

VYBRANÉ VÝZVY V ÚVODNÍ FÁZI PROJEKTOVÁNÍ A REALIZACE TUNELŮ OPEVNĚNÍ A POŘÍČÍ NA D11

J. Štetiar & V. Boltnar

V-CON, s.r.o., Prague and Brno, Czech Republic

J. Faltýnek

Subterra a. s., Prague, Czech Republic

V. Ruchkivskyi

VALBEK UA, Kyiv, Ukraine

ABSTRAKT: Předložený příspěvek se zabývá aktuálním stavem rozpracovanosti realizační dokumentace stavby (RDS) a přípravou pro zahájení ražeb tunelů Opevnění a Poříčí, které jsou součástí úseku D11 1109 Trutnov – státní hranice ČR/PR. Článek přináší jak pohled zhotovitele, tak zpracovatele RDS a shrnuje dosavadní zkušenosti z přípravy stavby. V textu jsou popsány klíčové změny harmonogramu a jejich dopady na celkovou organizaci stavby. Dále jsou uvedeny technické zajímavosti a komplikace, se kterými se bylo třeba vypořádat při zpracování RDS – například řešení výkopů portálových stavebních jam v blízkosti vedení velmi vysokého napětí. Závěrečná část příspěvku se věnuje přípravě pro zahájení ražeb a očekávanému vývoji v nadcházející stavební sezóně, včetně identifikace hlavních technických i organizačních výzev, které budou určovat další průběh výstavby těchto dvou tunelů.

1. ÚVOD

Úsek D1109 je poslední úsek dálnice D11 (Obr. 1) před státní hranicí České republiky a Polska. Společně s výstavbou posledního chybějícího úseku dálnice D11 1108 dojde k dokončení mezistátního propojení v síti TEN-T, napojení na polskou rychlostní komunikaci S3 a k odvedení tranzitní dopravy mimo sídla v oblasti Trutnov–Královec, s očekávaným zlepšením bezpečnosti, plynulosti a dostupnosti regionu. Mimo podzemních staveb je tento úsek dálnice D11 specifický především 28 mostními objekty včetně několika mimořádně složitých a dlouhých mostních estakád (ŘSD ČR).

Celková délka úseku je 21,175 km (VALBEK). Zhotovitelem je sdružení společností MI Roads a.s., Doprastav, a.s., Metrostav TBR a.s., Subterra a.s. a Duna Aszfalt Zrt. Kompletní RDS o 176 stavebních objektech zpracovává Valbek, spol. s r.o. RDS tunelu Poříčí a Opevnění, o kterých pojednává tento článek, zpracovává projekční kancelář V – CON, s.r.o. a zhotovitelem je sdružení Subterra a.s. a Metrostav TBR a.s. Objednatelem stavby je Ředitelství silnic a dálnic, s.p., geotechnický monitoring pro úsek zajišťuje konsorcium „Trutnovský drak GTM“.

2. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA TUNELŮ

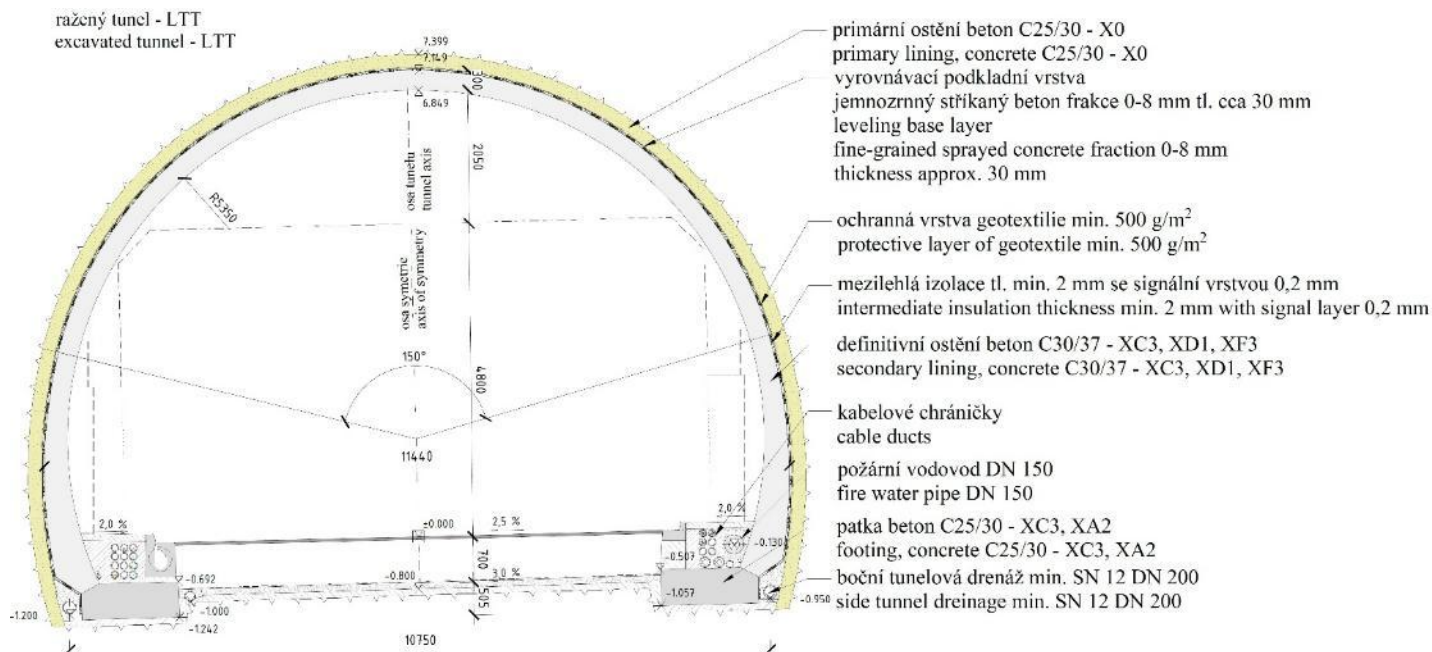
Součástí stavby D11 1109 Trutnov – státní hranice ČR/PR jsou dva tunely: Poříčí (SO 601) a Opevnění (SO 602). Tunel Poříčí tvoří dvě samostatné směrově rozdělené trouby: levá (LTT) je dlouhá 540 m, pravá (PTT) 576 m. Na obou portálech jsou stejně dlouhé hloubené úseky (u severního portálu 24 m, u jižního portálu 12 m), mezi kterými probíhají ražené úseky o délce 504 m (LTT) a 540 m (PTT). Tubusy jsou vzájemně propojeny dvěma raženými tunelovými propojkami. Tunel Opevnění má obě trouby se shodnou délkou 492 m. Každá se skládá z 24 m dlouhé hloubené části na jižním portálu, dále 444 m ražené části a 24 m hloubené části na severním portálu. Uprostřed je projektována jedna ražená propojka. Oba tunely jsou navrženy v šířkové kategorii T 8,0 (Obr. 2) ve směrovém i výškovém oblouku. Výška průjezdného průřezu je 4,8 m. Tunel Poříčí odpovídá bezpečnostní kategorii TC a tunel Opevnění

patří do kategorie TB. Návrhová rychlost je uvažována 100 km/h. Vzdálenost mezi oběma tunely je přibližně 4,5 km (měřeno po hlavní trase (VALBEK, V-CON & Mott MacDonald CZ)).

Tunel Poříčí získal své jméno podle Poříčského hřbetu, kterým prochází a tunel Opevnění podle dlouhého pásma bývalých vojenských pěchotních srubů, jež se nachází v jeho bezprostřední blízkosti.



Obrázek 1: Schématická mapa úseku 1109



Obrázek 2: Vzorový příčný řez (základní) LTT tunelu SO 602 Opevnění

Vzhledem k poměrně příznivé výšce nadloží a kvalitě horninového masivu lze tunely razit pomocí NRTM s horizontálním členěním čelby v technologických třídách výrubu (TTV) 3, 4 a 5a. Plocha výrubu dosahuje 90 m². Sekundární ostění je navrženo jako dvouplášťové se založením na pasech a s mezilehlou foliovou hydroizolací deštníkového typu. Klenba sekundárního ostění je založena na pasech. V nejpriznivějších geotechnických podmínkách je navrženo nevyztužené sekundární ostění tloušťky 300 mm ve vrcholu klenby ostění. Hloubené tunely (klenba na základových pasech) jsou prováděny v otevřené svahované stavební jámě, zajištěné hřebíkováním. Po dokončení budou z větší části zasypány.

3. GEOLOGICKÉ POMĚRY ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

Z hlediska geologické stavby území bude tunel Poříčí ražený převážně v permokarbonských pískovcích a prachovcích (lokálně pevnějších až zdravých), s relativně nízkým stupněm porušení; hydrogeologicky jde o puklinové prostředí, kde se výskyt vody váže na poruchy a lokálně může zasahovat do prostoru výrubu. Nepředpokládají se ale masivní přítoky podzemní vody v průběhu realizace tunelu (GEOTEC-GS, 2019).

Tunel Opevnění je ražený v pískovcích a slepencích s vložkami vulkanoklastik (ryolity a pyroklastika); masiv je přerušen několika puklinovými systémy, které v poruchových zónách zvyšují riziko vypadávání bloků a lokálních přítoků, hladina podzemní vody je vázaná na zvětralinový plášť a může kolísat podle srážek. Rovněž u tunelu Opevnění nejsou předpokládány vysoké přítoky podzemní vody do prostoru tunelu (GEOTEC-GS, 2019).

