. Profil tunelu se spodní klenbou byl rozdělen vertikálně na boční opěrové štoly a střední štolu. Každá dílčí štola byla dále členěna horizontálně na dva dílčí výrubu. Vzniklo tak 6 dílčích výrubů stísněných rozměrů s problematickým uplatněním těžší strojní technologie. Ražba měla probíhat se záběrem 1,0 m v kalotě a 2,0 m v jádře s primárním ostěním ze SB 20/25 tloušťky 400 mm v ostění tunelu a 300 mm v ostění dílčích výrubů se dvěma vrstvami KARI sítě $\varnothing$ 8/100x8/100 mm.

Schéma původně navrženého členění a zajištění ražby tunelu pod komunikací je znázorněno na obr. 1.



Obr. 1 Schéma původně navrženého členění a zajištění ražby tunelu pod komunikací

Fig. 1 Scheme originally designed structuring of excavation and supporting the excavation of a tunnel under the road

Popis navrženého a realizovaného řešení

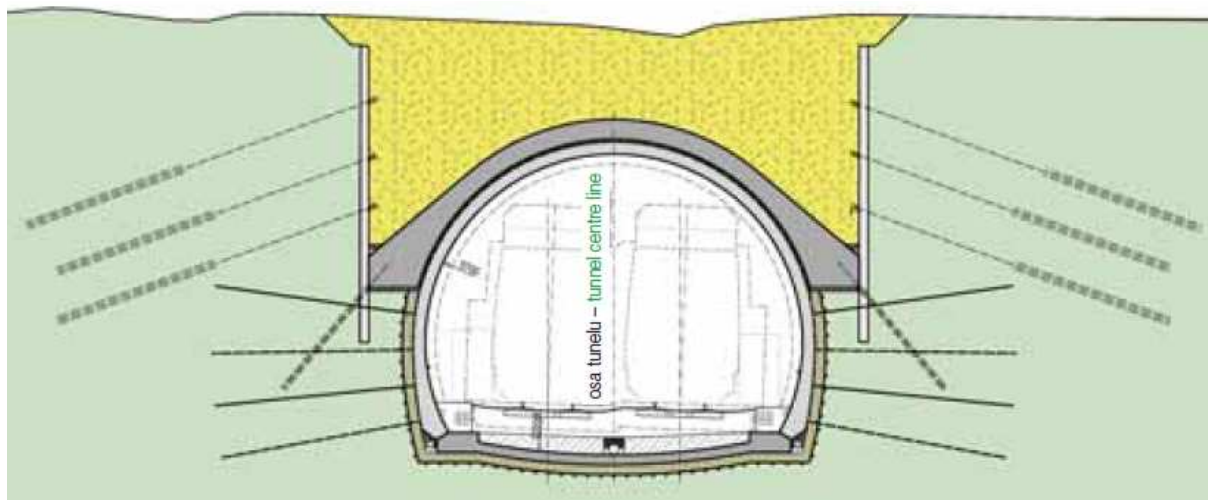
Alternativní řešení navržené a projednané v průběhu výstavby spočívalo v krátkodobé úplné uzavírci silnice I/3, realizaci opatření pro ražbu tunelu, obnovení silničního provozu a zahájení ražby. Pro zajištění podchodu tunelu pod komunikací bylo využito tzv. metody „želva“, kdy je v otevřené stavební jámě přímo na její upravené dno vybetonována klenbová stropní konstrukce tvořící vnější plášť budoucího tunelu.

Stavební jáma pro „želvu“, která měla šířku cca 15 m, délku 52 m a max. hloubku 8 m přímo navazovala na stavební jámu jižního portálu. Pro minimalizaci zásahu do komunikace byla zvolena stavební jáma se svislými bočními stěnami zajištěnými mikropilotami z injektovaných trub $\varnothing$ 108/16 mm. Stabilitu mezi mikropilotami zajišťoval stříkaný beton SB 20/25 s jednou vrstvou KARI sítě $\varnothing$ 8/150x8/150 mm. Stěny byly kotveny podle hloubky

výkopu ve dvou resp. třech úrovních šikmými předpínanými tyčovými kotvami $\varnothing$ 26,5 mm délky 10 m přes ocelové převázky. Pata stěny v úrovni základové spáry stavební jámy byla mezi mikropilotami ještě přikotvena pomocí SN kotev $\varnothing$ 32 mm délky 5 m. Dno stavební jámy bylo upraveno jako šablona ve tvaru tunelu v úrovni vnitřního líce primárního ostění tunelu.

