

# RAŽBA TUNELU HOMOLE Z POHLEDU PROJEKTANTA A ZHOTOVITELE

J. Rožek

AMBERG Engineering Brno, a.s., Brno, Česká republika

A. Korba

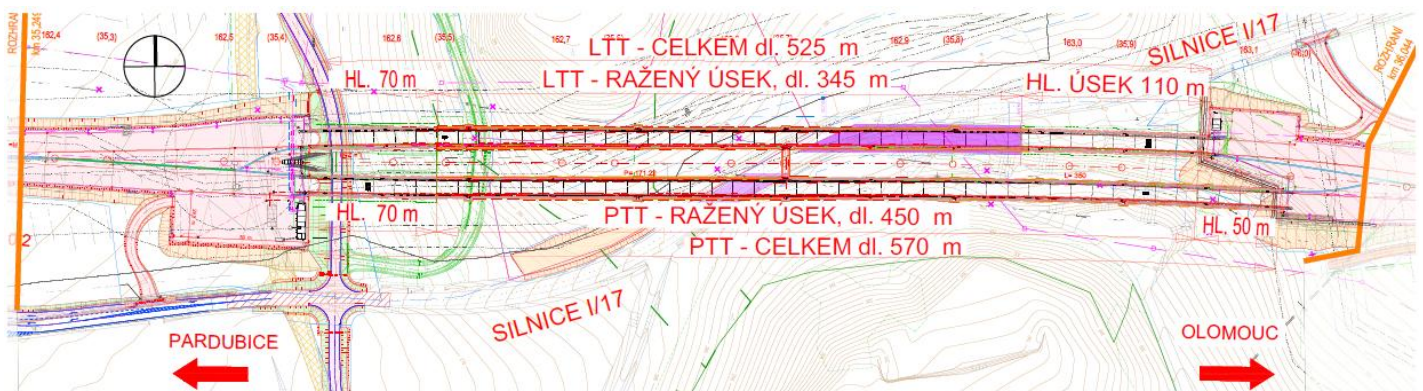
Marti a.s., Žilina, Slovenská republika

**ABSTRAKT:** Tunel Homole je součástí stavby D35 Ostrov – Vysoké Mýto. Tvoří jej dvě jednosměrné tunelové trouby kategorie T-8,0 o délkách 526 a 570 m. Obě tunelové roury jsou propojeny jednou příčnou propojkou. Tunel je navržen s dvouplášťovým ostěním s mezilehlou deštníkovou izolací s patními rubovými drenážemi. Výška nadloží se pohybuje v rozmezí 8 až 24 m. Tunely podcházejí frekventovanou silnicí I/17 v místě s výškou nadloží cca 13,5 m. Ražba v komplikovaných geotechnických podmínkách probíhala dle návrhu zhotovitele v období od prosince 2024 do prosince 2025 v režimu Smaragdové knihy FIDIC. Příspěvek popisuje návrh technologie ražby a primárního a sekundárního ostění a shrnuje zkušenosti projektanta a zhotovitele z realizace. Plánované dokončení stavby je na konci roku 2026.

## 1. ÚVOD

Dálnice D35 je součástí dálniční a silniční sítě České republiky. V rámci této sítě plní D35 funkci takzvané druhé severní spojnice mezi Čechami a Moravou, která je paralelní s dálnicí D1 a umožňuje rozdělení dopravy a převzetí části dopravního zatížení z dálnice D1 v úseku mezi Olomoucí a Hradcem Králové. D35 je důležitá také pro zajištění regionálních vztahů v severních Čechách a na Moravě a ve vztahu k dálnicím D1 Lipník nad Bečvou – Ostrava – státní hranice ČR/Polsko a D11 Praha – Hradec Králové – státní hranice ČR/Polsko jako spojnice mezinárodního významu. Výstavba tunelu Homole je součástí budoucího sedmikilometrového úseku dálnice „D35 Ostrov – Vysoké Mýto“. Jeho výstavba byla vzhledem k technické náročnosti vyčleněna do samostatné stavby. Tunel zajistí propojení obou částí dálničního úseku do jednoho plně funkčního celku.