Tyto charakteristiky horninového masivu se promítají do volby technologických tříd výrubu NRTM, včetně nastavení odstupů čelby mezi troubami a předstihových opatření na portálech. Při ražbě bude kladen důraz na využití principů observační metody.

4. ZMĚNA HARMONOGRAMU VÝSTAVBY

K předání staveniště zhotoviteli došlo 8. 10. 2024. Zpracování realizační dokumentace tunelu Poříčí bylo zahájeno ihned po tomto datu, v souladu s původně stanoveným harmonogramem výstavby. K úpravě postupu projektování i výstavby jako takové došlo v důsledku nálezu odkaliště popílku v oblasti jižního a severního portálu tunelu Poříčí během přípravných prací v květnu 2025.

Zjištěný materiál pocházel pravděpodobně z provozu nedaleké uhelné elektrárny, která v minulosti používala radvanické uhlí. To se vyznačuje vyšším obsahem přírodních radionuklidů. Riziko komplikací při likvidaci historických hald popílku v okolí tunelu Poříčí a možný dopad na plánovaný harmonogram

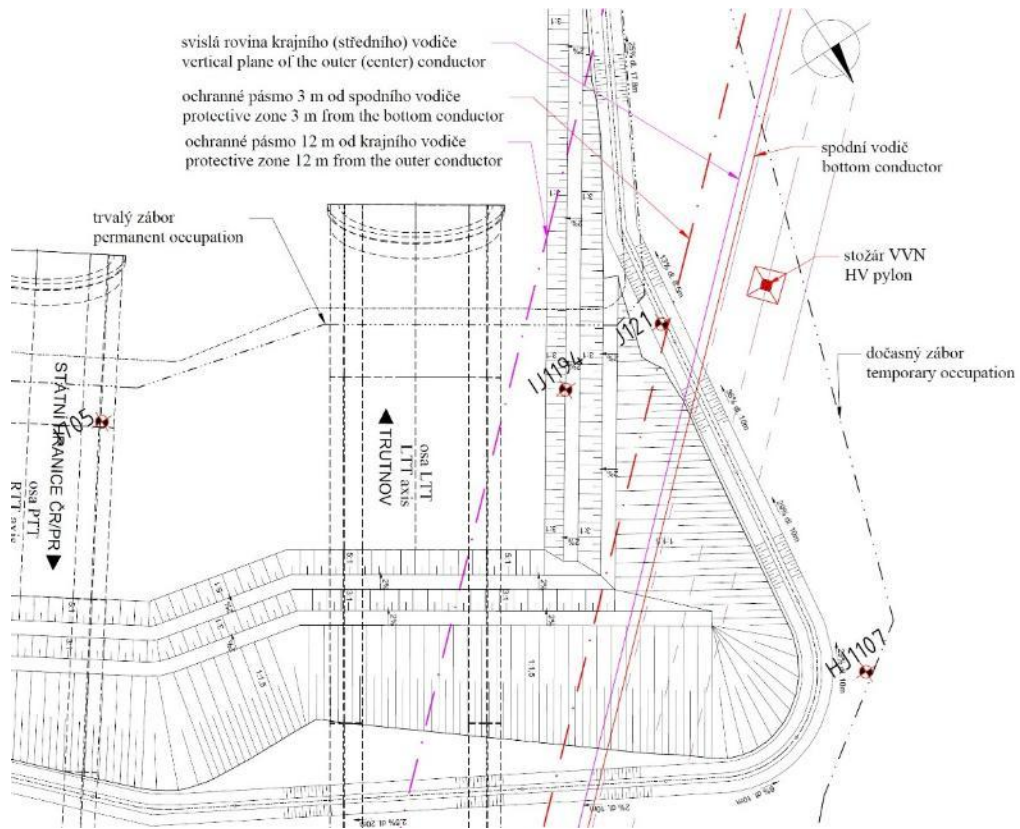
výstavby vedly objednatele k rozhodnutí změnit pořadí realizace obou tunelů. V září 2025 tak došlo k reorganizaci pořadí výstavby tunelů Opevnění a Poříčí tak, aby mohly být v mezinárodním provedení všechny příslušné zemní práce související s odstraněním odkaliště popílku a aby bylo minimalizováno možné celkové zpoždění celého projektu.

