



**DOPRAVOPROJEKT, a.s.**  
**NAJVĚČŠIA PROJEKTOVÁ,  
 KONZULTAČNO-INŽINIERSKA  
 SPOLOČNOSŤ NA SLOVENSKU  
 V OBLASTI DOPRAVNÝCH STAVIEB,  
 S VIAC AKO 65 ROČNOU TRADÍCIOU**

- TUNELY
- DIAĽNICE
- RÝCHLOSTNÉ CESTY
- MOSTY
- ŽELEZNICE

**POSKYTUJEME:** • projektové práce • konzultačné služby • poradenské a expertízne služby • stavebný dozor  
 • geotechnické a environmentálne projekty • inžiniersku činnosť a majetkovoprávne vysporiadanie

[www.dopravoprojekt.sk](http://www.dopravoprojekt.sk)

## ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB THE WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

### MOZAIKA ZE SVĚTA

#### ■ Druhý úsek ražby štítem tunelu Filder zahájen

V Tunelu č. 1/2015 bylo zmíněno, že v červenci 2014 byla zahájena ražba tunelu Filder délky 9,5 km, který je součástí vysokorychlostní železnice ze Stuttgartu do Ulmu. Tunel stoupá od Stuttgartu na náhorní planinu Filder a přibližně uprostřed je 1150 m dlouhý úsek s proměnlivými geotechnickými vlastnostmi, který dělí tunel na spodní (délky 3630 m) a horní část (délky 4035 m). Tunel se z větší části razí tunelovacím štítem firmy Herrenknecht (horní část v uzavřeném, dolní v otevřeném módu) a mezilehlá přechodová zóna se razí konvenčně z bočního přístupového tunelu.

Ražba štítem probíhá ve čtyřech fázích, mezi kterými proběhnou jeho přesuny případně částečná demontáž a následná montáž. Po vyražení horního tunelu východní trouby směrem od horního portálu Filder byla čelní část štítu v konvenčně vyražené střední části tunelu demontována. Pak byl štít protažen zpět hotovým tunelem k portálu Filder, kde byl otočen a přesunut do pozice, ze které bude razit horní tunel západní roury. Po dokončení montáže byl stroj v červnu 2016 připraven k zahájení ražby. Až ražbu horního tunelu západní trouby dokončí, bude protažen konvenčně vyraženým středním úsekem, přestrojen na otevřený mód a následně zahájí ražbu spodního tunelu směrem k portálu u Stuttgartu. Tam bude opět částečně demontován a při nové montáži otočen o 180°

do pozice, ze které bude dovrchně razit ve čtvrté fázi spodní tunel východní trouby. Ve střední konvenčně vyražené části bude jeho čelní část opět demontována a štít bude protažen horním tunelem východní trouby za portál Filder.

#### ■ Vyhodnocování nabídek na italské části Brennerského bázového tunelu (BBT)

Soutěž na dodávku částí BBT Mauis 2, 3 na italské straně mezi Brennerem a Mittewaldem poblíž Franzenfeste byla vyhlášena 31. července 2015. Dodávka zahrne ražbu 40,3 km hlavních tunelů a 14,7 km tunelů průzkumných.

Výběrová komise po obdržení nabídek zahájila svou práci 26. listopadu 2015 a po intenzivní tříměsíční práci oficiálně oznámila v Bolzanu začátkem března 2016 provizorní pořadí vybraných nabídek.

První pořadí z šesti konsorcií, která nabídky podala, získalo konsorcium vedené společností Astaldi spa. Jeho nabídka technického řešení, časového plánu a ceny, která činí 992,93 milionu eur, byla podle soutěžních podmínek ohodnocena nejvyšším počtem bodů.

Nyní musí konsorcium prokázat splnění všech potřebných právních požadavků a přiměřenost nabídkové ceny. Následovat bude urychlené uzavření smlouvy a předání staveniště pro zahájení prací.

