

67. GEOMECHANICKÉ KOLOKVIUM V SALZBURGU A 11. RAKOUSKÝ TUNELÁŘSKÝ DEN 67TH GEOMECHANICAL COLLOQUIUM IN SALZBURG AND AUSTRIAN TUNNEL DAY

The annual Austrian conference was again held for three days owing the connection of the two events. The 50th anniversary of the foundation of the Austrian Geomechanical Society (ÖGG) was in addition celebrated within the framework of the conference. Georg M. Vavrovsky, a former long-time chairman, summarised the history and stressed the importance of the society in the European and global context in his lecture.

V letošním roce došlo opět ke spojení obou akcí, takže se konference prodloužila ze dvou dní na tři. V rámci konference proběhla i oslava 50. výročí založení Rakouské geomechanické společnosti (ÖGG). Shrnutí historie a význam této společnosti v evropském i světovém kontextu uvedl ve svém projevu její dlouholetý bývalý předseda pan Georg M. Vavrovsky.

11. RAKOUSKÝ TUNELÁŘSKÝ DEN

Středa 10. října byla ve znamení Rakouského tunelářského dne a v režii rakouské organizace ITA-AITES. Její prezident Wolfgang Stipek informoval o aktivitách rakouské organizace ITA-AITES včetně nově vznikajících směrnic v oblasti podzemních staveb. Následovala přednáška Roberta Gallera, která se zabývala mezinárodní organizací ITA-AITES. Rovněž informoval, že je připraven návrh smluvních podmínek FIDIC, který se zabývá přímo konvenčně raženými tunely a v mnohém vychází z rakouské normy ÖNORM B2203-1, která definuje smluvní vztahy při ražbě tunelů pomocí NRTM a obecně cyklickým způsobem výstavby.

Dvě přednášky byly věnovány problematice výstavby tunelů projektu Stuttgart – Ulm, a to sice tunelům Alaubstiege a Alaubstiege.

První z příspěvků s názvem „DB velkoprojekt Stuttgart – Ulm, novostavba traťového úseku Wendlingen – Ulm, tunel Alaubstiege – od cyklického ke kontinuálnímu tunelování“ podal ucelenou zprávu o přepracování 8,806 m dlouhého tunelu Boßler, který byl původně navržen jako ražený pomocí NRTM. V průběhu výstavby došlo ke změně způsobu ražby z cyklické na kontinuální pomocí tunelovacích strojů. Dvoutroubový tunel Boßler je s délkou 8,806 m a 8,822 m hlavním stavebním objektem na nově budovaném úseku vysokorychlostní tratě DB Wendlingen – Ulm, který je součástí velkoprojektu DB Stuttgart – Ulm. Soutěž na realizaci tunelu pomocí NRTM byla vypsána v roce 2012 a sdružení firem PORR & Hinteregger & Östu / Szczezin & Swietelsky přišlo v průběhu nabídky se zvláštním návrhem 5800 m tunelu vyrazit pomocí tunelovacího stroje. Tento rozsah byl pak v průběhu výstavby změněn a tunel byl pomocí tunelovacích strojů v období od dubna 2015 do června 2018 vyražen v celé délce 17 500 m.

Druhý příspěvek se zabýval problematikou geotechnických zvláštností a porovnáním prognózy a skutečnosti při výstavbě tunelu Alaubstiege. Rubanina z tunelu měla být podle předpokladů zadání po předrcení použita do zemního tělesa pevné jízdní dráhy na širé trati. Při ražbě se ukázalo, že hornina je vhodná pouze do standardních zásypů a pro použití jako podklad pevné jízdní dráhy je vhodná pouze za použití speciálních dodatečných opatření. Kromě hlavního

tématu, kterým je průzkum krasových jevů geofyzikálními metodami z povrchu a vrtným průzkumem v průběhu ražby, se přednáška zabývala i ražbou tunelu ve složitých geotechnických podmínkách, ve kterých bylo nutné pro zajištění stability výrubu použít mikropilotové deštníky. Prvním úsekem byla ražba tunelu v oblasti zemní deponie, kterou tunel částečně protínal, druhým pak podchod tunelu údolím Lehrer s extrémně nízkým nadložím, ve kterém bylo nutné podejít silnici a velkou nádrž na zadržování dešťové vody. Další nepředvídanou okolností byl podchod tunelu zastavěným územím s historickými sklepy a velmi proměnlivou kvalitou horninového masivu. V této oblasti bylo nutné velmi pečlivě sledovat účinky ražby na nadloží tunelu a především přizpůsobit provádění trhačích prací odezvě budov na povrchu území. Všechny uvedené okolnosti se dobrou spoluprací všech účastníků výstavby podařilo zvládnout v souladu s časovým plánem a v předpokládaných nákladech.

