

TUNEL

ČASOPIS
ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU
A
SLOVENSKÉHO TUNELÁRSKEHO KOMITÉTU
ITA / AITES
PODZEMNÍ STAVBY (VÝVOJ, VÝZKUM, PROJEKTOVÁNÍ, REALIZACE)



ČLENSKÉ ORGANIZACE ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU A SLOVENSKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

MEMBER ORGANIZATIONS OF THE CZECH AND SLOVAK TUNNELLING COMMITTEES

AD SERVIS TERRABOR, s. r. o.
Bělohorská 157/188
169 00 Praha 6

AMBERG ENGINEERING BRNO
Orlí 27
602 00 Brno

AQUATIS, a. s.
Botanická 56
656 32 Brno

CARBOTECH-BOHEMIA, s. r. o.
Lihovarská 10
716 03 Ostrava-Radvanice

DESCRIBO, s. r. o.
Stavební projekty
U krčského nádraží 19
140 00 Praha 4

DORG s. r. o., JESENÍK
Tovární 1287
790 18 Jeseník

ELTODO, a. s.
Novodvorská 1010/14
142 00 Praha 4

EREBOS, s. r. o.
Malé Svatoňovice 249
542 34

GEOTEST
Šmahova 112
659 01 Brno

IKE
Plzeňská 166
150 00 Praha 5

ILF CONSULTING ENGINEERS s. r. o.
Sazečská 8
108 25 Praha 10

INGSTAV BRNO, s. r. o.
Kopečná 20
675 15 Brno

INGUTIS, spol. s r. o.
Třebořadická 1/1275
182 00 Praha 8

INTERPROJEKT, s. r. o.
Biskupský dvůr 7
110 01 Praha 1

INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB, a. s.
Na Moráni 3
128 00 Praha 2

INŽENÝRSKÉ KONSTRUKCE
Projektová a inženýr. kancelář
Kobrova 1363/2
150 00 Praha 5

METROPROJEKT PRAHA, a. s.
I. P. Pavlova 1786/2
120 00 Praha 2

METROSTAV a. s.
Dělnická 12
170 04 Praha 7

OKD, DŮLNÍ PRŮZKUM A BEZPEČNOST, a. s.
Paskov
739 21

POHL, a. s.
Nádražní 25
252 63 Roztoky u Prahy

PRAGOPROJEKT, a. s.
K Ryšance 16
147 54 Praha 4

PŮDIS, a. s.
Nad vodovodem 2/169
100 00 Praha 10

SATRA, spol. s r. o.
Podhoří 2879
276 01 Mělník

SG GEOTECHNIKA, a. s.
Geologická 4
150 00 Praha 5

SOLETANCHE ČR, s. r. o.
K Botiči 6
101 00 Praha 10

STAVEBNÍ FAKULTA ČVUT
Thákurova 7
166 29 Praha 6

STAVEBNÍ FAKULTA VUT
Veveří 95
662 37 Brno

SUBTERRA a. s.
Bezová 1658
147 14 Praha 4

SUDOP a. s.
Olšanská 1a
130 80 Praha 3

ÚSTAV GEONIKY AV ČR
Studentská ul.
708 33 Ostrava-Poruba

VODNÍ STAVBY PRAHA, a. s.
divize 05
Dobronická 635
142 25 Praha 4

VOJENSKÉ STAVBY, a. s.
Revoluční 3
110 15 Praha 1

VOKD, a. s.
Českoobratická 7
701 40 Ostrava

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ
tř. 17. listopadu
708 33 Ostrava-Poruba

ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a. s.
Rohanský ostrov
180 00 Praha 8

ZÁPADOČESKÉ UHELNÉ DOLY ZBŮCH, a. s.
z. VÝSTAVBA PLZEŇ
Radčická 40
301 17 Plzeň

ŽELEZNIČNÍ STAVITELSTVÍ BRNO, a. s., DIS
Heršpická 1
639 00 Brno

FAKULTA BERG TU KOŠICE
Letná 9
042 00 Košice

BANSKÉ STAVBY, a. s.
Košovská cesta 16
971 74 Prievidza

DOPRASTAV, a. s.
Drieňová 27
826 56 Bratislava

GEOCONSULT, spol. s r. o.
Drieňová 27
826 56 Bratislava

GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA
Mlynská dolina 1
817 04 Bratislav