Vlastní klenbová konstrukce – „želva“ byla navržena jako železobetonová konstrukce z betonu C16/20 tloušťky 600 mm ve vrcholu klenby, šířka paty byla 1,5 m. Jednotlivé betonované bloky měly délku 6,0 m.

Hlavními cíli navrženého řešení bylo zvýšení bezpečnosti provádění prací v podzemí a současně i silničního provozu na povrchu, zjednodušení a zefektivnění realizovaných prací a zkrácení doby výstavby. Schéma navrženého způsobu podchodu komunikace je znázorněno na obr. 2.



Obr. 2 Schéma navrženého způsobu podchodu komunikace – metoda „želva“

Fig. 2 Scheme of the proposed method of road underpass - a structure of the cover-and-cut vault

4 Technické řešení

Výkop a zajištění portálových stavebních jam

Obě portálové jámy, označené jako severní a jižní, byly navrženy a realizovány jako postupně hloubené s průběžným zajišťováním ve třech etážích oddělených lavicí. První etáž pod terénem byla realizována ve vrstvách pokryvů a zcela zvětralých hornin skalního podkladu a byla svahována ve sklonech 1:1, resp. 1:1,5 s ochranou svahů proti erozi vlivem klimatických podmínek a opadávání úlomků horniny plastovými ochrannými sítěmi, které stabilizují líc svahu a zároveň umožňují přirozené vytékání podzemní vody ze svahu. Druhá etáž byla prováděna v horninách skalního podkladu zcela až silně zvětralých se sklony stavební jámy v poměru 2:1 na východní straně a 3:1 na západní straně. Svah byl stabilizován vrstvou stříkaného betonu C20/25 tloušťky 100 mm se sítí $\varnothing$ 8/150x8/150 mm a kotvami SN délky 4 – 6 m. Třetí etáž v horninách skalního podkladu silně zvětralých byla provedena na jihu ve tvaru rubu tunelu. Svah byl stabilizován vrstvou stříkaného betonu C20/25 tloušťky 250 mm se sítí $\varnothing$ 8/150x8/150 mm a kotvami SN délky 6 m. Každé 2 m byl osazen díl příhradového výztužného rámu BTX pro snadnější tvarování výkopu (třetí etáž severní jámy vč. její portálové stěny byla provedena ve sklonu 5:1 se zajištěním shodným s druhou etáží). Stavební jáma jižního portálu max. celkové hloubky cca 10 m byla zároveň přístupovou komunikací k raženému portálu tunelu, jáma severního portálu max. celkové hloubky cca 16 m navazovala na zářez přilehlého úseku trati. Před portálovým svahem severní jámy byl

pro přechod mezi raženou a hloubenou částí tunelu vytvořen zárodek kaloty tunelu. Geometrie i konstrukce odpovídala v příčném směru geometrii primárního ostění v technologické třídě výrubu navazujícího raženého úseku tunelu.

Ražba a primární ostění

Na základě IG průzkumu, jehož výsledky byly k dispozici v ZDS byla trasa raženého tunelu celkové délky 420 m rozdělena po délce na úseky s obdobnými geotechnickými vlastnostmi a pro jednotlivé úseky byly navrženy příslušné technologické třídy výrubu (TTV). Navržené TTV označené jako 2, 3, 4, 5a a 5c se lišily maximální povolenou délkou záběru, tloušťkou stříkaného betonu, typem vyztužení a typem a množstvím kotevních vystrojovacích prvků. Výška nadloží se v podélném směru ražby pohybovala v rozmezí cca 2,5 – 17,5 m. Přehled jednotlivých TTV je uveden v tab. 1 a jejich předpokládané a skutečné zastoupení je znázorněn v tab. 2.