Tunel se nachází severovýchodně od obce Vraclav, kde dálnice D35 prochází pod Vraclavským hřbetem s vrchem Homole. Dálnice je navržena v kategorii R 25,5/120 s rozšířením středního dělicího pásu z 3,0 m na 3,5 m.



Obrázek 1: Přehledná situace tunelu Homole

Objednatelem stavby je Ředitelství silnic a dálnic s. p. (ŘSD), zhotovitelem je sdružení „Společnost pro realizaci D35 Ostrov – Vysoké Mýto, tunel Homole“ – EUROVIA CZ a.s.; Marti a.s.; EUROVIA SK, a.s. Projektantem tunelu je Amberg Engineering Slovakia, s.r.o., projektantem ražené části je společnost AMBERG Engineering Brno, a.s. Ražbu tunelu realizuje společnost Marti a.s.

Tunel tvoří dvě jednosměrné tunelové trouby. Levá tunelová trouba má délku 525 m, z toho 180 m tvoří hloubená část a 345 m ražená část. Pravá tunelová trouba má délku 569 m (hloubená část 120 m, ražená 449 m). Celková délka stavby je 795 m, neboť obsahuje i předportálové úseky. Oba tunely budou propojeny jednou propojkou pro pěší o délce 17,5 m. Výška nadloží v raženém úseku tunelu se pohybuje mezi 8,5 až 24 m nad levou tunelovou troubou (LTT) a 7 až 19 m nad pravou tunelovou troubou (PTT). Ražba tunelu je navržena technologií nové rakouské tunelovací metody (NRTM) se strojním rozpojováním. Projekt ražené části tunelu je realizován podle smluvních podmínek s využitím Žluté knihy FIDIC s několika prvky ze Smaragdové knihy.

## 2. GEOLOGICKÉ A HYDROLOGICKÉ POMĚRY

Oblast tunelu Homole z geologického hlediska spadá do zájmového území nacházejícího se na východním okraji České křídové pánve, v tzv. orlicko-žďárském faciálním vývoji křídy.

Podle plánovaného směrového a výškového vedení tunel prochází přes Vraclavský hřbet a zasahuje geneticky rozmanité čtvrtohorní půdní vrstvy a předkvartérní podloží, které je v dané oblasti tvořeno variabilními křídovými písčity slínovci a prachovci s lokálním výskytem jílovitých vápenců šedé barvy. Stabilní hladina podzemní vody (HPV) se nachází po celé délce trasy nad tunelem a podzemní voda nevykazuje agresivitu vůči betonu.

Tunel byl z geologického hlediska rozdělen do tzv. kvazihomogenních celků podobné geologie. Raženou část levé tunelové trouby tvoří převážně dva kvazihomogenní celky (KHC) a raženou část pravé tunelové trouby převážně tři kvazihomogenní celky.

Před zahájením ražby byl zhotovitelem proveden dodatečný geologický průzkum v oblasti pravé tunelové trouby, jehož součástí byly čtyři průzkumné vrtly, každý v délce 30 m. Pomocí vrtů byla ověřena horninová stavba v místech, kde nebylo možné vrtly provést dříve kvůli vedení vysokého napětí, které bylo před zahájením stavby přeloženo. Dodatečný průzkum potvrdil předpokládané nepříznivé geologické podmínky v oblasti pravé tunelové trouby v KHC II-PTT a KHC III-PTT a o něco příznivější geologické poměry v KHC IV-PTT v blízkosti východního (olomouckého) portálu.