### ■ Práce na všech částech bázevého tunelu Semmering byly zahájeny

Bázevý tunel Semmering délky 27,3 km je rozdělen na tři části. Prostřední je nazvána Tunel Fröschnitzgraben a dodává ji konsorcium společností Swietelsky, Tunnelbau BmbH a Implenia AG. Z délky 13 km této části bude 9 km směrem ke Gloggnitz (směr k Vídni) raženo dvěma štíty a 4 km v opačném směru se budou razit konvenčně.

Pro zpřístupnění místa rozrážky byly již vyhloubeny a uvedeny do provozu dvě šachty hloubky 411 m o průměrech 8,5 m a 11 m. V úrovni jejich dna jsou také vyraženy propojovací a startovací kaverny. Z nich bude nejprve ražena bezpečnostní stanice cca 700 m dlouhá a následně bude zahájena ražba traťových tunelů.

Hloubení šachet probíhalo od dubna 2015 do února 2016. Při provozu SBT budou šachty sloužit pro ventilaci.

Třetí a poslední část SBT nazvaná tunel Grautschenhof délky 7 km byla v dubnu 2016 zadána konsorciu Marti GmbH/Marti Tunnelbau AG. Ražba bude probíhat v obou směrech ze dvou sto metrů hlubokých šachet. Přípravné práce na staveništi šachet byly zahájeny v květnu 2016, jejich hloubení začne počátkem roku 2017.

### ■ Tunely na nové železniční trati z Osla do Ski

Největším infrastrukturním projektem v Norsku je nová dvojkolejná železniční trať Follo délky 22 km mezi hlavním městem Oslo a na jih od něj ležícím městem Ski. Po svém dokončení zkrátí jízdní čas mezi oběma místy na 11 minut.

Součástí trasy jsou dva 20 km dlouhé jednokolejné tunely, které budou raženy v norské žule pevnosti až 350 MPa. Oproti tradici ražba nebude probíhat technologií „drill and blast“, ale pomocí čtyř dvojitých štítů TBM o průměru 9,9 m, které dodá firma Herrenknecht. Každý ze strojů vyrazí ze startovacího místa u Åsland přibližně 9,5 km tunelu, jedna dvojice štítů směrem k Oslu, druhá ke Ski.

Výhodou dvojitého štítu je to, že kombinuje v jednom stroji kotvení razicí části pomocí opěr opřených o skalní výrub (tzv. grippry) a jednoduchý štít, pod jehož ochranou se nezávisle na probíhající ražbě montuje segmentové ostění. Výrazně to zvyšuje výkon, podmínkou však je dobrá stabilita skalního masivu.

Výstavba v současnosti nejdelšího norského železničního tunelu má být dokončena v roce 2021.

### ■ Grand Paris Express

Pro zlepšení osobní dopravy mezi Paříží a přiléhajícím okolím má být do roku 2030 zprovozněno šest linek automaticky provozovaného metra – Grand Paris Express. Vybudování této sítě si vyžádá stavbu 210 km tunelu a skoro 70 nových podzemních stanic.

Součástí tohoto záměru je prodloužení linky 11 pařížského metra východním směrem; stavba GC01 bude zahájena v říjnu 2016 konsorciem vedeným švýcarskou společností Implenia. Tunelovací stroj o průměru přes 9 m vyrazí 3 km trasy, dalších 200 m bude hloubených. Součástí trasy jsou čtyři nové stanice.

### ■ Knižní publikace o stavbě bázevého tunelu Gotthard

V polovině května byla ve švýcarském dopravním muzeu představena obsažná publikace o výstavbě bázevého tunelu Gotthard: Tunnelling the Gotthard. Publikaci, na které pracovalo více než 100 odborníků, připravila pracovní skupina pro podzemní stavby Švýcarské tunelářské asociace (STS). Je rozdělena na 18 tematických částí, které obsahují celkem 97

odborných článků na celkově 719 stranách. Německou verzi publikace lze objednat u švýcarské asociace (cena: 80 švýc. franků), anglická verze bude vydána v polovině listopadu 2016.

