



Rádi bychom poděkovali našim sponzorům / We would like to thank to our sponsors:

Platinoví partneři / Platinum Partners



Zlatí partneři / Gold Partners



Stříbrní partneři / Silver Partners



ZE SVĚTA PODZEMNÍCH STAVEB / THE WORLD OF UNDERGROUND CONSTRUCTIONS

MOZAIKA ZE SVĚTA

■ Vodorovné vrtání propojek tunelů metra v Neapoli

V Neapoli se staví prodloužení trasy 1 metra, které je plánováno jako okružní linka. Z budoucího okruhu délky 25 km je v provozu úsek 13,5 km se 14 stanicemi a dokončuje se prodloužení délky 5,3 km s pěti stanicemi. Traťové tunely s vnitřním průměrem 5,85 m s osovou vzdáleností přibližně 11 m byly provedeny razicím strojem. Na tomto novém úseku je plánováno 16 propojek, jejichž hlavním účelem je odstranění pístového efektu vyvolaného průjezdy souprav metra.

Mimořádnou skutečností je, že pro ražbu propojek byla použita technologie vodorovného vrtání s rozšiřováním pilotního vrtu, tedy technologie doposud používaná hlavně při mechanizovaném hloubení šachet. Příznivé byly geotechnické podmínky, tedy pokud se týká homogenity prostředí, protože ražba probíhala ve žlutém neapolském tufu, ale 20 až 30 m pod hladinou podzemní vody. Pro konsolidaci prostředí a snížení přítoků podzemní vody byly kolem všech budoucích propojek vytvořeny z jednoho z traťových tunelů pomocí injektáže obálky proinjektované horniny tl. 4 m.

Segmenty v okolí prostupu propojky do traťového tunelu byly přikotveny do horniny dočasnými kotvami Dywidag Ø 26,5 mm, které byly vkládány do vrtů Ø 100 mm zasahujících do horniny asi 3 m za rub ostění. Pro vyříznutí otvorů v segmentovém ostění se použily diamantové nástroje.

Z jednoho traťového tunelu byl pak vyvrtán pilotní vrt, do kterého se vsunulo unášecí soustředění. Na něj se v druhém tunelu namontovala na kolejovém podvozku přivezená řezná hlava o průměru 3,5 m vážící 12 t osazená 12 řeznými nástroji. Rozrušená hornina, která vypadávala za řeznou hlavu, byla odsávána do kontejnerových vozů přistavených po kolejích na místo ražby.

Po instalování hydroizolace a montáži ocelové výztuže se do připraveného bednění vybetonovalo ostění tl. 250 mm. Nakonec se odřízly hlavy dočasných kotev a vyspravil se povrch segmentů.

■ Razicí stroje do skalních hornin se vrací do Norska

Jednokolejná trať z Osla do Bergenu dlouhá 492 km vede krásnou krajinou a je turisticky atraktivní v létě i v zimě, ale její dopravní kapacita je již delší dobu nedostatečná. Platí to zejména o posledním úseku mezi městečkem Arna a Bergenem. Úsek je z největší části tvořen 7,7 km dlouhým tunelem pod hřebem Ulriken, který byl uveden do provozu v roce 1965. Ten je hlavní překážkou rostoucím požadavkům na příměstskou dopravu osob i nákladní dopravu vyplývající z postupující industrializace Bergenu, který je navíc významným přístavem a druhým největším městem Norska.

Proto se norské železnice rozhodly vyrazit souběžně se starým tunelem ve vzdálenosti cca 30 m tunel nový a tím od Arna do Bergenu trať zdvojkolejnit. Přechod z jednokolejky na dvojkolejny

provoz vyřeší nová stanice v Arna. Mezi oběma tunely bude vyraženo 16 propojek.

Geotechnické podmínky jsou velmi dobře známe z ražby starého tunelu – při ražbě bude většinou zastižena málo porušená, pevná a tvrdá žula, jen v malém úseku pod nejvyšším 600 m vysokým nadložím se očekává tlačivé prostředí. Masiv je dobře odvodněn stávajícím tunelem.

Bylo by to ideální prostředí pro metodu Drill and Blast, ale potřeba nevystavit intenzivně provozovaný tunel účinkům trhacích prací vedla znovu po třiceti letech k nasazení TBM. V soutěži mohli uchazeči nabídnout obě technologie, ale i z hlediska ceny zvítězila ražba otevřeným TBM určeným do skalních hornin. Dodavatelem se stalo sdružení norské Skansky a rakouského Strabagu. Firma Herrenknecht dodala stroj o průměru hlavy 9,33 m, která je osazena 62 ks valivých dlát.