Další příspěvek se týkal smluvních vztahů při výstavbě vodní elektrárny na řece Inn v hraniční oblasti Rakouska a Švýcarska, která je právě ve výstavbě. Stavba se nachází mezi obcemi Valsot (Švýcarsko) a Prutz (Rakousko) a její součástí je vodní nádrž o délce 2,6 km, s maximální hloubkou 15 m a objemem 500 000 m³ vody, která je nízkotlakovou štolou o průměru 5,8 m, s nadložím až 1200 m a délce 23,2 km vedena v množství 75 m³/s do provozní budovy vodní elektrárny (Prutz). Štola je před provozní budovou ukončena šikmou, opancéřovanou šachtou o průměru 3,8 m, ve které tlak vody prudce stoupá. Štola je ražena pomocí dvou tunelovacích strojů z přístupového bodu Maria Stein směrem k Prutz v délce 12,7 km a směrem k přehradní nádrži v délce 8,9 km. Stabilitu výrubu štoly zajišťují železobetonové tubingy. Stavbu s označením GKI (Gemeinschaftskraftwerk Inn) zkomplikovalo ukončení smlouvy s původním dodavatelem. Po předčasném ukončení smlouvy vstoupila v platnost „alianční smlouva“. Příspěvek popisoval další úspěšnou realizaci stavby a výlučně pozitivní zkušenosti s nově uzavřenou alianční smlouvou. Bližší informace ke stavbě je možné získat na adrese <https://www.gemeinschaftskraftwerk-inn.com>.

Další blok přednášek se týkal směrnic a norem týkajících se geotechniky a podzemních staveb, které jsou v Rakousku velmi propracované a řeší problematiku všech oblastí stavebnictví.

První příspěvek tohoto bloku se zabýval problematikou směrnic „RVS 09.01.51 Bezpečnost a ochrana zdraví na pracovištích podzemních staveb“, která vešla v platnost v červenci 2017 a „RVS 09.01.52 Požární ochrana a záchrana na pracovištích podzemních staveb“. Předmětem přednášky bylo seznámení s obsahem směrnic i návaznosti na další normy a předpisy, které s touto problematikou souvisí.

Druhá přednáška se týkala revize rakouské normy ÖNORM B2203-1, která definuje smluvní vztahy při cyklické ražbě konvenčními tunelovacími metodami a je inspirací pro smluvní vztahy nejen v Rakousku. Norma vznikla již v roce 1978 a revizemi prošla v letech 1983, 1994 a 2001. U nás v ČR se občas stále používá tunelářská klasifikace, která se v prvních zněních normy objevila, která však byla již

před 17 lety z normy odstraněna a byla nahrazena směrnici ÖGG pro geotechnické plánování, která mnohem lépe vystihuje potřeby návrhu a realizace podzemní stavby. Hlavním předmětem změny normy jsou koeficienty pro hodnocení jednotlivých prvků pro zajištění stability výrubu a pravidla pro hodnocení ztížených podmínek z hlediska přítoků vody v horninovém masivu tvořeném nesoudržnými zeminami a skalními horninami. Návrh nového znění normy by měl být hotov začátkem roku 2019.

Poslední přednáška tohoto bloku se týkala výpočtu nákladů velkých mezinárodních projektů podle směrnice ÖGG. Projekty dopravní infrastruktury se vyznačují dlouhými fázemi projektu, vysokým počtem účastníků projektu, těžko předvídatelnými vlivy a jejich jedinečností. Nové vydání směrnice ÖGG pro výpočet nákladů z roku 2016 staví na zkušenostech z předchozí verze a v praxi uplatňuje nové akcenty, např. pomocí rizikových informačních listů. Upozorňuje na to, že strukturované řízení nákladů a rizik již dnes není možné bez odpovídajícího programového vybavení. Integrovaná analýza nákladů a doby výstavby je dalším krokem ke zvýšení stability plánování nákladů a časových harmonogramů. Popisuje proces identifikace a hodnocení rizik. Směrnice je určena pro odvození nákladů velkých infrastrukturních staveb, jako jsou tunely, mosty, letiště, nádraží, přeprady apod. Byla vydána současně i v angličtině, což napomáhá jejímu využití v mezinárodních poradních mandátech. Z velkých mezinárodních projektů, při jejichž návrhu a realizaci bylo podle této směrnice postupováno, je možné jmenovat výstavbu nového mezinárodního letiště v Limě v Peru, výstavbu nového mostu přes Rýn v Duisburgu, projekt BART Silicon Valley Phase II Extension v USA nebo Canarsie Tunnel jako součást podzemní dráhy v New Yorku. Směrnice je volně ke stažení v němčině i angličtině na stránkách ÖGG (www.oegg.at).