5. VÝKOPY A ZAJIŠTĚNÍ STAVEBNÍCH JAM

Jižní portál tunelu Opevnění, kterým byly zahájeny po změně organizace výstavby práce na tunelech, představoval z hlediska projektování, přípravy i provádění obtížný úkol. Dle původního harmonogramu zde měla být ražba tunelu Opevnění na tomto portále ukončena. Vzhledem k reorganizaci prací bylo ale nutno zajistit v blízkosti jižního portálu plochu pro zařízení staveniště a zajistit připojení na nutná média (Obr. 3). Hlavním omezujícím faktorem byla přítomnost vedení velmi vysokého napětí (110 kV) situovaného v těsné blízkosti okraje stavební jámy. Vodiče vedení zasahovaly do plochy stavební jámy (Obr. 4) a jejich prostorové uspořádání komplikovalo stavební práce i ve vertikálním směru, jelikož stoupá proti svahu ve směru k portálu (Obr. 5).



Obrázek 3: Zařízení staveniště v blízkosti jižního portálu tunelu Opevnění



Obrázek 4: Výřez z půdorysu stavební jámy s vyznačením ochranných pásem VVN



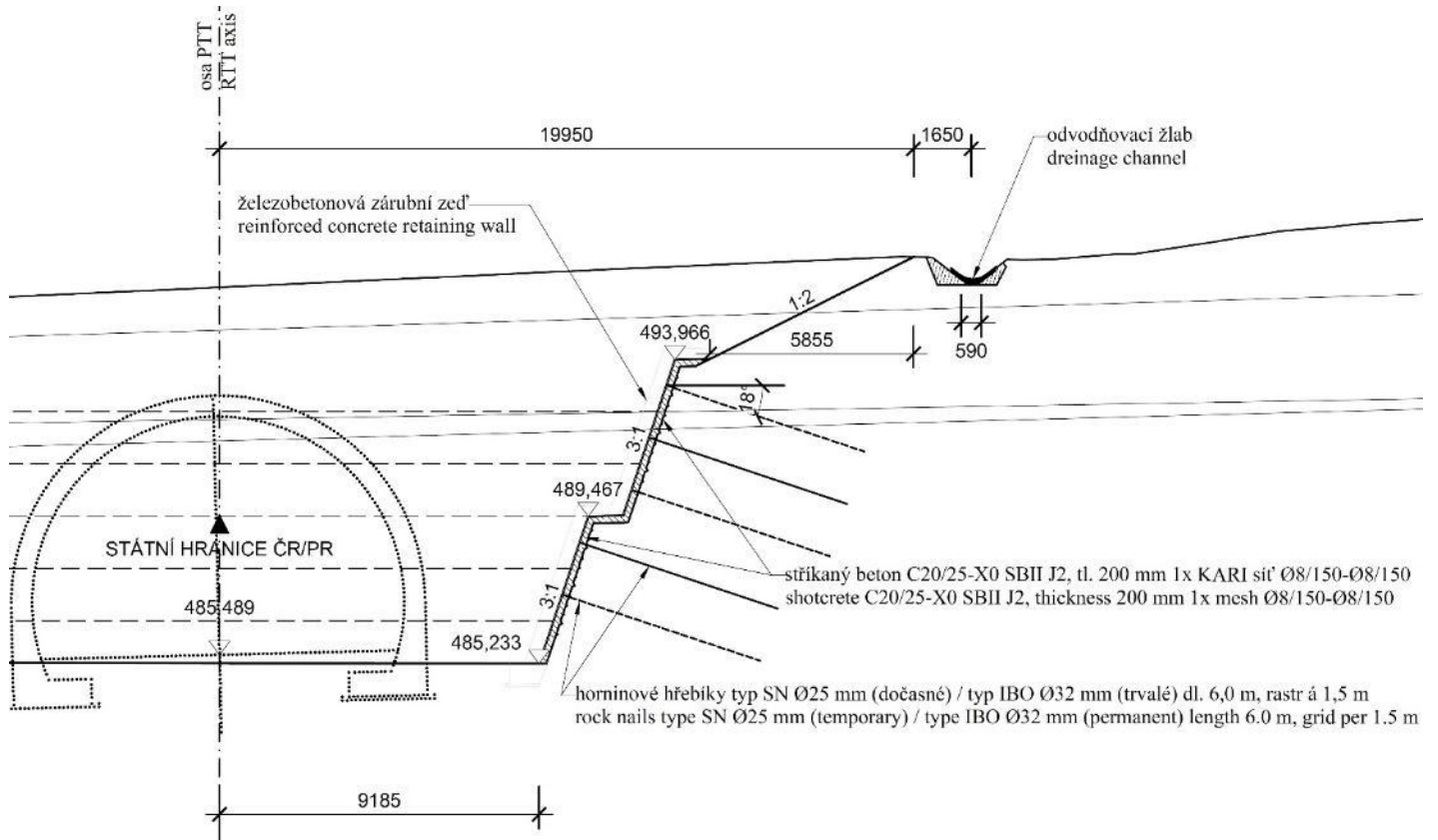
Obrázek 5: Pohled na stožár VVN z koruny svahu výkopu

Vzhledem k významnosti nemohlo být vedení vysokého napětí přeloženo. To si vyžádalo přijetí určitých technicko-organizačních opatření během realizace stavby. Ve spolupráci se správcem distribuční sítě byl zajištěn kontinuální monitoring stožáru, veškeré práce v ochranném pásmu probíhaly pod dohledem pověřeného pracovníka správce sítě a byly použity takové stavební postupy, které nadzemní vedení elektrického proudu co nejméně ohrožovaly (Obr. 6).

