

Závěr

Systém automatického kontinuálního monitoringu kamenného ostění provozovaného tunelu Jablůnkov č. 1 je v této době v nepřetržité činnosti téměř 10 měsíců. Umožnil bezpečné provozování dopravy v tunelu, který se nachází v bezprostřední blízkosti zkolabované tunelové konstrukce tunelu č. 2.

Vybudování tohoto měření si vyžádalo jak operativní vyřešení několika speciálních technických problémů v oblasti vlastního měření, tak i vyhodnocování získaných výsledků.

THE NATM PREDECESSOR?

Our TUNEL journal does not have to be always strictly serious. This is why we take the liberty of offering the readers a picture documenting that Karel Matzner, our long-standing colleague and past secretary of the Czech Tunnelling Association, discovered remains of the New Antique Tunnelling Method in Antalya, Turkey. It was probably the oldest predecessor of the today's New Austrian Tunnelling Method.

ING. MILOSLAV NOVOTNÝ,
Secretary of the CzTA ITA-AITES

PŘEDCHŮDCE NRTM?

Náš časopis Tunel nemusí být vždy jen vážně seriózní. Proto si čtenářům dovoluujeme nabídnout obrázek, který dokumentuje, že náš kolega a dlouholetý sekretář České tunelářské asociace Ing. Karel Matzner v turecké Anatolii objevil pozůstatky Nové antické tunelovací metody, která byla zřejmě nejstarší předchůdkyní dnes používané Nové rakouské tunelovací metody.

ING. MILOSLAV NOVOTNÝ,
sekretář CzTA ITA-AITES

Automatický kontinuální monitoring provozovaného tunelu bude i součástí komplexního monitoringu při dostavbě tunelu havarovaného tunelu č. 2, která začne v nejbližší době.

ING. OTA JANDEJSEK, *jandejsek@arcadisgt.cz,*
ING. TOMÁŠ MIKOLÁŠEK,
mikolasek@arcadisgt.cz,
ARCADIS Geotechnika, a. s.



*Obr. Nová antická tunelovací metoda – objev Ing. Karla Matznera
Fig. The New Antique Tunnelling Method – discovered by Mr. Karel Matzner*

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ / NEWS FROM TUNNELLING CONFERENCES

7. AKOUSKÝ TUNELÁŘSKÝ DEN A 59. GEOMECHANICKÉ KOLOKVIUM V SALZBURGU 7TH AUSTRIAN TUNNEL DAY AND 59TH GEOMECHANICAL COLLOQUIUM IN SALZBURG

The paper informs about the 7th Austrian Tunnel Day and 59th Geomechanical Colloquium. The two events were held on 14th through 16th October 2010 in Salzburg, with an excursion to the Bosruck tunnel held the following day, on Saturday the 17th October.

Ve středu 6. 10. 2010 se uskutečnil **7. Rakouský tunelový den**. Nejprve byly předneseny příspěvky o některých realizovaných stavbách. Přednáška o tunelech na dálnici M6 v Maďarsku zahrnovala i propad obou tunelových trub a následnou sanaci havárie pomocí tryskové injektáže. Zmáhání závalu bylo provedeno v relativně krátkém časovém úseku, což umožnilo dodržení termínu výstavby.

Přednáška o rekonstrukcích tunelů zahrnovala i 10 minut dlouhý film z výstavby tunelu pomocí NRTM z roku 1962, který měl v sále značný ohlas.

Výraznější diskusi vyvolala přednáška o tolerancích tunelového ostění.

Odpolední část byla nazvána „NRTM – kam kráčíš?“ a zaměřila se zejména na legislativu související s výstavbou tunelů pomocí NRTM. Přednášky podnítily mnoho reakcí, z prezentovaných názorů bylo patrné, že jedním z hlavních problémů rakouského tunelářství je přebujelá byrokracie vyžadující velké množství dokumentů. Mezi účastníky panovala shoda, že by investoři i dodavatelé měli začít pracovat na tzv. odzbrojení (snížení množství požadované dokumentace). Večer po prvním dni se konal raut na salcburské pevnosti nad městem, kam byli účastníci dopraveni lanovkou.