V dalším bloku přednášek byla pozornost věnována automatickému vyhodnocování strukturální skladby horninového masivu a možnosti dlouhodobého sledování chování tunelového ostění po uvedení tunelu do provozu.

Příspěvek s názvem „Obrazově orientovaná identifikace odlučných ploch v digitálním mapování rozhraní“ pojednával o možnostech automatického vytváření strukturálně analytických map na základě fotografií líce výrubu (čelby). V mechanice hornin je znalost struktury masivu nesmírně důležitá, protože ovlivňuje jak stabilitu, tak jeho pevnost. Proto je struktura mapována více či méně podrobně v závislosti na specifických podmínkách dané lokality. Za tímto účelem byly v posledních letech vyvinuty různé metody. Jednou z nich je digitální mapování rozhraní založené na jejich optických a prostorových charakteristikách, které bylo v minulosti vizuálně prováděno zkušenými geology. Současný trend však stále více poukazuje na převážně automatizovanou detekci ploch nespojitosti.

Druhý příspěvek se zabýval možnostmi vyhodnocení protažení konstrukce tunelových ostění prostřednictvím měřicích systémů založených na optických vláknech umístěných uvnitř konstrukce. Tuto metodu vyvíjí Institut pro inženýrskou geodézii a měřicí systémy při technické univerzitě v Grazu za podpory ÖBB Infrastruktur. Na rozdíl od např. tenzometrů poskytujících informaci pouze z jednoho místa konstrukce a vyžadujících pro odečet naměřených

hodnot pro každý tenzometr vlastní kabel, umožňuje nově vyvíjená technologie odečet tisíců hodnot protažení konstrukce podél optického vlákna s odečtem naměřených hodnot pouze jedním kabelem. Měřené místo lze lokalizovat s přesností 10 mm a na 100 m dlouhém optickém kabelu lze provádět až 10 000 měření s přesností 1/1000 mm/m. Kromě hodnot protažení lze identifikovat i vznik trhlin. Systém umožňuje individuální vedení kabelů podél výztuže monolitického ostění konvenčně ražených tunelů nebo v tubingách tunelů ražených pomocí tunelovacích strojů. Příspěvek uvedl i výsledky měření na konkrétních tunelových stavbách.

Závěrečný blok přednášek se týkal moderního tématu Tunelování 4.0. V zahajovací přednášce s názvem „Tunelování 4.0 – stavebně-provozní trendy budoucnosti“ se autoři z technické univerzity z Vídně zamýšleli nad pronikáním digitalizace stavebních procesů do jednotlivých fází tunelového projektu od plánování přes výstavbu až k jeho provozování. Digitální transformace je řízena čtyřmi hlavními hybnými pákami: „Digitální data, automatizace, síť a digitální přístup.“ Témata jako Průmysl 4.0, digitální dvojčata (Digital Twins), BIM nebo „Lean Management“ budou nevyhnutelně vést ke změnám ve stavebnictví. Komplexní konstrukční systémy budou popsány pomocí digitálních modelů, využití digitálních systémů řízení znalostí podpoří rozhodování účastníků projektu. On-line přístup k informacím smaže rozdíly mezi projektem a skutečným provedením, změní se i schéma přístupu jednotlivých účastníků výstavby k informacím. Autoři se zamýšlí nad slučitelností těchto algoritmů s principy NRTM a možnostmi jejich nasazení při cyklické i kontinuální ražbě tunelů. Další přednášky na toto téma ukazovaly možnosti stávající techniky při plnění úkolů Tunelování 4.0 a výhled v oblasti vývoje stavební mechanizace a jejího řízení do budoucna. Jednalo se o přednášky výrobců Epiroc, Liebherr a Herrenknecht. Těmito přednáškami byl Rakouský tunelářský den ukončen.