Obrázek 2: Příklad čelby v TT4

Hydrologické poměry byly v trase levé i pravé tunelové trouby předpokládány jako nepříznivé, s vydatností puklinové vody 20 až 22 l/s. Skutečná vydatnost se však pohybovala do 4 l/s a v zásadě nepředstavovala zásadní omezení pro ražbu. V bezprostředním okolí tunelu byl zaznamenán pokles hladiny podzemní vody o 4 až 8 metrů oproti stavu před zahájením ražby – prakticky na úroveň dna tunelu.

### **3. GEOTECHNICKÝ MONITORING (GTM) PŘED RAŽBOU A BĚHEM RAŽBY**

Část geotechnického monitoringu zajišťuje objednatel (měření ovlivňující stanovení klíčových kritérií dokumentu Geotechnical Baseline Report (GBR) a životnost tunelu), zbývající část zajišťuje zhotovitel.

Vzhledem ke složitosti inženýrsko-geologických poměrů byl GTM rozdělen na měření před ražbou a během ražby. Před ražbou probíhalo měření na existujících i nových inklinometrických vrtech, trigonometrické měření stožáru VN a jeho náklonu, geodetické sledování hlav vrtů, trigonometrické měření bodů na západním a východním portálu, měření na dynamometrech kotev stavební jámy západního portálu. Byly osazeny čtyři geodetické profily pro měření sedání povrchu a tři extenzometrické profily. Pro sledování poklesu vozovky I/17 bylo osazeno šest trigonometrických bodů.

V tunelech byly navrženy pětibodové a sedmibodové konvergenční profily pro sledování deformací ostění. Pro měření namáhání primárního ostění byly navrženy tři tenzometrické profily.

Od začátku prací na západním portálu probíhalo měření hladin podzemní vody v hydrovrtech.

Největší obavy panovaly z ražby pod dopravně zatíženou silnicí I/17, kde nebylo přípustné omezení provozu, proto byly i na povrchu vozovky osazeny trigonometrické body. Během ražby se maximální sednutí vozovky ustálilo na hodnotě 41 mm, což bylo v povoleném rozsahu. Nevznikly ani viditelné změny na vozovce, takže provoz nemusel být omezen (kromě snížení rychlosti na 50 km/h nad oblastí aktivní ražby).

### **4. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ RAŽBY**

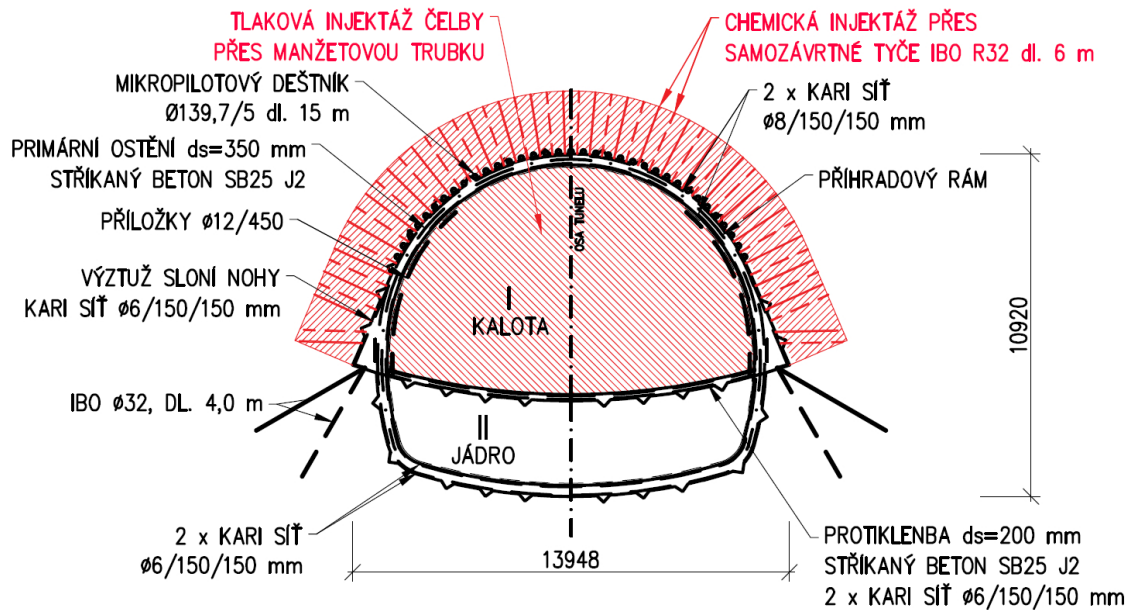
Ražba byla plánována ze stavební jámy na západním portálu. Levá tunelová trouba o délce 525 m je tvořena 70 m hloubeným úsekem, raženými úseky dvou kvazihomogenních celků (I. KHC 190 m, II. KHC 155 m) a 110 m dlouhým hloubeným úsekem na východním portálu.