Jedním ze čtyř editorů je i Dipl. Ing. Heinz Ehrbar, nám dobře známý účastník a přednášející na mezinárodních konferencích Podzemní stavby Praha.

### ■ Nástupiště ve stanici Liverpool Street byla dokončena

Stanice Liverpool Street je součástí londýnského projektu Crossrail. Podobně jako na ostatních stanicích tohoto projektu je zde délka nástupišť 240 m, což je zhruba dvakrát více než měří nástupiště existujících stanic londýnského metra. Důvodem jsou 200 m dlouhé soupravy, které na trase Crossrail budou jezdit. Výstavba nástupišť trvala čtyři měsíce a montovala se z více než pěti set kusů prefabrikátů dovezených na staveniště z 200 km vzdálené výroby u Sheffieldu.

### ■ Postup ražby tunelu Ulriken u Bergenu

O stavbě 7,8 km dlouhé druhé trouby železničního tunelu Ulriken jsme informovali v Tunelu č. 2/2016. Je to vůbec první železniční tunel v Norsku, který se razí pomocí TBM průměru 9,3 m. Je to otevřený typ stroje, jehož razicí část se rozpírá do hory. Trasa nové trouby je souběžná se stávajícím tunelem, který byl zprovozněn v roce 1964 a dnes již kapacitně nezvládá rostoucí požadavky na objem železniční přepravy. Nový tunel je stavěn na maximální rychlost 160 km/hod.

TBM zahájilo ražbu v prosinci 2015, od Årna se 1,9 km razí dovrčně ve sklonu 8,8 ‰, pak se k Bergenu pokračuje úpadně sklonem 3 ‰. Hned za razicí částí je stroj vybaven pro provádění primárního ostění. Je připraveno pět vyztužovacích tříd, které podle podmínek zahrnují vrtání a instalaci svorníků (kotev) délky 3 až 4 m v roztečích 1,5x1,5 nebo 2x2 m, nastříkání vrstvy 8 až 20 cm vláknů vyztuženého stříkaného betonu případně vyztuženého sítěmi nebo i příhradovými oblouky.

V této části stroje jsou také zařízení na vrtání a instalaci mikropilotového deštníku délky 15 m v rozsahu 120° v přístropí, na provádění těsnící injektáže (vějíř injektážních vrtů kolem celého obvodu výrubu na délku 30 m před čelbu) a zařízení na vrtání vodorovných průzkumných vrtů délky 50 m.

Tunel se nestaví jako vodonepropustný. Limity povolených průsaků jsou určeny v rozmezí 4 až 20 l/min/100 m pro období ražby i pro budoucí provoz. Limity jsou stanoveny s ohledem na hydrogeologické poměry v trase; u obou portálů je povolen průsak 10 l/min/100 m, pak následují úseky s nejpřísnějším požadavkem 4 l/min/100 m, pro další úsek ve směru od Bergenu platí maximum 10 l/min/100 m a nejdelší střední část tunelu má povoleno max. 20 l/min/100 m.

Systematická injektáž je prováděna v úsecích s nejpřísnějším limitem 4 l/min/100 m, v ostatních úsecích záleží na vyhodnocení zastižených hydrogeologických podmínek a ev. provedených průzkumných vrtů.

Průzkumné vrtky 50 m dlouhé se systematicky prováděly v příportálových úsecích přes 1 km dlouhých.

Pokud jde o profil ražený TBM, vítězná firma se jej při zpracování nabídky snažila minimalizovat. Výsledkem byl návrh profilu o průměru 8,7 m a ploše 59 m<sup>2</sup>. Navržené sekundární ostění bylo tvořeno dnovým prefabrikovaným segmentem, do kterého by se následně kotvily železniční koleje, a do formy betonovaným monolitickým ostěním.



Zákazník ale rozhodl o zvětšení průměru raženého profilu na 9,3 m (plocha 68 m<sup>2</sup>) a podle norských zvyklostí změnil i definitivní ostění, které se skládá ze dvou vrstev stříkaného betonu s mezilehlou přikotvenou (pěnovou) izolací. Tím pomínul i větší životnost dodavatelem navrženého monolitického definitivního ostění.