67. GEOMECHANICKÉ KOLOKVIUM

Geomechanické kolokvium mělo letos pořadové číslo 67 a bylo spojeno s výročím 50. let Rakouské geotechnické společnosti ÖGG. Jeho program byl rozdělen do čtyř hlavních témat. Prvním tématem byla zvláštní opatření při řešení geotechnických problémů.

První přednáška se týkala problematiky výstavby dvou silničních tunelů délky 443 m a 2005 m v oblasti polárního kruhu a uváděla specifika výstavby tunelů v Norsku od klasifikace příčného řezu silničního tunelu přes přístup ke klasifikaci horninového masivu, empirickému přístupu ke způsobu zajištění stability výrubu a práci ve velmi chladném podnebí, což komplikovalo některé stavební postupy až po finální provedení tunelu bez ostění. Pro zmírnění přítoků vody do tunelu je použita injektáž horninového masivu. Na výrub jsou následně kotvami jako izolace připevněny desky z polyuretanové pěny, které jsou z požárně-bezpečnostních důvodů překryty 80 mm vrstvou stříkaného drátkobetonu.

Druhý příspěvek se týkal výstavby železničního tunelu T26 na vysokorychlostní trati Ankara – Istanbul. Trať je navržena na rychlost 250 km/h a měla by zkrátit dobu jízdy ze sedmi hodin na tři. Výška nadloží se pohybuje od 30 m do 236 m a tunel prochází prostředím břidlic, které jsou

díky tektonickému porušení silně zvětralé a podrcené. Výstavba tunelu délky 4950 m začala již v roce 2009 a od severního portálu probíhala ražba pomocí NRTM s vertikálním členěním výrubu o ploše 136 m² na tři dílčí výrubu. Při zemních pracích na zářezích v předportálu došlo k mohutným sesuvům v délce 2200 m. Po prozkoumání polohy smykové plochy došlo k posunu trasy tunelu o 174 m severně, a tím k prodloužení tunelu na 6100 m. Po dalším zahájení konvenční ražby s primárním ostěním tloušťky 250 mm a IBO kotvami délky 6 m docházelo v kalotě velkým deformacím, které dosahovaly až 800 mm. Po vyhodnocení vzniklé situace se zhotovitel společně s investorem rozhodl v konvenční ražbě dále nepokračovat a pro ražbu použít tunelovací stroj o průměru 13,77 m. Ražba tunelovacím strojem začala v roce 2011 s tím, že původně vyražený úsek s primárním ostěním ze stříkaného betonu byl zesílen tubingy o tloušťce 400 mm. Ani ražba tunelovacím strojem se neobešla bez velkých komplikací včetně tří „vykomínování“ nadloží až do výšky 146 m a destrukce prefabrikovaného ostění s nutností jeho zesílení válcovanými profily a kotvením pomocí IBO kotev délky 12 m. V průběhu výstavby muselo dojít i k přestavbě tunelovacího stroje se zvýšením přítlakové síly ze 75 MN na 290 MN a krouticího momentu z 28 MNm na 40 MNm a rezná hlava byla přestavěna z použití ve skalní hornině na tlačivou zeminu.

Třetí příspěvek s názvem „Havárie vakuovací studny při výstavbě hluboké stavební jámy – zabránění velkým škodám“ pojednával o výstavbě podzemní části nádraží v Düsseldorfu, které bylo konstrukčně prováděno pomocí metody želva a podzemních stěn v prostředí kvarterních šterků a níže uložených terciérních jemnozrnných písků. Jednalo se o relativně propustné prostředí s vysokým rizikem hydraulického prolomení dna. V průběhu výstavby se ukázalo, že hladina terciérní podzemní vody je ve východní části stavební jámy o 2,5 m výše, než se předpokládalo. Tato situace si vyžádala provedení 41 sacích studní. Krátce před dosažením dna stavební jámy se objevil větší objem písku a lokálně zvýšená hladina vody uvnitř jámy. To následně vedlo k vytvoření erozního kanálu pod patou podzemních stěn. Jako okamžité opatření bylo použito prodloužení dráhy podzemní vody a přitížení dna stavební jámy tak, aby nedošlo k jeho prolomení. Následně bylo dna stavební jámy zaplněno betonem, aby se snížila rychlost proudění vody a byly zahájeny práce na injektážích a zmrazování podloží stavební jámy. Příspěvek se podrobně zabývá jednotlivými kroky opatření k zabránění prolomení dna a destrukce stavební jámy jak z hlediska návrhu, tak i provádění.