Pomocí Drill and Blast se již vyrazilo 746 m tunelu od nové stanice v Arna o profilu až 300 m². Do něj bude zaústěno staniční kolejiště a budou v něm příslušné výhybky, křížení a rozplet tratí do dvou tunelů. V rámci této ražby se také připravila startovací komora pro TBM. Stroj byl smontován před portálem a následně byl do hory zatažen.

Předpokládá se malý rozsah zabezpečování výrubu při ražbě TBM (svorníky, ev. kotvení, a stříkaný beton). Definitivní ostění bude vybudováno aplikací polyetylenové pěny (tepelná izolace u portálů) a stříkaného betonu.

Nový tunel má být zprovozněn začátkem roku 2020, pak proběhne rekonstrukce starého tunelu. S dvojkolejným provozem se počítá v roce 2021.

■ Podzemní parking v historickém podzemí Neapole

Podloží města Neapole tvoří sopečné horniny, především mohutná vrstva sopečného tufu. Ten vyniká řadou výhodných vlastností – je dobře rozpojitelny a opracovatelný, má nízkou objemovou hmotnost i nízkou tepelnou vodivost a prostory v něm vyhloubené či vyražené prokazují výbornou stabilitu.

Není proto překvapivé, že pod Neapolí v minulosti vznikly rozsáhlé podzemní prostory. První vytvářeli od roku 470 před Kr. zde se usazující Řekové. Důvodem bylo zajištění vody pro vznikající město. Vylamovali podzemní cisterny pro jímání dešťové vody a razili propojovací či přírodní podzemní díla. Současně začali vytěžený tuf využívat pro stavbu domů.

Takto vzniklý vodárenský podzemní systém se mohutně rozvinul v římské době i v dalších staletích. Vznikla hustá síť tunelů a cisteren často velkých rozměrů.

Postupně ale vznikala také řada podzemních prostor, ve kterých obyvatelé těžili materiál na stavbu svých domů, velmi často přímo pod stavební parcelou. Aktivita stavebníků musela počátkem novověku regulovat městská rada a zabránit tak chaotickému a nebezpečnému rozvoji podzemí těžby.

Kaverny byly vylamovány od shora dolů. Jejich vrchol (přístropí) mělo tvar gotické klenby a výrub se směrem dolů rozšiřoval a postupně přecházel do svislých stěn.

Pak v roce 1853 přikázal neapolský král Ferdinand I. Bourbonský vybudovat podzemní únikovou cestu ze svého paláce v centru města směrem k přístavu. Bál se pouličních bouří, které propukaly stále častěji. Přitom se propojila a využila řada existujících podzemních děl. Úniková cesta vyústila u neapolského přístavu.

Zánik podzemního vodárenského systému postupně budovaného a využívaného v období delším než dva tisíce let způsobila epidemie cholery, která v Neapoli vypukla v roce 1885. Starý systém zásobování města vodou z podzemních cisteren byl nahrazen nově vybudovaným vodovodem z pramenišť mimo město. Obyvatelstvo s radostí začalo využívat historické podzemí pro ukládání odpadu všeho druhu.

Za druhé světové války bylo podzemí adaptováno na úkryty obyvatelstva, v řadě případů se musely vybudovat nové vstupy. Po skončení války i z důvodu naprostého nedostatku dopravních prostředků a pohonných hmot sloužilo podzemí opět jako skládka, tentokrát pro suť ze zničeného města. Občas se musely řešit lokální propady stropů kaveren způsobené většinou průsaky z netěsné kanalizace a vodovodních rozvodů.

Nové využití velkých podzemních prostor inicioval rozvoj automobilismu a z toho plynoucí naprostý nedostatek parkovacích míst v ulicích v centru města. Od roku 2004 se začalo řešit využití velké podzemní kaverny Morelli pro vybudování podzemního sedmipodlažního parkingu pro 480 vozů. Záměr vyústil ve stavbu 14 parkovacích modulů umístěných do nepravidelného půdorysu kaverny s tím, že větší část bude tvořit automatický rotační parkovací systém.