Využití rubaniny je ovlivněno místními podmínkami. Protože v Norsku lze kamenivo obecně pořídit lacino, zákazník předepsal uložení rubaniny na meziskládku, odkud bude později odebírána pro příležitostné použití.

Dosahované výkony po období „záběhu“ po zahájení ražby v prosinci 2015 jsou dobré. Ražba probíhala přibližně do dubna 2016 ve stabilní skalní hornině, ve které byl nejlepší

denní postup 23,5 m/den a týdenní postup 80 m/týden. Hodinový výkon kolísá v rozmezí 1,2 až 2,5 m/hod.

#### ■ Nedostatek techniků v Británii po Brexitu?

Zkušený náborový pracovník britské firmy, která hledá a dodává firmám kvalifikované technické pracovníky, se skepticky vyjádřil o nedostatku vlastních tuzemských zkušených techniků. Uvedl, že Británie potřebuje do roku 2020 více než milion nových inženýrů a techniků, aby se vyrovnala s blížící se personální krizí. Obdobně zdatných a zkušených tuzemských manuálních pracovníků je výrazný nedostatek. Jak se s tím Británie vypořádá, pokud by po brexitu zahraniční odborníci i zkušení manuální pracovníci do země nepřicházeli z ciziny v dostatečném množství?

*Ing. MILOSLAV NOVOTNÝ, mila\_novotny@volny.cz*

## REKONSTRUKCE TUNELU ALTER KAISER WILHELM (AKWT) V NĚMECKU SE CHÝLÍ KE KONCI RECONSTRUCTION OF THE ALTER KAISER WILHELM TUNNEL (AKWT) IN GERMANY COMING TO ITS END

The 4205m long AKWT tunnel is located on the Koblenz – Perl railway track, between the town of Cochem and the municipality of Ediger-Eller in Rhineland-Palatinate federal state. It is approximately 140 years old. The tunnel construction commenced in 1874. The tunnel breakthrough took place in 1874. It was officially inaugurated in August 1879. The railway line was electrified in 1974. The main scope of the reconstruction lies in the incorporation of a new water retaining reinforced concrete final lining into the original AKWT lining. The whole area of the existing masonry vault was reprofiled; the new final lining is now 40cm thick. The depth of the tunnel bottom was increased by ca 1.5m and the existing dysfunctional drainage system was replaced with a new one. Both historic listed portals with stone eagles on them were preserved and will be rehabilitated. Currently (the end of October 2016) all main civil engineering activities on the AKWT project carried out by the company of Subterra a.s. have been finished in compliance with the contractual schedule. In parallel with Subterra a.s. activities, another contractor commenced the work on the slab track (VP08). The installation of the catenary system, tunnel technologies and the

interlocking system will follow. Bringing the AKWT tunnel into service is planned for June 2017.

Tunel AKWT má délku 4205 m a leží na železniční trati Koblenz – Perl mezi městem Cochem a obcí Ediger-Eller ve spolkové zemi Porýní-Falc a jeho stáří je přibližně 140 let. Jeho výstavba začala v roce 1874 ze strany portálu Eller, o tři měsíce později i ze strany portálu Cochem. Prorážka tunelu se uskutečnila v roce 1877, ve stejném roce byla vybudována obezdívka



*foto / photo courtesy of Ing. Jiří Patzák*

**Obr. 1** Portál v Cochemu – vlevo tunel NKWT (Nový tunel císaře Wilhelma) ražený TBM, vpravo tunel AKWT

**Fig. 1** Portal in Cochem – the New Kaiser Wilhelm Tunnel (NKWT) for the left, the AKWT tunnel for the right



*foto / photo courtesy of Ing. Jiří Patzák*

**Obr. 2** Definitivní obezdívka v tunelu AKWT – pohled z portálu v Cochemu

**Fig. 2** Final lining in the AKWT tunnel – a view from the portal in Cochem



Obr. 3 Portál v Cochemu – tunel AKWT  
Fig. 3 Portal in Cochem – the AKWT tunnel

foto / photo courtesy of Ing. Jiří Patzák

tunelu z kamenného rádkového zdiva. Do provozu byl tunel oficiálně uveden v srpnu 1879 (zprovoznění traťového úseku), v roce 1974 byla trať elektrifikována. Až do roku 1988 byl AKWT s délkou 4205 metrů nejdelším železničním tunelem v Německu.