GEOMONTA, spol. s r. o.
Sebedražská cesta 7
971 01 Prievidza

HYDROSANING, spol. s r. o.
Mojmírova 14, P. O. Box 6
972 01 Bojnice

HYDROSTAV, a. s.
Miletičova 21
820 06 Bratislava

INCO, a. s.
Při starej prachárni 14
831 05 Bratislava

INGEO, a. s.
Bytčická 16
010 01 Žilina

INŽINIERSKE STAVBY a. s.
Priemyselná 7
042 45 Košice

MAGISTRÁT HL. MESTA SR BRATISLAVY
Primaciálne nám. 1
814 99 Bratislava

PRVÁ SLOVENSKÁ TUNELÁRSKA, a. s.
Račianska 66
832 64 Bratislava

RUDNÝ PROJEKT, a. s.
Festivalové nám. 1
041 95 Košice

SIMAC HOLDING, a. s.
Stromová 9
833 17 Bratislava

SLOVENSKÁ SPRÁVA CIEST
Továrenská 7
813 44 Bratislava

SLOVENSKÉ TUNELY, spol. s r. o.
Lamačská cesta 16
841 03 Bratislava

SOLHYDRO, spol. s r. o.
Kutlíkova 17
851 01 Bratislava

STAVEBNÁ FAKULTA VŠDS ŽILINA
Moyzesova 20
010 26 Žilina

STAVEBNÁ FAKULTA STU BRATISLAVA
Radlinského 11
813 68 Bratislava

URANPRES, spol. s r. o.
F. Kráľa 2
052 80 Spišská Nová Ves

ÚSTAV GEOTECHNIKY SAV KOŠICE
Watsonova 45
040 01 Košice

VÁHOSTAV, a. s.
Hlínská 40
011 18 Žilina

ŽELEZNICE SLOVENSKEJ REPUBLIKY
Klemensova 8
800 00 Bratislava

Tunel

Časopis Českého tunelářského komitétu
a Slovenského tunelářského komitétu ITA/AITES
Založen ing. Jaroslavem Gránem v roce 1992

OBSAH

Úvodník: Ing. Jindřich Hess	str. 1
Zamyšlení Sir Alana Muir Wooda	str. 2
Konference PS'97 – úvodní projev	str. 2
prof. Dr. Ing. Alfréd Haack	
Konference PS'97 – tématický úvodní projev:	
Podzemní urbanismus a ekologické aspekty	
podzemních staveb v ČR	str. 3
Ing. Miloslav Novotný, Vodní stavby Praha, a. s.	
Ing. František Dvořák, INGUTIS s. r. o.	
Ing. Georgij Romancov, Metroprojekt a. s.	
Razenie tunela Branisko od západného portálu	str. 7
Ing. Josef Frankovský, Banské stavby Prievidza	
Tenzometrický měřicí svorník a jeho použití	
v geomechanickém monitoringu	str. 9
Ing. Richard Šňupárek CSc., Ing. Zdeněk Rambouský, Ústav geoniky AV ČR Ostrava	
Laserová technika při pokládce potrubí	
a při řízení tunelovacích strojů	str. 13
Doc. Ing. Milan Kašpar CSc., Stavební fakulta ČVUT Praha	
Doc. Ing. Věra Voštová CSc., Strojní fakulta ČVUT Praha	
Dokončovací práce na tunelu Hřebeč	str. 18
Ing. Miloslav Salač, Metrostav a. s.	
Technologické vybavení tunelu Hřebeč	str. 19
Ing. Pavel Přibyl CSc., ELTODO a. s.	
Ing. M. Vohnout, KATES s. r. o.	
Přečerpávací vodní elektrárna Dlouhé Stráně v provozu	str. 23
Ing. Ervín Šíma, Ing. Václav Torner, AQUATIS a. s.	
Rekonstrukce železničního tunelu Telgárt	str. 27
Antonín Straka, Metrostav a. s.	
Ing. Ján Voloch, Železnice Slovenské republiky	
Technické zajímavosti	str. 29
Zprávy z konferencí ITA/AITES	str. 30
Z činnosti odborných společností zainteresovaných	
do podzemních staveb	str. 31
Zpravodajství Českého tunelářského komitétu	str. 31
Zpravodajstvo zo Slovenského tunelářského komitétu	str. 32
Dodatek k článku „Geologické poměry trasy IV. C metra“	str. 32
Jiří Růžička, Inženýring dopravních staveb a. s.	