59. Geomechanické kolokvium bylo zahájeno ve čtvrtek 7. 10. 2010. První dopoledne bylo věnováno vlivu pohybů (výkyvů) hladiny podzemní vody (HPV). Velmi zajímavá byla prezentace o tunelu Gothard a vlivu snížení HPV na přehradu na povrchu. Vliv snížení HPV ražbou tunelu se může projevit sedáním terénu, a tím vyvolat deformace přehradního tělesa. Z přednášky bylo patrné, že predikce

vlivu ražby na relativně vzdálené přehradu včetně opatření pro omezení deformací jsou značně obtížné, ve dvou obdobných případech musely být přijaty naprosto odlišné koncepty omezení vlivu ražby na přehradu.

Odpoledne bylo věnováno ražbám pomocí plnoprofilových tunelovacích strojů. K nejzajímavějším patřila přednáška o ražbě průzkumné štoly Brennerského bážového tunelu, kde došlo na úseku s paralelní poruchovou zónou k výrazným poruchám segmentového ostění, což vyvolalo potřebu obtížných dodatečných sanací ostění.

Dopoledne v pátek 8. 10. 2010 bylo zaměřeno na ražby tunelů v geotechnických podmínkách s bobtnavými projevy masivu. Z přednášek bylo patrné, že uvedené podmínky způsobily na mnoha stavbách značné obtíže, ohledně příčin bobtnání je řada nejasností, mezi odborníky nepanuje shoda na vhodnosti jednotlivých řešení. Obecně jsou v daných poměrech uplatňovány dva základní koncepty sekundárního ostění: velmi tuhé ostění kruhového tvaru nebo ostění umožňující deformace masivu stlačitelnou vrstvou umístěnou pod spodní klenbou tunelu.

Odpoledne bylo věnováno využití geotermální energie. K nejzajímavějším patřil příspěvek o využití teplé vody z tunelu Lotschberg, kde byla předepsána maximální teplota vody vytékající z tunelu (vzhledem k přítomnosti ryb v řece u portálu). Snížení teploty vody vytékající z tunelu bylo vyřešeno prosperující rybní farmou, která zahrnovala i pěstování tropických plodin. Značnou polemiku vyvolal probíhající výzkumný projekt, který se zabývá získáváním energie snížením teploty horninového masivu v hloubce cca 5–6 km.

Více údajů o konferenci lze nalézt na webové stránce Rakouské společnosti pro geomechaniku www.oegg.at

DOC. ING. MATOUŠ HILAR, PhD., *hilar@d2-consult.cz,*
D2 Consult Prague, s. r. o.