Po nutných průzkumech a vyražení přístupových tunelů následovala úprava prostor a zajištění jejich stability. Stěny a přístropí včetně vrcholu kaverny byly zajištěny svorníky, svařovanou sítí a stříkaným betonem. Podle potřeby se prováděla injektáž nebo se použily i příhradové nosníky.

Od roku 2006 probíhala stavba a postupné uvádění parkovacích modulů do provozu.

■ Strategie staveništního průzkumu pro stavbu tunelů (ITA WG2)

ITA-AITES publikovala v roce 2015 na svých webových stránkách www.ita-aites.org příručku Strategy for Site Investigation of Tunnelling Projects, kterou připravila pracovní skupina ITA WG 2 – Výzkum. Text je výsledkem snahy metodicky shrnout význam průzkumu pro snížení rizik při provádění tunelových staveb. V příloze 2 příručky jsou uvedeny příklady průzkumu pro různé druhy podzemních staveb.

Ing. MILOSLAV NOVOTNÝ, mila_novotny@volny.cz

PŘÍSTUPOVÉ TUNELY SÄTRA A SKÄRHOLMEN, STOCKHOLM, ŠVÉDSKO SÄTRA AND SKÄRHOLMEN ACCESS TUNNELS, STOCKHOLM, SWEDEN

Subterra a.s. in a consortium with STI, a Slovakia-based firm, is currently realising the construction of the Skärholmen access tunnels for Trafikverket, the Swedish public investor. The tunnels will be parts of the future Stockholm by-pass road. The project comprises two separate tunnels, Sätra and Skärholmen (see Fig. 1), each with the cross-sectional area of 80m² and the length of ca 500m. These so-called “working tunnels” will be used, together with a temporary cargo harbour

on Mälaren lake, which is also part of this project, for removing muck during the excavation of the main tunnelled part of the future by-pass road. The Drill and Blast technique, which is often used in the Nordic countries, is applied to the excavation of the tunnels. The work on the cut-and-cover parts of both Sätra and Skärholmen tunnels commenced already in May 2015 and was finished as early as February 2016. The first blasting at the Skärholmen tunnel portal (see Fig. 2) and



Obr. 1 Tunel Skärholmen, zahájení ražeb

foto / photo courtesy of Ing. Dalibor Čenčík

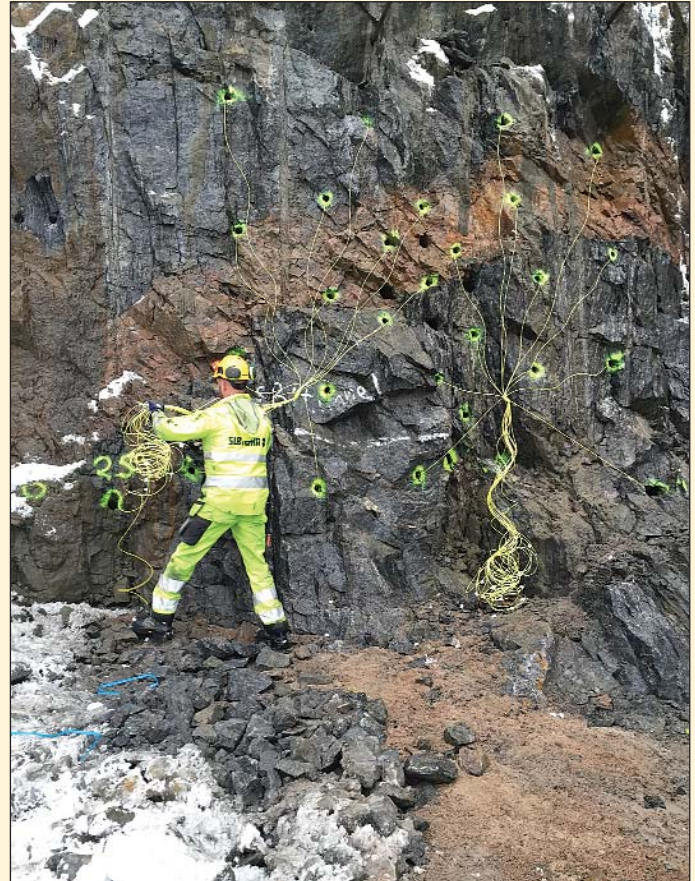
Obr. 1 The Skärholmen tunnel, commencement of tunnelling

the commencement of the work on the Sättra portal took place on 11th January 2016. The mined parts of both tunnels should be finished by the end of 2016.