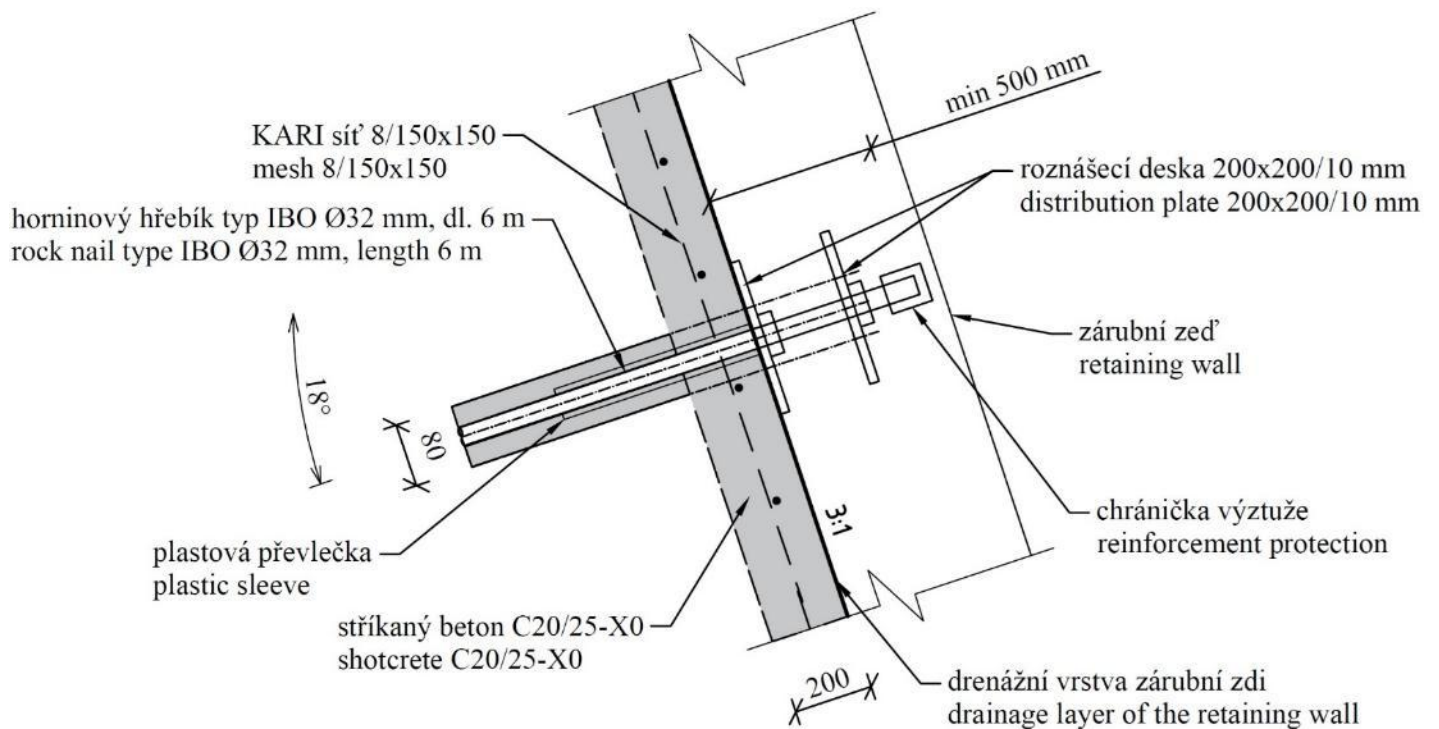


Obrázek 6: Použití ochranných rohoží jako opatření při trhačích pracích

Severní portál tunelu Opevnění (Obr. 7,) se při zpracování realizační dokumentace potýkal s problémy. Na základě zpřesnění geologických podkladů a aktualizovaného výpočtu zajištění stavební jámy v oblasti budoucí zárubní stěny (na levém okraji portálu při pohledu proti staničení), bylo původně navržené dočasné kotvení s roztečí odpovídající trvalým kotvám (3,0 m) po projednání se zhotovitelem nahrazeno alternativním řešením spočívajícím v použití hřebíků s dvojitými hlavami (Obr. 8). Tímto způsobem je umožněna aktivace těchto prvků jednou hlavou již v dočasném stavu, čímž dochází k zahuštění jejich rastru. Druhá hlava hřebíků je poté využita při betonáži zárubní zdi jako kotevní úroveň přibetonávky. Uvedená úprava konstrukčního systému si vyžádala i změnu typu hřebíků z tyčí SN na IBO, a to z důvodu požadavku na delší závitovou část potřebnou pro dvojí zajištění kotevních hlav. Řešení s hřebíky s dvojitou hlavou tak umožňuje lépe reagovat na horší geotechnické