Ve čtvrtém příspěvku s názvem „Tunel Untersamelsdorf – výzvy a zvláštní opatření při ražbě v jezerních jílech“ se pojednává o konvenční ražbě dvoukolejného železničního tunelu o ploše výrubu 133 m² v prostředí jezerních jílu s nadložím cca 25 m. Při provádění tunelu v mimořádně složitých geotechnických podmínkách bylo nutné nasazení mimořádných doprovodných opatření, k jakým patřilo zlepšování prostředí kaloty pomocí tryskové injektáže, stabilizace čelby pomocí vertikálních sloupů tryskové injektáže, stabilizace boků výrubu pomocí velkopřůměrových pilot apod. Na ražený úsek tunelu délky 617 m navazovaly na obou portálech úseky délky 24 m tažené pod želvou.

V ražené části tunelu byly na obou bocích vrtány pro stabilizaci boků tunelu velkopřůměrové piloty, které byly v úrovni tunelové trouby vyztužené, nad úrovní kaloty byly vrty jen zpětně vyplněné materiálem. Do těchto stěn z velkopřůměrových pilot byla zavázána pata kaloty primárního ostění. Z povrchu území byly vrtány i příčné přepážky se 3–4 sloupy tryskové injektáže s odstupem v podélném směru 2 m, které při ražbě zajišťovaly stabilitu čelby. Dno kaloty bylo dočasně stabilizováno výměnou zeminy s použitím geotextilie. K uzavření prstence primárního ostění docházelo 10 m za čelbou jádra. Přednáška přesně popisovala jednotlivá opatření, průzkumy a laboratorní zkoušky potřebné pro bezpečný návrh i postup výstavby.

Bázový tunel Engelberg ve Stuttgartu nenašel klid ani po 20 letech od uvedení do provozu a na rok 2019 je plánováno další zesílení ostění a železobetonové desky, na které je podobně jako v tunelu Blanka umístěna vozovka. Příčinou sanací je stále působící bobtnací tlak anhydritu, ve kterém je tunel vyražen a který negativně ovlivnil nejen realizaci tunelu, ale i celé období jeho provozování. Tomuto tlaku již navržené ostění není schopné vzdorovat, a proto je nutno přistoupit k sanačním opatřením. Návrhem opatření se zabýval příspěvek projektantů z firmy Amberg Engineering.

Poslední příspěvek v dopoledním bloku se zabýval výstavbou podzemní kaverny v ústí přístupových šachet na báčovém tunelu Semmering v úseku SBT 2.1 v Göstritz. Jedná se o dočasný přístup k jednokolejným tratovým tunelům zřízený především z logistických a časových důvodů. Při ražbě přístupového tunelu do prostoru kaverny byla zastižena neočekávaná geologická porucha, která si vyžádala provedení dodatečného průzkumu a změnu projektu kaverny. Průzkumy a návrh řešení probíhaly v souladu s rakouskou směrnicí pro geotechnické plánování. Přednáška popisovala jednotlivé kroky od průzkumných prací, změnu prováděcího projektu až po realizaci kaverny.

Odpolední blok přednášek byl zaměřen na relevantní parametry pro volbu tunelovacího stroje. Jeho součástí byly přednášky zaměřující se na volbu tunelovacího stroje v různých geotechnických podmínkách. První přednáška byla zaměřena na štíty s aktivním pažením čelby pomocí hydrostatického tlaku (hydroštíty, bentonitové a zeminové štíty) s ohledem na možnost separace podpůrného média a zeminy. V přednášce jsou popisovány laboratorní zkoušky, způsob jejich vyhodnocování a aplikace výsledků při volbě tunelovacího stroje.

Druhý příspěvek byl zaměřen na volbu vhodného tunelovacího stroje pro ražbu v nesoudržných zeminách. Přednáška s názvem „Volba a specifikace tunelovacího stroje jako rozhodujícího faktoru pro úspěch projektu“ popisuje v 5 fázích postup volby tunelovacího stroje. První fází je definování cíle, definice okrajových podmínek projektu a geotechnické plánování. Druhou fází je vhodnost použití tunelovací metody, ve třetí fázi jsou definovány kvantitativní parametry, jako rizika, rychlost ražby, doba výstavby a výše nákladů. Ve čtvrté fázi jsou hodnoceny kvalitativní parametry a poslední pátou fází je konsenzuální výběr metody specifikace tunelovacího stroje.

Další přednáška řešila použití parametrů tunelovacího stroje a provozních dat jako normativních podkladů pro smluvní hodnocení ražby pomocí tunelovacích strojů v pevných

horninách. Jednalo se o problematiku úzce spojenou s rakouskou normou ÖNORM B2203-2 definující smluvní vztahy při ražbě tunelů pomocí tunelovacích strojů.