Tab. 1 Přehled technologických tříd výrubu (TTV)

Table 1 Overview of the excavation support classes

	délka záběru	celkový výrub	BTX	KARI KY 80	SB C20/25-X0	kotevní prvky
TTV 2	2,5 m	99,405	99	1 x 6/150	150	jehly, HUS
TTV 3	2,0 m	100,748	106	1 x 8/150	200	jehly, HUS
TTV 4	1,5 m	102,062	153	1 x 6/150 1 x 8/150	250	jehly, HUS
TTV 5a	1,0 m	110,524	153	1 x 6/150 1 x 8/150	250	jehly, SN/IBO
TTV 5c	1,0 m	108,373	164	2 x 8/150	300	jehly, SN/IBO

Tab. 2 Předpokládané a skutečné zastoupení jednotlivých TTV

Table 2 Estimated and actual representation of the excavation support classes

	TTV 2	TTV 3	TTV 4	TTV 5a	TTV 5c
PŘEDPOKLÁDANÉ ZASTOUPENÍ TTV	0 m	216 m	84 m	70 m	50 m
SKUTEČNÉ ZASTOUPENÍ TTV	0 m	243 m	99 m	28 m	50 m

Pro konstrukci primárního ostění byly navrženy následující materiály:

Stříkaný beton (SB) C20/25 X0 s požadovaným nárustem pevnosti podle křivky J2. Jako urychlovač tvrdnutí betonu zvolil zhotovitel přísadu Sigunit L-93 AF. Tloušťka ostění ze SB dle TTV od 150 do 300 mm.

Příhradové rámy typu BTX trojúhelníkového průřezu s konstrukční výškou dle TTV od 99 do 164 mm. Kompletní výztužný oblouk tvořen 5 díly (3 ks v kalotě a 2 ks v jádře).

Výztužné sítě typu KARI Q188A ø 6/150x6/150 resp. KY 80 ø 8/150x8/150 umístěné v jedné nebo dvou vrstvách dle TTV.

Kotevní prvky: dle určení TTV hydraulicky upínané svorníky HUS s únosností 120 kN délky 3 resp. 4 m, lepené kotvy typu SN ø 25 mm s únosností 150 kN délky 4 resp. 6 m, injektované kotvy typu IBO ø 25/14 mm s únosností 150 kN délky 4 resp. 6 m, ocelové jehly z profilu R 25 délky 4 m.

Ražený profil byl ve všech TTV rozdělen v horizontálním směru na kalotu, jádro a dno (pouze v případě potřeby v oblastech portálů).

Hydroizolace a drenáže

Izolace raženého tunelu je navržena jako foliová umístěná na primárním ostění a v patách tunelu napojena na boční drenáž a dále gravitačně k jižnímu portálu. Byla použita izolační fólie JUNIFOL® T z lineárního nízkohustotního polyethylenu (PE-LLD) s tenkou signální vrstvou na horním povrchu. Tunel je vybaven střední tunelovou drenáží kruhového profilu DN 315 z polypropylénu, která odvodňuje šterkové lože a oboustrannými bočními tunelovými drenážemi z trub PVC DN 200 podkovovitého tvaru s plochým dnem umístěnými za patkami tunelu, které odvádějí vodu prosakující z horninového masivu k ostění tunelu a stékající po izolaci do těchto drenáží. Šachty na čištění drenáží jsou umístěny ve vzdálenosti 48 m vždy v ose bloku betonáže v záchranném výklenku.

Ostění hloubených úseků tunelu bylo provedeno z betonu odolného proti průsakům. Na tyto úseky byla položena nová fólie sloužící k lepšímu odvodu vody z rubu do bočních drenáží umístěných za ostěním tunelu. Z betonu odolného proti průsakům byly provedeny i navazující tunelové pasy, na kterých je provedeno ukončení hydroizolační fólie vnějším ukončovacím pásem zapuštěným do betonu definitivního ostění.