Pravý tunel dlouhý 570 m obsahuje 70 m hloubený úsek, tři ražené celky (I. KHC 145 m, II. KHC 190 m, III. KHC 115 m) a 50 m hloubený úsek na východním portálu.

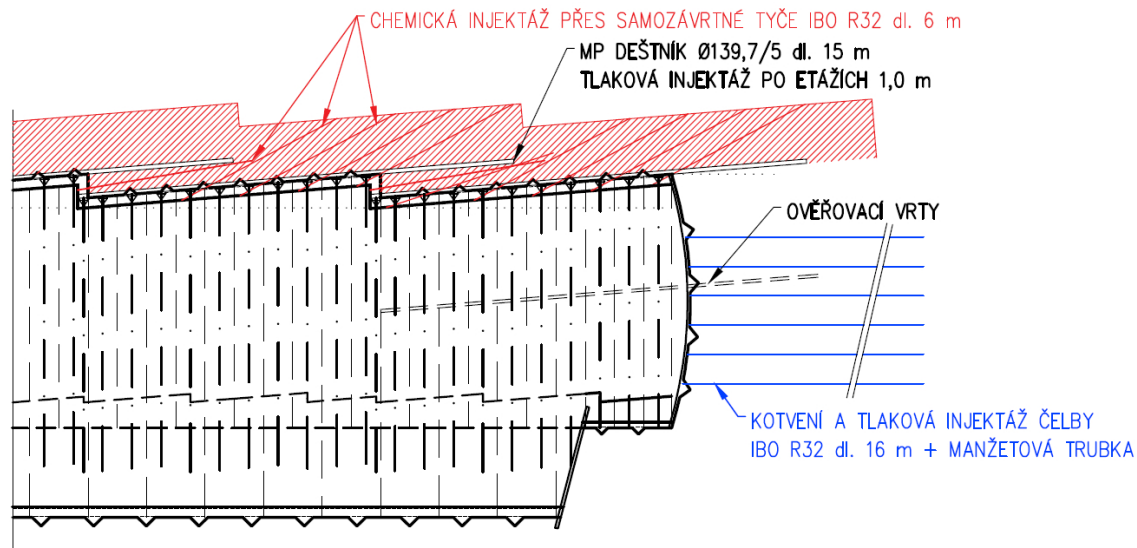
Ražba NRTM je po celé délce členěna horizontálně na kalotu a stupeň. V TT5 se předpokládala ražba s protiklenbou. Ražby byly projektovány v technologických třídách TT3, TT4 a TT5a, 5b a 5b-TI.