Hlavní obsah rekonstrukce spočívá v zabudování nového definitivního ostění z vodonepropustného železobetonu do původní obehádky AKWT. Za tímto účelem byla stávající zděná klenba plošně reprofilována, minimální tloušťka nového definitivního



Obr. 4 Definitivní obehádka v tunelu AKWT – pohled z portálu v Cochemu  
Fig. 4 Final lining in the AKWT tunnel – a view from the portal in Cochem

foto / photo courtesy of Ing. Jiří Patzák

ostění je nyní 40 cm. Dno tunelu bylo prohloubeno o cca 1,5 m a stávající nefunkční systém odvodnění byl nahrazen novým. Oba historické, památkově chráněné portály s kamennými orlicemi byly zachovány a bude provedena jejich sanace.

V současné době (konec října 2016) jsou všechny hlavní stavební činnosti na projektu AKWT prováděné společností Subterra a.s. (VP07, hrubá stavba) v souladu se smluvním harmonogramem dokončeny. Ražba spodní klenby a profilace stávající obehádky byla dokončena v květnu 2016, betonáž definitivní obehádky v tunelu v srpnu 2016, hloubená část severního portálu v Cochemu v září 2016 a sanace klenby vč. injektáže vrchlíku a kompletace odvodňovacího systému tunelu v říjnu 2016. Aktuálně probíhá na stavbě odstraňování drobných vad a nedodělků a likvidace zařízení staveniště. Paralelně s činností Subterra a.s. byla dalším zhotovitelem zahájena realizace pevné jízdní dráhy (VP08), po které bude následovat montáž trakčního vedení, technologií a zabezpečovacího zařízení tunelu. Zprovoznění tunelu AKWT je plánováno v červnu 2017.

Ing. JAN VINTERA, [jvintera@subterra.cz](mailto:jvintera@subterra.cz),  
Subterra a.s.

## ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

### 15. ROČNÍK KONFERENCE GEOTECHNIKA 15<sup>TH</sup> GEOTECHNICS CONFERENCE

The already 15<sup>th</sup> Geotechnics Conference was held under the auspices of the Czech and Slovak tunnelling associations in Horní Smokovec in the High Tatras from 21<sup>st</sup> to 22<sup>nd</sup> September 2016. The technical focus of the conference was quite wide, even responding to some new directions for the development of the geotechnics. The total of approximately 140 attendees from the Slovak and Czech Republics and abroad took part in the conference.

V termínu 21.–22. září 2016 se konal pod záštitou České i Slovenské tunelářské asociace v Horním Smokovci ve Vysokých Tatrách již 15. ročník konference Geotechnika. Konference je pořádána každé dva roky firmou ORGWARE pod vedení Ing. Badíkové a Fakultou stavební VŠB-Technické univerzity

Ostrava ve spolupráci s dalšími vysokými školami a výzkumnými organizacemi v rámci České i Slovenské republiky. Dlouholetým odborným garantem konference je prof. Ing. Josef Aldorf, DrSc.

Odborné zaměření konference bylo dosti široké a reagovalo i na některé nové směry v oblasti rozvoje a vývoje geotechniky. Hlavními tématy letošního ročníku konference byly:

- nové technologie a materiály v geotechnickém a hornickém stavitelství;
- pokrokové metody zakládání staveb a progresivní stavební konstrukce;
- aktuální problémy podzemního a dopravního stavitelství;
- environmentální geotechnika a hydrogeologie (sesuvy, výsypky, protipovodňové hráze, odkaliště, zaplavovaná území, šíření kontaminantů);