REDAKČNÍ RADA

Předseda: Ing. Petr Vozarik – METROSTAV a. s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. – ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč – POHL a. s.
Ing. Milan Krejcar – VOJENSKÉ STAVBY a. s.
Ing. Josef Kutil – INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB a. s.
Ing. Miloslav Novotný – VODNÍ STAVBY PRAHA a. s., divize 05
Ing. Pavel Polák – METROSTAV a. s.
Ing. Pavel Přibyl, CSc. – ELTODO a. s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. – METROPROJEKT PRAHA a. s.
Ing. Richard Šňupárek, CSc. – Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner – AQUATIS a. s.
Ing. Miroslav Uhlík – SUBTERRA a. s.
ČTK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STK ITA/AITES: Ing. Josef Frankovský – BANSKÉ STAVBY a. s.
Ing. Pavol Kusý, CSc. – PRVÁ SLOVENSKÁ
TUNELÁRSKÁ a. s.

VYDAVATEL:

Český tunelářský komitét a Slovenský tunelářský komitét ITA/AITES
pro vlastní potřebu

Dělnická 12, 170 04 Praha 7
tel./fax: 66 79 34 79

Ved. redaktor: Ing. Karel Matzner
Odborní redaktoři: Ing. Miloslav Novotný a ing. Pavel Polák
Grafická úprava: Petr Míšek

Sazba, tisk: GRAFTOP

Redakce v případě zájmu poskytne odborný překlad do angličtiny
Fotografie na obálce: Portál tunelu Telgárt po rekonstrukci (archív
Metrostav, a. s.)

ISSUE 6/1997, No. 3

MK ČR 7122

ISSN 1211 - 0728

Tunnel

Magazine of the Czech Tunnelling Committee
and the Slovak Tunnelling Committee
ITA/AITES

established by Ing. Jaroslav Grán in 1992

CONTENTS

Editorial – Ing. Jindřich Hess	pg. 1
Consideration of Sir Alan Muir Wood	pg. 2
Conference „Underground Construction '97“ – opening speech	pg. 2
Prof. Dr. Ing. Alfred Haack Conference „Underground Construction '97“ – main topic opening speech:	
Underground construction focusing urban and environment protection aspects in cities and countryside	pg. 3
Ing. Milan Novotný, Vodní stavba Praha a. s. Ing. František Dvořák, INGUTIS s. r. o. Ing. Georgij Romancov, Metroprojekt a. s.	
Branisko tunnel – driving from the west portal	pg. 7
Ing. Josef Frankovský, Banské stavby Prievidza Tensometric measuring rockbolt in the geomechanical monitoring	pg. 9
Ing. Richard Šňupárek CSc., Ing. Zdeněk Rambouský, Ústav geoniky AV ČR Ostrava Laser techniques for pipe putting und tunneling machines control	pg. 13
Doc. Ing. Milan Kašpar, CSc., Stavební fakulta ČVUT Praha Doc. Ing. Věra Voštová, CSc., Strojní fakulta ČVUT Praha Hřebeč tunnel under completion work	pg. 18
Ing. Miloslav Salač, Metrostav a. s. Hřebeč tunnel technological equipment	pg. 19
Ing. Pavel Příbyl CSc., ELTODO a. s. Ing. M. Vohnout, KATES s. r. o. Dlouhé stráně pumped storage plant in operation	pg. 23
Ing. Ervín Síma, Ing. Václav Torner, AQUATIS a. s. Rehabilitation of the Telgárt railway tunnel	pg. 27
Antonín Straka, Metrostav a. s. Ing. Ján Voloch, Železnice Slovenské republiky Technical matters of interest	pg. 29
News from the ITA/AITES tunnelling conferences	pg. 30
Activities of professional corporations interested in underground constructions	pg. 31
Czech Tunnelling Committee reports	pg. 31
Slovak Tunnelling Committee reports	pg. 32
Postsript to the article „Geological condition of Prague subway line IV.C“	pg. 32
Jiří Růžička, Inženýring dopravních staveb a. s.	

EDITORIAL BOARD

Chairman: Ing. Petr Vozarik – METROSTAV a. s.
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. – ČVUT Praha
Ing. Igor Fryč – POHL a. s.
Ing. Milan Krejcar – VOJENSKÉ STAVBY a. s.
Ing. Josef Kutil – INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB a. s.
Ing. Miloslav Novotný – VODNÍ STAVBY PRAHA a. s., divize 05
Ing. Pavel Polák – METROSTAV a. s.
Ing. Pavel Příbyl, CSc. – ELTODO, a. s.
Ing. Georgij Romancov, CSc. – METROPROJEKT PRAHA a. s.
Ing. Richard Šňupárek, CSc. – Ústav geoniky AV ČR
Ing. Václav Torner – AQUATIS a. s.
Ing. Miroslav Uhlík – SUBTERRA a. s.
ČTK ITA/AITES: Ing. Karel Matzner
STK ITA/AITES: Ing. Josef Frankovský – BANSKÉ STAVBY a. s.
Ing. Pavol Kušý, CSc. – PRVÁ SLOVENSKÁ
TUNELÁRSKÁ a. s.