Na rozdíl od předchozích spíše teoretických přednášek se další příspěvek s názvem „Od geologické zprávy k ražbě pomocí tunelovacího stroje: Stanovení koncepce ražby pro hlavní stavební úseky Brennerského bázového tunelu“ zaměřil na konkrétní geotechnické podmínky zjištěné při ražbě průzkumné štoly Ahrental-Pfons rakouského úseku Brennerského bázového tunelu a jeho specifika.

Páteční dopolední program byl zaměřen na tvorbu geotechnických modelů v procesu projektování a výstavby.

První příspěvek se týkal geologického 3D modelování na příkladu tunelu Karawanken, úsek sever, od získávání vstupních údajů přes vlastní modelování až po zobrazení výsledků a použití v praxi.

Druhý příspěvek popisoval způsob přizpůsobení modelu skutečně zastiženým podmínkám na příkladu skalního říční, ke kterému došlo v roce 2007. Jako podklad pro návrh sanace musel být nalezen model geologických poměrů v dané oblasti, materiálový model, model mechanismu porušení skalní stěny a výpočetní model. Model byl v průběhu sanace upřesňován při odtěžování zřícených bloků horniny a zjišťování jejich skutečného stavu zvětrání a dalších parametrů potřebných pro modelování.

Do kategorie statických výpočtů patří i posuzování primárního ostění ze stříkaného betonu. I když EC7 není primárně určen pro oblast tunelových staveb, zásady v něm uvedené se částečně používají. Rakouská geotechnická společnost vydala v roce 2018 doporučení pro výpočet ostění ze stříkaného betonu podle EC7 a toto doporučení všichni účastníci kolokvia zdarma obdrželi. Příspěvek shrnuje zkušenosti z přípravy tohoto materiálu a poukazuje na některá specifika návrhu ostění ze stříkaného betonu.

Zpět do oblasti geotechnického modelování vrátil účastníky kolokvia příspěvek o geotechnickém modelování ve fázi projektování a výstavby bázového tunelu Semmering. V případě tunelů s vysokým nadložím je ve fázi projektování v geotechnických modelech velká míra nejistoty a v průběhu výstavby je nutné na základě geologického mapování a geotechnického monitoringu tyto modely verifikovat a upravovat. Praktické použití modelu je ukázáno na dvou příkladech. Prvním příkladem je návrh duktilního primárního ostění s použitím kompenzačních elementů v poruchové zóně, druhý příklad ukazuje použití modelu na stanovení vlivu pórového tlaku vody na deformační chování horninového masivu v poruchové zóně.

Dalším konkrétním případem ověřování předpokladů při realizaci díla byl příspěvek na téma: „Ověřování radiálních deformací v podélném směru pomocí měření na bázovém tunelu Brenner“. Pro měření byl z čela kaverny nad budoucí výrub tratěvého tunelu vyvrtán inklinometr délky 40 m. Cílem bylo sledování reálné hodnoty radiální deformace s ohledem na volbu tunelovacího stroje a rizika jeho sevření horninovým tlakem a optimalizaci při dimenzování tunelového ostění.

V případě tlačivých hornin a konvenční ražby tunelů s vysokým nadložím hraje důležitou roli zajištění integrity horninového nosného prstence primárním ostěním. Aby nedošlo vlivem deformace k jeho porušení, používají se již celou řadu let kompenzační elementy, které však procháze-



Obr. 1 Ing. Marin Srb, Ph.D., propaguje na kolokviu konání konference Podzemní stavby Praha 2019

Fig. 1 Ing. Marin Srb, Ph.D. promotes the Underground Construction Prague 2019 conference on the Colloquium

jí vlastním konstrukčním vývojem. Přednáška na téma „Další vývoj kompenzačních elementů a jejich napojení na stříkaný beton“ sumarizuje historický vývoj těchto prvků a ukazuje další směr vývoje elementů s vhodnou náplní, která zajistí zpočátku požadovanou tuhost prvku a na konci jeho deformace požadovaný odpor. Na grafech byly ukázány pracovní diagramy a možnost řízení tuhosti prvků v závislosti na pórovitosti výplňového materiálu. Zásadní roli hraje i detail napojení kompenzačního elementu na ostění ze stříkaného betonu, neboť při špatném napojení může při zatížení dojít k vybočení a selhání prvku v ostění.