EXKURZE NA RAŽBU DRUHÉ TUNELOVÉ TROUBY DÁLNIČNÍHO TUNELU BOSRUCK

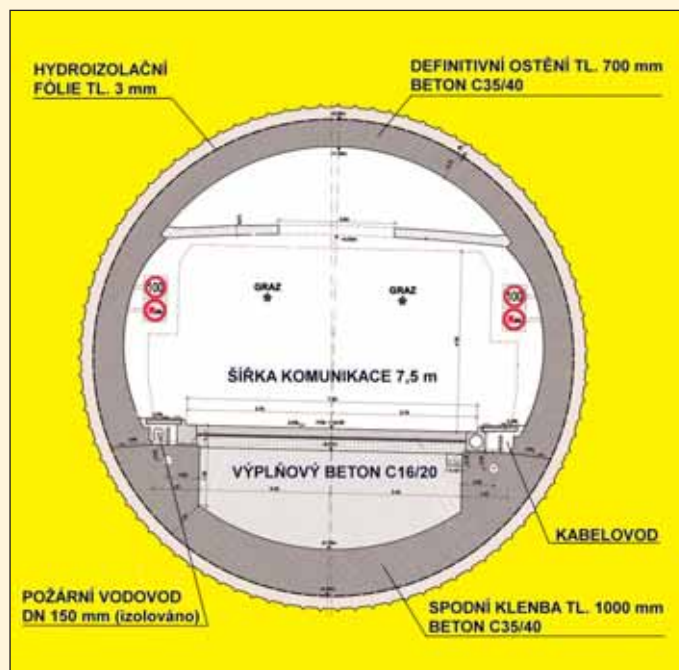
K tunelářskému svátku, kterým rakouský tunelářský den a 59. geomechanické kolokvium v Salzburgu bezesporu je, patří každoročně exkurze na zajímavou stavbu. Ani letos tomu nebylo jinak a exkurze zamířila v sobotu 9. 10. 2010 na ražbu druhé tunelové trouby dálničního tunelu Bosruck. Tunel je součástí dálnice A9, která spojuje města Linec a Gratz a míří dále na jih do Slovinska. Že se jedná o mimořádnou stavbu v extrémně složitých geotechnických podmínkách, která určitě stojí za vidění, popisuje následující historický přehled i popis technického řešení.

HISTORIE

Historie tunelování pod masivem Bosrucku sahá do roku 1901, kdy byla zahájena výstavba 4766 m dlouhého jednokolejného železničního tunelu. Ta trvala až do roku 1906 a geotechnické podmínky pro tuneláře připravily nejedno nemilé překvapení. Ražbu provázely četné průvaly vod až o přítocích 1100 l/s. Při prvním obrovském průvalu vod došlo v roce 1902 ke změně dodavatelské firmy a císařskou Státní správu železnic vystřídala italská firma Zaterande & Co. Ani této firmě se smůla nevyhnula a roce 1905 při dalším obrovském průvalu vod doprovázeném výbuchem metanu zahynulo 14 tunelářů. Negativní vliv tunelování na režim podzemních vod vedl k úplnému vyschnutí potoka u městečka Spital am Pyhrn, který byl oblíbeným výletním místem. Komplikace však provázely tunel i po uvedení do provozu a negativní vlivy horninového tlaku, průsaků vody a kouře z parních lokomotiv si vyžádaly rekonstrukci, která trvala od roku 1963 až do roku 1965.

VÝSTAVBA PRVNÍHO TUBUSU DÁLNIČNÍHO TUNELU

Zkušenosti z výstavby železničního tunelu vedly před výstavbou dálničního tunelu k rozhodnutí vyrazit v předstihu odvodňovací a větrací štolu. Její výstavba započala v roce 1978 a opět ji provázely průvaly vod a metanu, tentokrát s již menší intenzitou 300 l/s. Ražba byla ukončena v roce 1980 a ještě v tomtež roce začala ražba první (východní) tunelové trouby 5500 m dlouhého tunelu, který je součástí dálnice A9. Tunel směrem od severu k jihu prochází nejprve tzv. Lískovým pohořím (Haselgebirge), které je tvořeno převážně břidlicemi, dolomity, anhydrity a slínovci. Pak přechází do pásma vápenců a dolomitů a následně opět do pásma označovaného jako „Haselgebirge“. Směrem jihu se geotechnické poměry zlepšují a tunel prochází pásmem tvořeným pískovci, jílovcem a slínovci. Ražba od severu probíhala bez větších komplikací a se sotva měřitelnými deformacemi výrubu. Měsíc po průchodu kaloty problematickým pásmem anhydritů se však na primárním ostění začaly objevovat první poruchy a nárůst deformací nebylo možné zastavit ani po dalších opatřeních. Deformace se úplně zastavily až po vestavění definitivního ostění. Jak se později ukázalo, ani zvětšením odporu vestavbou definitivního ostění se problém zcela nevyřešil. Tunel byl uveden do provozu v roce 1983 a již v roce 1994 bylo nutné provést sanační práce, a to nejen v provozované tunelové troubě, ale i v odvodňovací a větrací štolu. Vlivem zvýšeného horninového tlaku docházelo v provozované tunelu k praskání desek mezistropu, ale také k poškození bočních drenáží v poruchové zóně ve staničení TM 600, které vedlo k dalšímu zvodnění počvy tunelu. Vzhledem k závažnosti poruch byl navržen v problematických úsecích geomonitring, jehož výsledky budou sloužit jako podklad pro návrh sanací.