PUBLISHED FOR SERVICE USE

by the Czech Tunneling Committee and the Slovak Tunnelling
Committee ITA/AITES

Dělnická 12, 170 04 Praha 7

tel./fax: 66 79 34 79

Editor-in-chief: Ing. Karel Matzner

Graphic Design: Petr Míšek

Technical editors: Ing. Miloslav Novotný, Ing. Pavel Polák

Printed by: GRAFTOP

The editorial board provides translations into English by request

Cover photo:

Portal of Telgárt tunnel after rehabilitation (archives of Metrostav,
a. s.)



Vážené dámy a pánové,

mezinárodní konference „Podzemní stavby“ je každé tři roky vrcholem činnosti národního komitétu ITA/AITES.

Činnost naší organizace, která sdružuje 37 podniků a 21 individuálních členů, není zaměřena pouze na tyto jednorázové akce. Je řada dalších příležitostí doma i v zahraničí, kde je možné získat řadu cenných zkušeností. K tomu přispívá i náš odborný časopis „Tunel“, který pravidelně vydáváme ve spolupráci se Slovenským národním komitétem.

Mnohem důležitější než rekapitulovat to co bylo, je myslet a hlavně připravovat se na budoucnost. Podzemí a jeho využití má perspektivu. Jsme svědky toho, jak jsou v řadě zemí realizovány nebo se připravují projekty, které nás mohou inspirovat k odvaze využít podzemní prostory pro celou škálu stále se rozšiřujících oborů činností. Vznikají celé podzemní části měst (Montreal), sportoviště, divadla, kostely, sklady, rezervoáry, úložiště různých druhů odpadů atd. Využití podzemí pro řešení dopravní situace a vůbec infrastruktury je často jedinou mož-

nou alternativou, kterou využívají i města v České republice a zejména v Praze.

Podzemní stavitelství má tedy budoucnost a odvaha aplikovat ho v optimální míře, je stěžejní úkol Českého tunelářského komitétu, resp. jeho členů.

Český komitét je složen z řady podniků a organizací, které jsou často konkurenty v získávání zakázek. Jsme si však všichni vědomi toho, že náš společný zájem je spoluvytvářet to správné klima, aby o zakázky spojené s podzemními díly byla vůbec šance soutěžit.

Tato snaha začíná a končí být jako důvěryhodná organizace dobrým partnerem těm, kteří o velkých stavbách, kde je možné využít podzemí, rozhodují: jsou to představitelé měst, ministerstev – jsou to politici.

Získávat důvěru je dlouhodobý proces, ale máme k tomu řadu příležitostí. Jednou z nich je, že se nebudeme snažit pod záminkou ochrany životního prostředí aplikovat podzemní řešení všude a za každou cenu. Jedině tak budeme zváni k posuzování velkých projektů už v počáteční fázi a přispět tak k tomu, aby řešení s využitím podzemí bylo optimální. K tomu může sloužit i Inženýrská kancelář, kterou náš komitét založil. Do hotového řešení např. silnic aplikovat dodatečně tunely je složité a často zbytečně konfliktní.

Velké projekty řešící dopravu, infrastrukturu jsou velice nákladné. Získání finančních prostředků pro jejich realizaci je samozřejmě základní podmínkou. Jsme svědky toho, jaký boj o jejich získání podstupují někteří představitelé měst zejména v době, kdy budoucí přínos projektů je zastíňován současnými finančními problémy. Pomoci jim v tomto úsilí je složité, ale nutné. Jednak bychom měli umět přesvědčovat společnost o tom, že i úspora pozemků, energie, času, zlepšení životního prostředí apod. je vyčíslitelná, i když efekt podzemního řešení často přinese právě až budoucnost, ale zejména bychom měli přicházet s technickým řešením, technologiemi, které umožní snížit rozdíl realizačních nákladů proti řešení povrchovému.