Subterra a.s. ve sdružení se slovenskou firmou STI v současné době realizuje pro švédského veřejného investora Trafikverket výstavbu přístupových tunelů Skärholmen, které jsou součástí budoucího silničního obchvatu Stockholmu.

Projekt zahrnuje dva samostatné tunely Sättra a Skärholmen (obr. 1), každý z nich má profil cca 80 m² a délku cca 500 m. Tyto tzv. pracovní tunely budou spolu s provizorním nákladovým přístavem na jezeře Mälaren, který je též součástí tohoto projektu, využity pro odtěžení rubaniny při ražbě hlavní tunelové části budoucího obchvatu.

Práce na tunelech probíhají ve vrstevnatých blokovitých rulách s četnými poruchami a z těchto důvodů je pro ražby tunelů použita na severu velmi využívaná technologie „Drill and Blast“. Po navrtání a odpalu čelby a po odtěžení rubaniny se provádí strojní a ruční obtrhání profilu, v případě potřeby se osadí svorníky. S odstupem od čelby se podle zastižené geologické třídy provádí nástřik drátkobetonem tl. 100 mm a také systémové zajištění profilu SN svorníky dl. 4–6 m jako definitivní výztuží. V současné době se dokonce osazují i železobetonová žebra. Součástí ražby je rovněž cementová injektáž předpolí, která je nezbytná pro zajištění stability horninového masivu i pro zamezení průsaku podzemních vod. Čelo výrubu běžně nebývá zajišťováno, dbá se ovšem na maximální míru obtrhání celého profilu, a to i zpětně od čelby k portálu. Tento postup ražby se označuje termínem „skandinávská metoda“.



Obr. 2 První odpal na tunelu Skärholmen

foto / photo courtesy of Ing. Dalibor Čenčík

Obr. 2 The first firing in the Skärholmen tunnel

Práce na hloubených částech obou tunelů Sättra a Skärholmen byly zahájeny již v květnu 2015 a ke konci února 2016 již byly dokončeny. Dne 11. ledna 2016 byl proveden první odpal na portálu tunelu Skärholmen (obr. 2) a rovněž byly zahájeny práce na portálu Sättra. Ražené části obou tunelů by měly být hotovy do konce roku 2016.

Při realizaci přístupových tunelů je využívána řada specializovaných strojů, jako jsou např. nabíjecí vůz pro práci s emulzní trhavinou, injektážní sestava, a pro odtěžení materiálu kolový nakladač Caterpillar 980H a dumpery Bell B25. Pro vrtací práce je využit poslední model Atlas Copco Boomer WE 3, třílafetový stroj, který je plně vybaven programy pro řízené vrtání a také automatické nastavování vrtacích tyčí, což vyžadují místní předpisy. Tímto strojem se provádějí až 24metrové vrty. Pro osazování svorníků definitivní výztuže slouží pracovní plošina Normet Scandinavia, pro stříkaný drátkobeton stroj Meyco Potenza a pro strojní obtrhávání profilu pak Liebherr 924 s výsuvnou kabinou.

Ing. JAN VINTERA, Subterra a.s.

REKONSTRUKCE TUNELU ALTER KAISER WILHELM, COCHEM, NĚMECKO RECONSTRUCTION OF THE ALTER KAISER WILHELM TUNNEL, COCHEM, GERMANY

The Alter Kaiser Wilhelm (AKWT) tunnel is 4205m long. This approximately 140 years old tunnel is located on the Koblenz – Perl railway track between the town of Cochem and the municipality of Ediger-Eller in the Federal Republic Rhineland-Palatinate. It was officially brought into service in August 1879. The rail line was electrified in 1974. With its length of 4205m, the AKWT was the longest railway tunnel in Germany until 1974. The main content of the reconstruction,

which was started by Subterra a.s. in mid-2014, lies in the incorporation of a new water retaining reinforced concrete final lining into the original AKWT lining. To this end, the existing masonry vault will be re-profiled. The new final lining will be 40cm thick as a minimum. The tunnel bottom depth will be enlarged by ca 1.5m; the existing drainage system will be replaced with a new one. Both historic listed portals with stone female eagles will be preserved and subjected

to rehabilitation. The planned completion date for the final lining is, according to the contract programme, September 2016.