Obr. 1 Příčný řez v úseku bobtnavých hornin

Fig. 1: Cross-section for the swelling ground stretch

EXKURZE NA STAVBĚ DRUHÉHO TUBUSU DÁLNIČNÍHO TUNELU

Výstavba druhé tunelové trouby začala v roce 2009 a vlastní ražba byla zahájena v lednu 2010. V době exkurze bylo v horších geotechnických podmínkách od severního portálu vyraženo cca 900 m tunelu. Na jižní straně byla poloha čelby cca 1300 m od portálu. Profil dálničního tunelu je standardně navržen pro šířku mezi obrubníky 7,5 m a vzhledem k jeho délce je vybaven nouzovými zálivy. Průjezdový průřez umožňuje průjezd vozidlům do výšky 5,7 m. V místě tlačivých hornin přechází podkovovitý tvar tunelu na kruhový a tloušťka definitivního ostění z betonu C35/45 se zvětšuje ze 300 mm na 700 mm, přičemž tloušťka spodní klenby je min. 1 m (viz obr. 1). Hydroizolační fólie tloušťky 3 mm je navržena po celém obvodu tunelu jako tlaková. Při projektování byly zohledněny všechny doposud získané výsledky a zkušenosti. Mimořádná



Obr. 2 Kompenzační prvky v primárním ostění

Fig. 2 Compensation elements in primary lining



Obr. 3 Upravená počva v úseku s bobtnavými horninami
Fig. 3 Modified invert in the section passing through swelling ground



Obr. 4 Čepy pro napojení výztužných rámu
Fig. 4 Reinforcing frames connecting pins



Obr. 5 Primární ostění tunelové propojky
Fig. 5 Primary lining of tunnel cross passage

pozornost je věnována zejména průchodu problematickým pásmem „Haselgebirge“. Vzhledem k citlivosti horninového masivu na vodu, která způsobuje bobtnání anhydritu, hraje zásadní roli dokonalé odvodnění a minimalizace použití technologické vody. Vrtání pro trhací práce a kotvení proto probíhá bez vodního výplachu a používá se pouze výplach vzduchem. Vzhledem k očekávaným deformacím výrubu byly do ostění navrženy kompenzační elementy, které jsme měli možnost vidět i na tunelech Strengen, nebo Tauern (viz obr. 2). Při průchodu problematickým úsekem se však očekávané deformace neprojeví a od dalšího osazování kompenzačních elementů bylo upuštěno. Při exkurzi v tomto úseku nás zaujala perfektně upravená a absolutně suchá počva tunelu (viz obr. 3). Klíčem k úspěchu při ražbě v tak složitých geotechnických podmínkách je technologická kázeň a sebranost osádky na čelbě. Ta se projevuje mimo jiné i vysokým pracovním nasazením.



Obr. 6 Čelba v místě zálivu při ražbě od jihu
Fig. 6 Excavation face in the lay-by location when driving from the south



Obr. 7 Větrací a odvodňovací štola s definitivním ostěním
Fig. 7 Ventilation and drainage gallery with a final lining