Definitivní ostění

Tunel je rozdělen na bloky betonáže (tunelové pasy) délky 12 m, celkem se jedná o dva bloky portálové a 35 bloků v tunelu. V každém druhém bloku je umístěn záchranný výklenek. Ostění v raženém úseku tunelu je z monolitického betonu C25/30 XF1 s požadovanou hloubkou průsaku 35 mm a portálové tunelové pasy (hloubené tunely) z betonu C 30/37 XC2 FX3 s požadovanou hloubkou průsaku 20 mm. Minimální tloušťka ostění ve vrcholu klenby je min. 300 mm, v případě hloubeného tunelu je to 600 mm. Většina délky tunelu je realizována jako tunel na patkách, pouze 6 tunelových pasů od jižního portálu je s protiklenbou.

Příznivé výsledky zjištěné v rámci geotechnického monitoringu při ražbách umožnily navrhnout větší část ostění (celkem 20 pasů) jako nevyztuženou. V nevyztuženém úseku tunelu byla výztuž provedena pouze u záchranných výklenků. Vyztuženy byly oba portálové pasy, ostění tunelu pod „želvou“ vč. navazujících 5 pasů a 6 pasů navazujících na portálový pas severního portálu. Výztuž byla navržena jako samonosná ze sítě KARI AQ 70 z prutů 7/100 x 7/100 a síť AQ 80 z prutů 8/100 x 8/100, nosný prvek tvořily příhradové rámy obdélníkového profilu.

Vnitřní vybavení tunelu

Pro potřebu převedení inženýrských sítí je tunel po obou stranách vybaven HDPE multikanály, podle požadavku dodavatelů technologie vlevo ve směru staničení dvěma šestiotvorovými a vpravo jedním devítiotvorovým. Na trase multikanálů jsou umístěny šachty rozměrů 400x1000 resp. 400x645 mm. Rámy pro poklopy kabelových šachet jsou vyrobeny z nerezové oceli, poklop je lemován ohýbaným pásem plechu z nerezové oceli, vyarmován a vyplněn betonem C 30/37-XF1.

Požární vodovod (provedený jako suchovod) je proveden jako jednostranný z potrubí HDPE DN 160 pro pracovní tlak 16 bar. V místě tunelových výklenků se šachtou pro čištění drenáže, tj. v každém druhém záchranném výklenku jsou provedeny odbočky do této šachty trubkou DN 50. Odbočky jsou celé provedeny jako ocelové pozinkované, odběrní místa v šachtách jsou osazena hydrantovým mosazným ventilem s tlakovým víčkem spojky 52 C. Na severním portálu je betonová napouštěcí šachta, vypouštění na jižním portálu se děje napojením do příkopových žlabů.

Madlo v tunelu je tvořeno ocelovou trubkou TR. $\varnothing$ 44,5 x 3.2 mm, které je k ostění tunelu připevněno přichytkou pomocí elektroizolačních hmoždinek do betonu přes elektroizolační podložku tloušťky 1 mm.

PRŮMĚRNÝ OŠTĚNÍ
 STŘIKANÝ BETON C20/25-XB
 SE SMÍ KAMÍ Ø150x150 mm
 Ø = TOLUSTKA DLE TŘEDY VÝTŘEŠU NRTM
 h = NADVÝŠENÍ O DEFORMACE
 STAVEBNÍ TOLERANCE A
 TL. HYDROIZOLACEHO SOUVISLIVÝ

GEOTEXTILIE 500 g/m²
 MEZIHLA POUŽITÁ ZOLACE
 DEFINITIVNÍ OŠTĚNÍ
 ŽELEZOBETON C25/30
 POJISTNÝ PROSTOR
 DLE ČSN 73 7505
 STP
 KINEMATICKÝ PRŮJEDNÝ PRŮŘEZ
 HRANICE TEORETICKÉHO VÝTŘEŠU