Největší pomoc však musíme spatřovat v naší snaze také u nás zapojit do financování podzemních staveb soukromé investory a přinášet projekty, kde jejich součástí bude i řešení finanční návratnosti. Doufám, že mezi příklady tohoto řešení bude i Eko-tunel (odlehčení dopravy mezi Národním divadlem a Právnickou fakultou), tunel Příkopy. Oba tyto projekty však musí být samozřejmě součástí celkového řešení dopravy v Praze. Jistě se najdou i jiné příklady např. podzemní garáže, sklady atd.

Dalším příkladem jak získat důvěru partnerů je perfektně provedené dílo. Co to znamená víme všichni – kvalita, termín a do držení dohodnutých nákladů.

S uspokojením mohu konstatovat, že podzemní stavby jsou v České republice realizovány na řadě projektů. Jen v letošním roce budou dány do provozu tři velké tunelové stavby:

- silniční tunel Hřebeč na silnici mezi Litomyšl a Moravskou Třebovou
- silniční tunel na Pražské radiále v Brně
- Strahovský tunel v Praze

Jsem přesvědčen, že jejich realizaci ocení široká veřejnost.

A už dnes je řada nových projektů v různých stádiích přípravy před realizací:

- v Praze: tunel Mrázovka
 - tunel Pod Stromovkou
 - tunely na vnějším dopravním okruhu
 - trasa metra IVC
- dálniční tunely na D8 a D5
- výstavba kolektorů v řadě měst
- rekonstrukce železničních tunelů při modernizace železničních koridorů apod.

Přispějme k jejich přípravě.

České tunelářství má dobrý zvuk v zahraničí a právě v podnikání na projektech mimo Českou republiku vidím další možnou spolupráci projekčních, výrobních i inženýrských organizací a také organizací, které se vyznají v legislativě a bankovníctví v jednotlivých zemích.

Závěrem mi dovoluňte poděkovat všem, kteří se podíleli na přípravě konference Podzemní stavby '97.

Ing. Jindřich Heřmánek
předseda Českého tunelářského komitétu

ZAMYŠLENÍ SIRA ALANA MUIR WOODA zakladatele a čestného prezidenta ITA/AITES

*CONSIDERATION of SIR ALAN MUIR WOOD,
founder and honour president of ITA/AITES*

Mr. Wood remembers beginnings, spirit, significance and aims of ITA/AITES on the occasion of the forthcoming 25th anniversary of ITA/AITES formation



ITA/AITES oslaví v příštím roce pětadvacet let své činnosti. Pan Muir Wood nedávno objevil na již zažloutlém výstřížku z Financial Times z 13. května 1974 zprávu o ustavení naší asociace. Bylo tím dovršeno předchozí tříleté úsilí Britské tunelářské společnosti, která se za podpory několika kolegů z 19 zakládajících členských států chopila iniciativy. Od samého počátku asociace uplatňovala a uplatňuje nadále politiku spočívající na zásadě žít v rámci vlastního rozpočtu, bez jakýchkoliv vnějších finančních zdrojů.

Poznali jsme, uvádí pan Wood, že náš vliv bude mizivý, pokud nezačneme publikovat výsledky a nepřítahneme další členy. Zrod asociace byl dobře načasován. Tehdy rychle vzrůstal zájem o tunelářské technologie, technologické postupy (t. j. jak stavět), výsledný produkt (t. j. co stavět) a o strojní vývoj. Tehdy také byl zřejmý nový zájem o využití tunelářství k netradičním účelům, objevily se nové aspekty návrhů i legislativy pro využití podzemí.

ITA má společné hranice zájmů s několika dalšími mezinárodními organizacemi. Je důležité, že tyto meze propagují tok myšlenek dvěma proudy a lidé zbavují pocitů zneuzítí tradičních „teritorií“ druhých. Pro činnost v podzemním stavitelství je nezbytné porozumět podzemí a ITA může oprávněně prohlásit, že pomohla stimulovat nové cesty myšlení mezi našimi kolegy geology a geotechniky, přičemž současně přispívá k širšímu uplatnění jejich práce.

ITA není obchodní skupinou, má však ten nejobtížnější úkol v prosazování optimálního a vhodného využívání podzemního stavitelství. Úspěch se musí dostavit ovlivňováním těch, kteří rozhodují nebo by měli nebo mohli rozhodovat o podzemních dílech. Oni, naši potenciační zákazníci a klienti, nejsou tak snadno identifikovatelní jako odborníci z praxe. Především příliš často podzemní varianta řešení je uplatňována příliš pozdě, aby mohla být optimálně začleněna do celkového projektu – a proto příliš často bývá vypuštěna z variantních řešení – takže možné výhody společenské, ekonomické a z hlediska životního prostředí se nemohou uplatnit.