Zhotovitel provedl proti referenční dokumentaci tři zásadní změny:

- Navrhl pouze jedno příčné propojení (obr. 1), umístěné přímo pod silnicí I/17. Toto řešení splňuje požadavek normy ČSN 737507 na minimální únikové vzdálenosti. V referenčním projektu DSP byly navrženy dvě tunelové propojky pouze proto, aby se eliminoval negativní vliv ražby propojky v místě s nepříznivou geologií a nízkým nadložím na silnici I/17. Zvolením vhodné technologie ražby propojky se podařilo vyrazit propojení bez překročení konvergencí a limitních poklesů na povrchu a obavy z ohrožení provozu se nenaplnily.
- V místech předpokládané velmi nepříznivé geologie v technologické třídě výrubu TT5b.TI (obr.3) namísto plánované tryskové injektáže nadloží z povrchu v rozsahu zvolil sanace prováděné z čelby – systematicky prováděný mikropilotový deštník (MPD) s tlakově injektovanými mikropilotami, tlakové cementové či chemické injektáže předpolí, tlakové chemické injektáže nad MPD a kotvení čelby dlouhými kotevnými tyčemi IBO 32 mm délky 16 m.
- Východní hloubená část LTT byla navržena s odtěžováním horniny a betonáží trvalého ostění pod zaklenutou rozpěrnou konstrukcí vybudovanou ve dně stavební jámy – tzv. „želvou“.



Obrázek 3: Příčný řez tunelem v technologické třídě TT5b-TI



Obrázek 4: Podélný řez tunelem v technologické třídě TT5b-TI

## 5. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ DEFINITIVNÍHO OSTĚNÍ

Tunel je navržen s dvouplášťovým ostěním s mezilehlou deštníkovou izolací a patními rubovými drenážemi. Standardně je definitivní ostění založeno na základových pasech. V krátkém úseku 25 m v blízkosti východního portálu LTT s výskytem méně únosných geotypů ve dně tunelu byla doplněna protiklenba z prostého betonu. Horní klenba definitivního ostění tunelu je navrženo z monolitického železobetonu betonu C30/37 XC3, XD1, XF2 s PP vlákny, základové pasy jsou ze železobetonu C25/30 XA1, XC2. Tloušťka definitivního železobetonového ostění ve vrchlíku klenby je 400 mm, směrem k patce se rozšiřuje až na 652 mm. Železobetonové základové pasy mají tloušťku 600 mm a šířku 1450 mm. V realizační dokumentaci byla mírně upravena geometrie příčného řezu tunelu tak, aby vyhovovala technologii zhotovitele. Profil se v tunelu nenatáčí. Základová spára pro levý a pravý základový pas je ve shodné výšce. Tvary výklenků pro čistící šachty drenážního systému, pro hydranty a pro SOS kabiny jsou navrženy v souladu se vzorovými listy VL5. Tunelová klenba i základové pasy jsou betonovány v pracovních sekcích základní délky 12,5 m, měřeno v ose tunelu. V ražené části je celkem 28 pasů v LTT a 38 pasů v PTT. Dilatační spáry jsou navrženy v souladu s VL5 (2023) každých 50 m. Ostatní spáry mezi

bloky budou provedeny jako pracovní. Výztuž je v dilatační i pracovní spáře přerušena, a to i ve spáře mezi základovými pasy a boky klenby, s výjimkou výklenků.



Obrázek 5: Pohled na zárodek příčné propojky

## 6. PRŮBĚH RAŽBY

Obě tunelové trouby byly raženy ze západního portálu, kde bylo situováno zařízení staveniště. Ražba byla zahájena 22. 11. 2024 v levé tunelové trubě podle harmonogramu. Ražba kaloty PTT následovala s časovým odstupem tří týdnů a odstupem čelb cca 60 m. Ražba PTT byla ukončena slavnostní prorážkou 15.12.2025. Ražba LTT, včetně úseku pod „želvou“ byla dokončena v lednu 2026.

Průběh ražby ukázal lepší parametry hornin s vyšším zastoupením geotypů K4 a K5 (horniny pevnostní třídy R3 až R2) v kalotě, což si vyžádalo použití trhacích prací pro rozpojování horniny.