Průměrně je na tunelu za 24 hodin vyraženo 6 záběrů délky 1,7 m, přičemž rekord je 8 záběrů za 24 hodin. Kromě zručnosti tunelářů přispívají k vysokému výkonu i promyšlené detaily zjednodušující práci. K nim patří např. detail napojení výztužných rámu primárního ostění mezi kalotou a jádrem. Zatímco rámy v kalotě jsou klasicky spojovány šroubovanými spoji, které známe i z našich tunelů, styk rámu mezi kalotou a jádrem zajišťuje pouze čep, který umožňuje po nasazení rámu s protikusem rychlé upnutí pomocí ocelového klínu. Princip napojení je zřejmý z obr. 4. Obdobný způsob napojování rámu jsme později viděli na exkurzi CzTA na tunelech Lichtenholz a Kulch v SRN. K ražbě druhé tunelové trouby patří i tunelové propojky, které spojují nově ražený tunel s tunelem provozovaným. Pohled do jedné z nich je znázorněn na obr. 5. Provizorní stěna z hobry a jednoduché dveře na konci oddělují propojku od provozovaného tunelu.

Po prohlídce čelby na severní straně tunelu jsme přešli na jižní portál a prohlédli si méně problematickou jižní část tunelu, kde právě probíhalo rozšíření standardního profilu tunelu na nouzový záliv. Šířka vozovky je v místě zálivu zvětšena o 3,8 m. Stabilní čelbu v místě křížení nouzového zálivu s tunelovou propojkou ukazuje obr. 6. Z něj je patrné, jaký



Obr. 9 Bezpečný prostor v propojce do štoly
Fig. 9 Safe space in the passage to the gallery



Obr. 8 Větrací a odvodňovací štola ve stříkaném betonu
Fig. 8 Ventilation and drainage gallery lined with shotcrete

význam kladou rakouští tuneláři kotvení a preciznímu provádění primárního ostění. To má plnou tloušťku již ve druhém záběru od čelby. Ve druhém záběru od čelby je také provedeno plnohodnotné zakotvení kaloty. Hlavy kotev nejsou zastříhány do ostění a jejich vizuální kontrola umožňuje podle deformace plechu sledovat, jak je kotva namáhána.

Po návštěvě obou čelb pokračovala exkurze návštěvou větrací a odvodňovací štoly. Ta je částečně zajištěna pouze primárním ostěním ze stříkaného betonu, částečně monolitickým ostěním. Pohled do štoly zajištěné monolitickým ostěním ukazuje obr. 7. Štola je s provozovaným tunelem spojena tunelovými propojkami a slouží zároveň jako úniková cesta. Jednou takovou propojkou ústící do nouzového zálivu jsme se také do štoly dostali. Propojka stejně jako navazující úsek větrací a odvodňovací štoly byly zajištěny pouze primárním ostěním. Obr. 8 ukazuje pohled do štoly a vpravo odbočku do tunelové propojky. Propojka je od štoly a nouzového zálivu oddělena požárně odolnými dveřmi s panikovým kováním a je přetlakově větrána. Prostor propojky slouží jako čekací prostor a případný návštěvník je informován prostřednictvím tabule vpravo přede dveřmi (viz obr. 9), že se nachází v bezpečném prostoru a záchraně složky již k němu míří. S dispečinkem tunelu může hovořit po stisknutí tlačítka telefonem.

REKONSTRUKCE PRVNÍHO TUBUSU

Po uvedení druhé tunelové trouby do provozu bude první tunelová trouba uzavřena a obdobně, jako v případě tunelu Tauern, bude provedena rozsáhlá rekonstrukce a modernizace vybavení tunelu. Opravy tunelu předpokládají v určitých úsecích vybourání definitivního ostění a jeho plnou náhradu novým. V takovém případě bude možné posoudit kvalitu primárního ostění ve značně agresivním prostředí po 30 letech od nástřiku, neboť „Haselgebirge“ obsahuje kromě uvedených hornin i vysoký podíl soli. Exkurze spojená s geomechanickým kolokviem měla tradičně vysokou odbornou úroveň a umožnila získat informace o zajímavé tunelové stavbě nedaleko našich hranic. Nezbyvá, než se těšit na jubilejní 60. geomechanické kolokvium, které se koná v Salzburgu na podzim příštího roku.

Ing. LIBOR MAŘÍK, libor.marik@ikpce.com,
IKP Consulting Engineers, s. r. o.