podmínky v oblasti levého boku portálu a zároveň konstrukčně zjednodušuje přechod z dočasného do trvalého stavu, aniž by bylo nutné zřizovat dodatečné kotevní prvky.



Obrázek 7: Výřez z příčného řezu konstrukcí zajištění stavební jámy u severního portálu tunelu Opevnění



Obrázek 8: Upravený detail hlavy hřebu u objektu severního portálu tunelu Opevnění

V době zpracování tohoto článku probíhá realizace jižního portálu tunelu Opevnění. Na severním portálu tunelu byly zahájeny výkopové práce.

6. KONCEPCE RAŽEB

6.1 SO 601 TUNEL POŘIČÍ

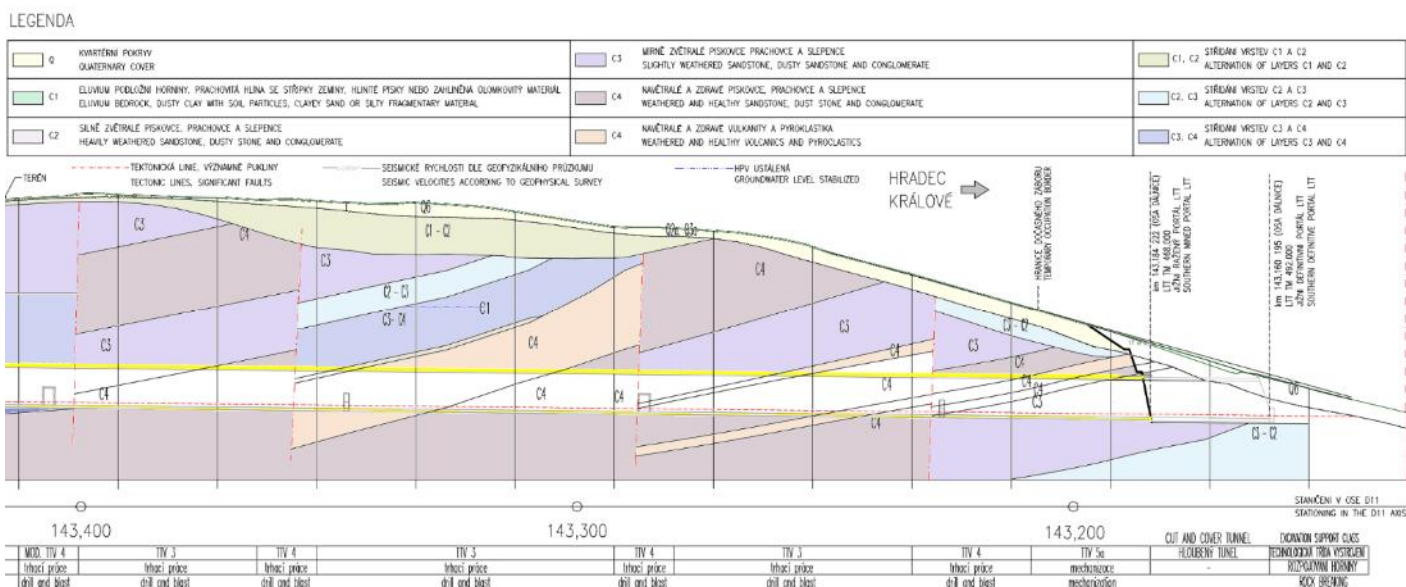
Ražba bude probíhat úpadně z jižního portálu, metodou NRTM s horizontálním členěním čelby na kalotu, opěří a dno. Pro rozpojování horniny budou využity trhací práce. Primární zajištění je specifikováno v tabulce 2 níže. Ražba bude zahájena pod ochranou tunelového předstítku a deštníku z jehel. Odstupy čelb jsou nastaveny konzervativně: minimální vzdálenost opěří první tunelové trouby je 12 m za kalotou a zahájení kaloty druhé tunelové trouby bude minimálně 60 m za opěřím první tunelové trouby.