Za tímto účelem byla doplněna TT2, s níž dle GBR nebylo původně uvažováno. Prachovce a slínovce se oproti tomu vyznačovaly velkou blokovitostí a tvorbou nadvýlomů. Proto byla v rámci technologických tříd zkracována délka záběru a provádělo se ve zvýšené míře jehlování přístropí a kotvení čelb. V poruchových zónách se projevoval výrazný přechod geotypu K2 (horniny pevnosti R5) a K4, kde strop kaloty byl nestabilní a na úrovni dna kaloty se nacházely pevné břidlice.

V třídách TT5a, TT5b a TT5b-TI probíhala ražba kaloty ve slínocích, jílovcích a částečně i kvartérních zeminách. V třídách TT5a, 5b a 5b-TI se systematickým použitím MPD byl použit vrtací stroj Soilmec ST 120. Jedná se o dvoulafetový vrtný vůz s délkou lafety 24 m, vhodný pro instalaci dlouhých mikropilot bez spojů a kotvení čelby v nesoudržných zeminách. Byl používán především vzduchový výplach, aby do horninového prostředí nebyla vnášena voda a byly zachovány pevnostní vlastnosti hornin, což mělo pozitivní vliv na stabilitu výrubu. Celkem bylo v LTT instalováno třináct etap MP deštníků od TM 201,85 do TM 348,05, v PTT bylo instalováno 16 etap MPD od TM 151,75 do TM 335,25.



Obrázek 6: Vrtná souprava Soilmec ST 120

Předpokládané přítoky podzemní vody se nepotvrdily — výskyt puklinové vody s intenzitou do 2,5 l/s se s přechodem do 2.KHC postupně přesouval z přístropí do dna kaloty.

Maximální deformace způsobené ražbou:

- Pokles povrchu 94 mm (mimo vozovku, ve volném terénu),
- Konvergence primárního ostění v tunelu 71 mm (převažující složka sedání).

## 7. ZÍSKANÉ ZKUŠENOSTI

Z pohledu projektanta je ražba tunelu Homole příkladem projektu, kdy se podařilo pečlivým návrhem technologického postupu ražby pro technologickou třídu výrubu 5b s nekvalitní horninou v nadloží eliminovat potřebu sanačních prací z povrchu území a nahradit je předstihovými injektážemi z čelby v kombinaci s mikropilotovými deštníky. Klíčová byla volba pro daný úkol toho nejvhodnějšího strojního vybavení ze strany zhotovitele a důraz na rychlost uzavírání profilu, minimalizaci prostojů a současně bezpečnost ražby s nízkým nadložím pod provozovanou komunikací. Zvolený rozsah geotechnického monitoringu poskytoval dostatek informací pro projektanta i zhotovitele, aby mohli upravit způsob ražby v případě lepších i horších zastižených podmínek, než stanovila prognóza v zadávací dokumentaci.

## 8. ZÁVĚR

Práce na ražbě tunelu Homole probíhaly do ledna 2026. V současnosti probíhá betonáž sekundárního ostění. Dokončení a uvedení celého díla do zkušebního provozu je plánováno na prosinec 2026. Tunel Homole včetně dokončení celého úseku D35 Ostrov – Vysoké Mýto přispěje ke zlepšení a odlehčení dopravní situace v regionu a k celkovému dokončení dálnice D35.

Výstavba podle podmínek Smaragdové knihy FIDIC se v našich podmínkách realizovala vůbec poprvé a získané praktické zkušenosti budou cenné pro budoucí tunelové projekty jak v silniční, tak železniční infrastruktuře v ČR i případně na Slovensku.

## **LITERATURA**

KORBA, A.; ČILLIK, B. Tunel Homole. Tunel 2025, 34 (4), 15-20.

*Ing. Jan Rožek*

*AMBERG Engineering Brno, a.s., Česká republika*

*jrozek@amberg.cz*

*Ing. Andrej Korba*

*Marti a.s., Slovenská republika*

*andrej.korba@martias.sk*