MADLO
 KABELOVÝ MULTIKANAL
 PE-KOLEKTOR
 POŽÁRNÍ SUCHOVOD DN 160
 VÝPLŇOVÝ BETON C12/15-XB
 OBŠYP DRENÁŽE
 FILTBETON FRANCE 15-20 mm
 BOČNÍ TUNELOVÁ DRENÁŽ S PLOCHÝM DNEM
 Z TVRZKOVÉHO PVC DN 200 PR. KOTVENÁ
 TYP C2, SVRŠKA REZU 2 mm, REZY ROZDĚLENÉ
 PŘES 220' KLENUTÝ TRUBKY

PATKY
 ŽELEZOBETON C25/30
 OBŠYP PRO ČISTĚNÍ STĚRKOVÉHO LŮŽE
 PODLE ČD 53 ŽELEZNIČNÍ SVRŠEK

POKLADNÍ BETON C12/15-XB
 STĚRKOVÉ LŮŽE
 VÝROVNÁKOVÝ BETON C12/15-XB
 OBŠYP DRENÁŽE STĚRKOVÉ FRANCE Ø 15-20 mm
 STŘEDNÍ TUNELOVÁ DRENÁŽ DN 315
 ODVODNĚNÍ STĚRKOVÉHO LŮŽE
 POKLADNÍ BETON DRENÁŽE C12/15-XB

Zásypy stavebních jam, terénní úpravy

V prostoru severní stavební jámy je umístěna požární nádrž objemu 112 m³ před portálem tunelu. Nádrž je polohově i výškově umístěna tak, aby umožnila gravitační napuštění požárního suchovodu. Zásyp mezi konstrukcí tunelu a stavební jámou a kolem požární nádrže je proveden horninou vytěženou při hloubení stavební jámy. Ukončení zásypů na portálu a na obou stranách tunelu a dále vlevo ve směru staničení u požární nádrže je řešeno pomocí gabionů.

5 Informace z průběhu výstavby

Práce na tunelu byly zahájeny převzetím staveniště 1.8.2013. Podle předpokládaného harmonogramu prací měla být nejprve realizována stavební jáma jižního portálu a z ní zahájena dovrchní ražba směrem do stavební jámy severního portálu, která měla být připravena v průběhu ražeb. Prosazení výše popsané změny podchodu silnice I/3 si vyžádalo

přizpůsobit i postup výstavby. Kapacity, které byly již na stavbě k dispozici byly přesunuty na realizaci severního portálu. Souběžně v průběhu necelých dvou měsíců po získání souhlasu investora stavby k projednání změny (při garanci nenavýšení nákladů) bylo nutné navržené řešení projednat se všemi účastníky výstavby a to bez investorem schválené dokumentace. Úspěšné projednání dále podmiňovalo získání souhlasu vstupu na pozemek mimo zábor stavby, souhlasu s vykácením 5 ks mimolesních dřevin, zajištění objízdných tras a zajištění náhradní autobusové dopravy. Výsledkem intenzivních jednání bylo získání rozhodnutí o úplné uzavírce silnice I/3 od 12.10 do 15.12.2013. V rychlém sledu následovaly práce na zajištění záboru stavby, odstranění konstrukčních vrstev vozovky a ornice, postupné hloubení a zajišťování stavební jámy pro „želvu“. Při hloubení bylo dno jámy tvarováno do tvaru válce. Ten bylo nutné vzhledem k nerovnoměrné zrnitosti a soudržnosti horniny částečně dotvarovat pomocí stříkaného betonu. Na vzniklé „kopyto“ byla provedena separační vrstva z PE fólie a geotextilie a na něj se šachovnicově prováděla armatura a betonáž konstrukce „želvy“ po 6 metrových sekcích (celkem 8 bloků). Aby bylo možné pod ochranou „želvy“ zahájit ražby co nejdříve, rozhodl se zhotovitel použít vyšší třídu betonu a to až C30/37. Zvýšeným úsilím se podařilo překop komunikace zasypat, obnovit konstrukční vrstvy komunikace a obnovit provoz o 5 dnů dříve.