V převážné délce tunelu se předpokládá ražba v TTV3, v portálových úsecích a poruchách TTV4, výjimečně TTV5a. Prostředí permokarbonských pískovců a prachovců umožňuje většinou suchý výrub. Lokální soustředěné přítoky jsou vázány na tektonické zóny a mají tendenci slábnout s časem.

Specifikem zůstává „popílkové“ předpolí jižního portálu, které ovlivňuje zejména organizaci a odvodnění stavební jámy, nikoli raženou část.

6.2 SO 602 TUNEL OPEVNĚNÍ

Postup ražeb je dovrchní z jižního portálu (Obr. 9). Uplatní se stejná základní filozofie jako u tunelu Poříčí: použije se NRTM, se zahájením ražeb s předstítkem a deštníkem z jehel, odstupy čelb ve vzdálenosti 12 m mezi kalotou a opěřím levé tunelové trouby a 60 m mezi opěřím levé tunelové trouby a kalotou pravé tunelové trouby a průběžné zařazování do TTV bude probíhat dle zastížených inženýrskogeologických podmínek a na základě výsledků geomonitoringu.



Obrázek 9: Výřez z podélného geologického profilu

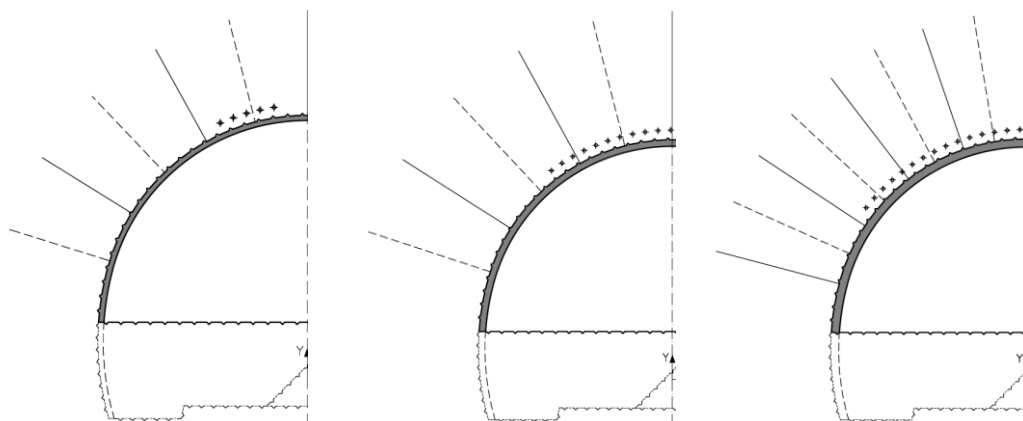
V základním režimu se předpokládá TTV 3 s lokálním zvýšením na TTV 4 až 5a v blízkosti portálů a poruchových zón. Předpokládané přítoky vody jsou zvládnutelné bočními (rubovými) drenážemi (deštníky).

V rámci ražeb obou tunelů budou sledovány seismické účinky trhacích prací a měřeny deformace povrchu. U tunelu Opevnění je důvodem obav zejména existence tří stožárů VVN 110 kV v zóně ovlivnění, proto budou v rámci monitoringu sledovány deformace jejich základových patek. V praxi to znamená pečlivé plánování trhacích prací, kontrolu konvergencí a geodetické polohové měření a jasně definované varovné stavy pro monitoring tak, aby bylo možné včas reagovat úpravou technologického postupu. Cílem je u obou tunelů udržet plynulé tempo ražby a omezit potřebu mimořádných zásahů do vyztužení. Vzhledem k příznivé predikci geotechnických parametrů horninového prostředí obou tunelů plánuje zhotovitel použít pro trhací práce čerpané emulzní trhavinu. Inspirací mu byla zkušenost členů projektového týmu ze Skandinávie a snaha o zvýšení efektivity práce. Základní parametry ražeb obou tunelů shrnuje tab. 1. Schematické porovnání jednotlivých technologických tříd výrubu uvádí tab. 2.

Tabulka 1: Porovnání parametrů ražeb obou tunelů

Tunel	Tunelová trouba	Hloubená část [m]	Ražená část [m]	Počet propojek	Předpoklad TTV [m]		
					TTV 3	TTV 4 (+ modifikace)	TTV 5a
SO 601 Poříčí	LTT	12 (J) + 24 (S)	504	2	312	120	72
	PTT	12 (J) + 24 (S)	540		336	132	72
SO 602 Opevnění	LTT	24 (J) + 24 (S)	444	1	264	120	60
	PTT	24 (J) + 24 (S)	444		276	120	48