Tunel Alter Kaiser Wilhelm (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 ze strany portálu Cochem. Prorážka proběhla v roce 1877, ve stejném roce byla vybudována obezdívka tunelu z kamenného rádkového zdiva. Do provozu byl tunel oficiálně uveden v srpnu 1879 (zprovoznění tratového úseku). V roce 1974 byla trať elektrifikována. Až do roku 1988 byl AKWT se svojí délkou 4205 metrů nejdelším železničním tunelem v Německu.

Hlavní obsah rekonstrukce, kterou zahájila společnost Subterra a.s. v polovině roku 2014, spočívá v zabudování nového definitivního ostění z vodonepropustného železobetonu do původní obezdívky AKWT. Za tímto účelem bude stávající



foto | photo courtesy of Ing. Jan Franti

Obr. 2 Tunel AKWT, armování definitivního ostění tunelu
Fig. 2 Tunnel AKWT, placement of final tunnel lining reinforcement



foto | photo courtesy of Ing. Jan Franti

Obr. 1 Tunel AKWT, ošetřovací vozy na betonáži definitivního ostění
Fig. 1 Tunnel AKWT, traveller scaffolds for treating final tunnel lining concrete

zděná klenba plošně reprofilována. Minimální tloušťka nového definitivního ostění je 40 cm. Dno tunelu bude prohloubeno o cca 1,5 m, stávající nefunkční systém odvodnění bude nahrazen novým. Oba historické, památkově chráněné portály s kamennými orlicemi, budou zachovány a bude provedena jejich sanace.

V době psaní příspěvku, tj. ke konci února 2016, probíhá na stavbě v souběhu realizace všech hlavních pracovních operací (obr. 1, 2). Profilační práce jsou provedeny v téměř celém rozsahu tunelu, zbývá dokončit posledních cca 400 m. Ražba spodní klenby je dokončena přibližně ze 75 %, předpoklad dokončení razičských prací je v dubnu 2016. Práce na definitivní obezdívce jsou také v plném proudu, definitivní spodní klenby je realizována z více než 50 %, rozpracovanost definitivní horní klenby je v současné době přibližně 30%. Plánovaný termín dokončení definitivní obezdívky je podle současného smluvního harmonogramu v září 2016.

Ing. JAN VINTERA, Subterra a.s.

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ / NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

21. ROČNÍK MEZINÁRODNÍHO SEMINÁŘE ZPEVNĚVÁNÍ, TĚSNĚNÍ A KOTVENÍ HORNINOVÉHO MASIVU A STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ 2016 V OSTRAVĚ

21ST ANNUAL INTERNATIONAL SEMINAR ON STRENGTHENING, IMPERMEALISATION AND ANCHORING OF GROUND MASS AND CIVIL ENGINEERING STRUCTURES 2016 OSTRAVA

The 21st annual seminar on *Strengthening, Impermealisation and Anchoring of Ground Mass and Civil Engineering Structures* was held from the 18th to 19th February 2016 in the New Assembly Hall of the VŠB - Technical University of Ostrava. The event has been traditionally held by the Faculty of Civil Engineering of the VŠB - Technical University of Ostrava, jointly with the company of Minova Bohemia s.r.o. This year of the annual seminar was attended by 170 participants, both from the Czech Republic and abroad (Slovakia, Poland, Bulgaria, Sweden). The negotiations of this year's seminar were held under the leadership of professional guarantors Prof. Aldorf, Ing. Kučera and docent Hrubešová, as opposed to previous years, in connection with the check made on deep coal mining in the Czech

Republic, only in one section, which covered both geotechnical and coal mining issues.

V termínu 18.–19. února 2016 se konal v Nové aule VŠB-Technické univerzity v Ostravě 21. ročník semináře *Zpevnění, těsnění a kotvení horninového masivu a stavebních konstrukcí*, který tradičně pořádá Fakulta stavební VŠB-TU Ostrava společně s firmou Minova Bohemia s.r.o. Letošního ročníku semináře se zúčastnilo 170 zájemců jak z České republiky, tak i ze zahraničí (Slovensko, Polsko, Bulharsko, Švédsko). Účastníky z firem i vysokoškolských a výzkumných pracovišť přivítali v úvodu semináře zástupci organizátorů i zástupce České tunelářské asociace Ing. Prušková, Ph.D. a Českého báňského úřadu Ing. Bc. Hroch. Pod