Obr 4 Realizace bloků „želvy“ v otevřené stavební jámě
Fig. 4 The structure of the cover-and-cut vault in an open building pit

Vlastní ražba tunelu byla zahájena 5.12.2013 slavnostním osazením sošky Sv. Barborky. Nejprve byl ražen úsek pod „želvou“ v kalotě v TTV 5c, který nevyžadoval žádné zajištění. Při ražbě jádra bylo budováno opěří pod želvou s ostěním ze SB tl. 300 mm a kotvami SN dl. 6,0 m. Celá ražba tunelu probíhala bez vážných problémů střídavě v TTV 4 a 3 až do slavnostní prorážky konané 5.6.2014. Navržená TTV 2 nebyla nakonec využita. Do staničení cca 74 metrů byla hornina rozpojována strojně, zbylá část pomocí trhačích prací. Na ražbu byla využita následující strojní sestava: vrtací vůz AC Rocket Boomer E2C-18, tunelbagr CAT 328D, nakladač Volvo L 120F, dempr Caterpillar D25D, špritzmobil Meyco Potenza a manipulátor Merlo Roto 38.14 S.



Obr. 5 Ražba opěří tunelu v TTV 5c v úseku pod ochranou „želvy“

Fig. 5 Excavation of the side wall of the tunnel in support class 5c in the section under the cover-and-cut vault

Po úspěšných ražbách a odstrojení tunelu následovala proudovou metodou betonáž základových pasů, instalace hydroizolace a betonáž definitivního ostění. Montáž izolace byla v předstihu minimálně 5 bloků. První blok ostění byl zabetonován 6.8.2014 a poslední portálový blok na severním portálu 27.10.2014. Betonáž byla realizována pomocí bednicího a armovacího vozu firmy PERI.



Obr. 6 Montáž hydroizolace

Fig. 6 Installation of waterproofing

Dodávky vnitřního vybavení a dokončovací práce vč. terénních úprav byly ukončeny v 04/2015, železniční svršek a montáže technologie v 07/2015. Koncem 08/2015 bude v novém tunelu zahájen zkušební provoz po jedné koleji.



Obr. 7 Pohled na dokončený jižní portál tunelu
Fig. 7 View of the completed southern portal of the tunnel



Obr. 8 Pohled na dokončený severní portál tunelu
Fig. 8 View of the completed northern portal of the tunnel

6 Závěr

V době dokončení tohoto příspěvku lze konstatovat, že Sudoměřický tunel je zdárně dokončen a připraven k uvedení do provozu. Kromě dobrého pocitu z úspěšné realizace zůstává po této stavbě i pozitivní zkušenost z kladně projednané a zrealizované změny technického řešení v průběhu výstavby. Vzhledem k legislativním a smluvním podmínkám je často přístup k realizaci změn v průběhu výstavby spíše negativní. Pro investora může přijetí změny znamenat zvýšení rizika prodloužení doby výstavby, případně navýšení nákladů a v neposlední řadě obava náročné administrace procesu změnového řízení. I pro zhotovitele znamenají často smluvní podmínky ztrátu motivace přicházet s optimalizací technických řešení. V případě Sudoměřického tunelu bylo prioritou všech zúčastněných snížení rizika spojeného s ražbou tunelu s nízkým nadložím pod provozovanou komunikací. Tato volba se ukázala jako správná a navíc nedošlo k navýšení investičních nákladů ani prodloužení doby výstavby.



Obr. 9 Pamětní medaile
Fig. 9 Commemorative Medals

7 Seznam použité literatury

1. Zadávací dokumentace stavby, SUDOP PRAHA a.s., 09/2010, aktualizace 02/2011
2. Realizační dokumentace stavby, IKP Consulting Engineers, s r.o., 10/2013
3. Časopis Tunel č.1/2014, Dvukolejný železniční tunel Sudoměřice – zkušenosti ze zahájení výstavby, L. Mařík, T. Just
4. 21. Betonářské dny 2014, Sudoměřický tunel – křížení s komunikací I/3 s extrémně nízkým nadložím, L. Mařík, M. Svoboda, T. Just