Tabulka 2: Schématické porovnání jednotlivých TTV



TTV	3	4	5a
Délka záběru [m]	1,5 až 3,0	1,2 až 1,5	0,8 až 1,2
Primární ostění	C20/25 X0 tl. 150 mm + 1x KARI $\varnothing 6/150$	C20/25 X0 tl. 200 mm + 2xKARI $\varnothing 6/150$	C20/25 X0 tl. 250 mm + 2xKARI $\varnothing 6/150$
Radiální svorníky	Dl. 3,0 m, rastr 3,0x3,0 m	Dl. 4,0 m, rastr 3,0x1,5 m	Dl. 4,0 m, rastr 2,0x1,2 m
Zajištění čelby	10 % čelby SB C20/25 X0, tl. 50 mm + jehly SN/IBO $\varnothing 25$ mm dl. 6,0 m (dle zastižených IG podmínek)	20 % čelby SB C20/25 X0, tl. 50 mm + jehly SN/IBO $\varnothing 25$ mm dl. 4,0 m (dle zastižených IG podmínek)	50 % čelby SB C20/25 X0, tl. 50 mm + jehly SN/IBO $\varnothing 25$ mm dl. 4,0 m á 400 mm v každém druhém záběru

7. ZÁVĚR

Navržený postup výstavby tunelů je založený na racionálním dimenzování a průběžné optimalizaci zajištění výrubu podle výsledků GTM. Reorganizace časového postupu výstavby, úpravy zajištění stavebních jam a nastavení okrajových podmínek NRTM tvoří provázaný celek, který reaguje na zjištěné místní podmínky a umožňuje udržet harmonogram bez mimořádných zásahů do koncepce výstavby.

Z pohledu zhotovitele obou tunelů představuje patrně největší úkol budoucí koordinace všech souběžných prací na obou tunelových stavbách. Vzhledem k poměrně krátké délce ražené části a snaze o co nejvyšší efektivitu a rychlost výstavby nastane v příštím roce s vysokou pravděpodobností situace, kdy na druhém tunelu budou probíhat ražby společně s pracemi na koncové portálové jámě a na prvním tunelu bude současně betonováno sekundární ostění a prováděny další stavební objekty. Tento souběh prací ponese velmi vysoké nároky na organizaci výstavby i celý projektový tým společně s projektanty RDS, kteří musí již v této rané fázi pracovat např. na návrhu sekundárních ostění a kabelovodů.

Další komplikací spatřuje zhotovitel stavební části v lokalitě, kde se daná stavba realizuje. Trutnovsko je malebné podhůří Krkonoš. S tím souvisí i často velice nepříznivé počasí, a především velmi členitá morfologie terénu, která komplikuje přístup na jednotlivé části staveniště.

Závěrem lze nicméně konstatovat, že celkový navržený koncept představuje robustní, ale současně dostatečně flexibilní rámec pro řízení geotechnických rizik při výstavbě obou tunelů. Klíčovým předpokladem úspěšné realizace je pružná spolupráce zhotovitele, projektanta, technického a geotechnického dozoru při vyhodnocování měření v rámci rady monitoringu a zpřesňování geotechnického modelu v průběhu výstavby.

Ing. Juraj Štetiar, MSc., MBA

V-CON, s.r.o.

juraj.stetiar@v-con.cz

Bc. Ing. Vojtěch Boltnar

V-CON, s.r.o.

vojtech.boltnar@v-con.cz

Ing. Jan Faltýnek, Ph.D., MBA, FEng., EUR ING

Subterra a.s.

JFaltynek@subterra.cz

Ing. Vitalii Ruchkivskiyi, CSc.

VALBEK UA

vitalii.ruchkivskiyi@valbek.ua

LITERATURA

GEOTEC-GS, a.s. (2019). D1 Pasport SO 601 – Tunel Poříčí (11/2019); D2 Pasport SO 602 – Tunel Opevnění (11/2019). Geotechnický průzkum.

ŘSD ČR. (bez data). ŘSD ČR – Interaktivní mapa staveb (online), přehled staveb „v realizaci“. [online]. [cit. 12. 11. 2025]. Dostupné z: <https://www.rsd.cz/mapa-staveb/#/?vrealizaci=1>.

VALBEK, spol. s r.o. (bez data). PDPS – „D11 1109 Trutnov – státní hranice ČR/PR“: generální zpracovatel: Valbek, spol. s r.o. (v rámci sdružení VALBEK-BUNG); tunelové objekty SO 601 a SO 602.

VALBEK, spol. s r.o.; V – CON, s.r.o.; Mott MacDonald CZ, spol. s r.o. (bez data). RDS – „D11 1109 Trutnov – státní hranice ČR/PR“: generální zpracovatel: Valbek, spol. s r.o.; zpracovatel objektu (SO 601 a SO 602): V – CON, s.r.o.; zpracovatel podobjektu (ražba a primární ostění, SO 601.04.1, SO 601.04.4, SO 602.04.1, SO 602.04.4): Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.