Opatřeními při ražbě tunelů ve zhoršených geotechnických podmínkách se zabýval příspěvek „Předstihové zajištění výrubu pomocí deštníků – technický vývoj a jeho výhody“. Začátek používání mikropilotových deštníků se datuje do 70. let minulého století. Jejich nasazení závisí na možnostech vrtacích zařízení s ohledem na přesnost, rychlost vrtání a s tím spojený čas instalace a na možnostech nastavování použitého materiálu. Příspěvek sumarizoval technický vývoj právě z pohledu těchto kritérií.

Přednáška s názvem „Zlepšení uložení tubingových prstenců pomocí geotextilních trubek“ ukazuje možnosti aktivace prstence při ražbě tunelů pomocí tunelovacích strojů ve skalních horninách bezprostředně za pláštěm stroje. Standardně se pro výplň prostoru mezi prefabrikovaným ostěním a lícem výrubu používá nesoudržný materiál, který s ohledem na úhel vnitřního tření a nulovou soudržnost nelze aplikovat hned za pláštěm stroje, což může vést vlivem nedostatečného uložení k ovalizaci prstence a nadměrnému namáhání spojů. V rámci výzkumného úkolu byl vyvinut systém s integrovanou injektovatelnou geotextilní „hadicí“, která umožňuje rovnoměrný obsyp prstence a jeho optimální uložení. Injektáž probíhá otvorem pro zafoukávání nesoudržného materiálu. Příspěvek uvádí i praktické ukázky z použití tohoto systému na tunelu Koralm.

I poslední příspěvek kolokvia byl na inovativní téma „Vývoj vodopropustného materiálu pro výplň prostoru za tubingy u jednoplášťového drénovaného ostění“. Jednoplášťová prefabrikovaná ostění s těsněním spár mezi tubingy se používají do hodnoty hydrostatického tlaku 5 barů. Při

vyšším tlaku je použito dvouplášťové ostění s mezilehlou izolací a gravitačním odvodněním, přičemž „primární ostění“ tvoří vodopropustné prefabrikované ostění a jako sekundární ostění je použito monolitické ostění. Tato varianta je finančně výrazně náročnější. Proto byla vyvinuta vodopropustná hmota pro aktivaci tubingů, která umožní použití vodopropustného prefabrikovaného ostění. Příspěvek popisuje vývoj nového materiálu, jeho zkoušení i použití na stavbě.

ZÁVĚR

Rakouský tunelářský den i geomechanické kolokvium svým rozsahem i šíří témat opět ukázalo, že za našimi hranicemi se v oblasti tunelů něco „děje“. Ve velkém se staví podzemní stavby evropského významu, probíhá vývoj nových technologií i materiálů a řeší se problematika norem, předpisů a smluvních vztahů. Návštěva konference dává účastníkům pocit, že jsou součástí komunity, která

není na okraji stavebních oborů a která se stále rozvíjí. Tento pocit je zvláště pro účastníky z České republiky povznášející, neboť situace v oblasti tunelů je u nás taková, jaká je. Přednášky z geomechanického kolokvia jsou součástí čísla 5/2018 časopisu Geomechanics and Tunneling, který již vyšel a byl součástí materiálů ke konferenci. Přednášky z Rakouského tunelářského dne budou publikovány v čísle 6/2018 téhož časopisu.

Díky mimořádně dobrým vztahům s organizátory konference a především s předsedou ÖGG prof. Wulfem Schubertem nám bylo umožněno prezentovat naši konferenci Podzemní stavby Praha 2019 a Ing. Martin Srb z firmy 3G Consulting Engineers účastníky konference vyzval k podání abstraktů a pozval je na příští rok do Prahy (obr. 1). Nezbývá než doufat, že i nám se podaří o zajímavých podzemních stavbách alespoň slyšet a načerpat informace i zkušenosti z jejich projektování či provádění.

EXKURZE ÖGG NA BÁZOVÝ TUNEL SEMMERING – ÚSEK SBT 2.1 FRÖSCHNITZGRABEN EXCURSION TO SEMMERING BASE TUNNEL – SECTION SBT 2.1 FRÖSCHNITZGRABEN

The paper informs about the excursion which was traditionally organised within the framework of the Geomechanical Colloquium in Salzburg. This year the excursion was focused on the construction of the Semmering base tunnel located in the 13 km long Fröschnitzgraben section (marked as SBT 2.1), which is the longest section of the project. The construction of this section commenced as long ago as 2014. The 27.3km long Semmering base tunnel, as well as another important base tunnel, the 32.8km long Koralm, lie on the Baltic – Adriatic Axis, the objective of which is to develop a high-speed railway line linking the Polish harbour of Gdansk with Warsaw, Katowice, Ostrava, Brno, Vienna, Graz and Klagenfurt and further proceeds across Italy up to the harbour of Trieste at the Adriatic seashore.

Stalo se již dobrou tradicí, že v rámci Geomechanického kolokvia v Salzburgu navštěvují zájemci z řad účastníků zajímavé rakouské tunelové projekty. Ani letos tomu nebylo jinak a exkurze byla zaměřena na výstavbu bazového tunelu Semmering v jeho nejdelším 13 km dlouhém úseku Fröschnitzgraben, označovaném jako SBT 2.1. Výstavba tohoto úseku započala již v roce 2014.

Bázový tunel Semmering délky 27,3 km, stejně jako další významný bazový tunel Koralm délky 32,8 km, leží na balticko-adriatické ose, která má za cíl spojit rychlou železnicí polský přístav Gdaňsk s Varšavou, Katovicemi, Ostravou, Brnem, Vídní, Grazem, Klagenfurtem a dále směřuje přes italské území až do přístavu Terst u Jaderského moře. Proto má svým způsobem výstavba tohoto tunelu svůj význam i pro Českou republiku. Pokud se na jejím území jednou podaří postavit vysokorychlostní trať, která by svými parametry odpovídala navazujícím železničním úsekům, které jsou již dnes ve výstavbě, stane se součástí moderního evropského železničního systému. Bázový tunel Semmering po uvedení celého traťového úseku do provozu zajistí kvalitní železniční spojení mezi Dolním Rakouskem a Štýrskem s rychlostí až 230 km/hod. Nová trasa odlehčí historickou trať Semmeringbahn a zkrátí cestu mezi Vídní a Grazem o 30 minut na pouhé dvě hodiny.

V Rakousku jsou nově budované tratě určené pro kombinovanou dopravu, a tak bude tunel využíván i pro nákladní dopravu. Trasu pod severními Alpami bude možné díky příznivým sklonovým poměrům a tím i nižší energetické náročnosti projet nákladním vlakem s pouze jednou lokomotivou. Maximální sklon nivelety je jen 8,4 ‰. Tunel tvoří dvě jednokolejné tunelové trouby spojené po 500 m tunelovými propojkami. Součástí tunelu je i nouzová podzemní stanice Fröschnitzgraben, na jejíž výstavbu byla exkurze pořádána. Načasování umožnilo nejen prohlídku kaveren tohoto rozsáhlého podzemního díla, ale i tunelovacího stroje, jehož montáž v době exkurze probíhala. Tento text doplňuje foto-reportáž z exkurze a na fotografie se odvolává (viz str. 41 a 42 tohoto čísla časopisu Tunel).

Na povrchu území je pro zařízení staveniště určena poměrně malá plocha, která z části vznikla jako umělá zemní konstrukce z vyztužené zeminy. Kromě kanceláří a skladových ploch stavebního materiálu je součástí staveniště i betonárka a mezisklad tubingů pro zásobování v budoucnu nasazených dvou tunelovacích strojů (obr. 1). Vlastní výroba tubingů s plánovaným množstvím 50 000 ks probíhá v cca 25 km vzdáleném městečku Neunkirchen, kde se na přilehlé ploše nachází hlavní sklad tubingů. Odtud jsou na staveniště prefabrikáty převáženy nákladními automobily. Vzhledem k omezeným prostorovým podmínkám na povrchu území je velká část zařízení staveniště tunelu Fröschnitzgraben přesunuta 400 m pod zem do prostoru budoucí multifunkční nouzové stanice. Pro svislou dopravu osob i materiálu do podzemí slouží dvě šachty o průměru 8,5 m a 11 m (obr. 3). Podrobně se návrhem a výstavbou šachet zabývá článek [1]. Doprava osob dvoupatrovým klecovým výtahem do podzemí trvá cca 2 minuty. V souběžně provozovaném nákladním výtahu bylo možné vidět mixy s betonem pro stříkané primární ostění konvenčně ražených úseků tunelů. Ze stavebně-provozních důvodů jsou traťové tunely o průměru 10 m a střední kaverna stanice o výšce 15 m až 17 m propojeny třemi příčnými kavernami o výšce výrubu cca 15 m. Šířka kaveren 20 m vede k ploše výrubu