Je příliš mnoho potenciačních klientů na podzemní dílo, kteří nejsou „v obraze“ a jejichž první příprava je vedena „negramotně“ v otázkách podzemí.

ITA učinila užitečné kroky správným směrem tím, že se registrovala jako „nevládní organizace“ u Spojených národů, a že rozšířila znalosti o jednotlivých záměrech v různých zemích a povzbudila projektanty, plánovače a investory, aby se podívali pod povrch doslova i obrazně. Druhým nejdůležitější oblastí pro pokrok je získávání kontraktčních partnerství pro podzemní projekty. Nejistoty v tunelářství nemohou být nikdy kompenzovány strohými kontraktčními podmínkami, ty jednoduše nadvyšují náklady a stupňují riziko sporů.

První z několika směrnic o kontrole rizik a rozdělení rizik vznikla v Británii v r. 1978 („Zlepšení kontraktční praxe v tunelářství“). Další krok musí spočívat ve sladění kontraktčních podmínek s komplexním navrhovaným řešením, t. j. řešením, v němž se uplatňují následné i vzájemné vazby činností se všemi technickými a technologickými aspekty, čímž padnou škodlivé tradiční bariéry mezi projektem a realizací.

Hlavní prospěch získá ten investor, který bude vědět, že takový systém přináší napopak pružnost potřebnou ke snížení nejistoty, tak aby všechny strany měly zájem na úspěchu projektu.

ITA musí plnit trvalou misionářskou funkci propagováním dobrých zpráv o takovém vývoji, přizpůsobeném různým formám soukromého i veřejného financování projektů a musí překonávat mnoho současných předsudků, které přetrvávají ve zdůrazňování kontraktčních vztahů jako antagonistických, za vysokou cenu pro všechny, jichž se to týká.

ITA urazila významný kus cesty od svého početí v roce 1971 a svého zrodu v r. 1974, ale našťastí pro smysl činnosti, kterou podněcuje, zbývá ještě mnoho vykonat.

Podle úvodníku třetího čísla časopisu ITA/AITES „TRIBUNE“

Účastníci právě skončené konference Podzemní stavby '97 měli možnost převéřdit se o nadčasovosti a principiálnosti myšlenek pana M. Wooda při vystoupení prof. Z. Einsteina, člena exekutivy ITA. Ten zcela nezávisle vyzdvihl nezbytnost rozvoje schopnosti tunelářských odborníků při působení na politickou scénu, na média a při formování veřejného mínění ve prospěch podzemního stavitelství a jeho významu pro společnost. To je nejproduktivnější cesta k uplatnění a zhodnocení výsledků náročné teoretické i praktické erudice získané v našem oboru.

ITA ve světovém měřítku a tunelářské komitěty u nás i na Slovensku by měly při šíření tohoto fenoménu sehrát vůdčí roli.

KONFERENCE „PODZEMNÍ STAVBY '97“ úvodní projev prof. Dr. Ing. Alfreda Haacka

*CONFERENCE „UNDERGROUND CONSTRUCTION '97“
– opening speech of prof Dr. Ing. Alfred Haack*

On behalf of ITA/AITES and its president prof. Sebastiano Pelizza, Mr. Haack congratulated the Czech Tunneling Committee on the organization of the Conference and addressed the participants with an interesting consideration on tunnelling.



Letošní konference Českého tunelářského komitětu se konala pod patronátem ITA/AITES, která na ni delegovala člena svého výkonného výboru prof. Dr. Ing. Alfreda Haacka.

Ten ve svém úvodním projevu tlumočil zdravici výkonného prezidenta ITA/AITES a jejího prezidenta prof. Sebastiana Pelizzy. Vyzdvihl význam regionálních mezinárodních konferencí, neboť ne všichni tuneláři mají možnost zúčastňovat se každoročně světových kongresů ITA/AITES a zdůraznil úlohu asociace v šíření nových poznatků v tunelářství. Pokračoval pak zajímavými úvahami na toto téma:

Když se rozhledneme po Evropě, zjistíme, že pro různé účely je v provozu více než 10 000 km dopravních tunelů:

- pro hromadnou dopravu v našich předleňných městech
- pro dálkovou silniční dopravu
- pro železniční dopravní sítě

Počet tunelů a jejich celková délka neustále přibývá. Tento nepřetržitý růst je pozoruhodný. Vezměme jako příklad Německo, kde je plánovaný objem stavby tunelů pro příštích 10–15 let přibližně tento:

- 70 km tunelů metra
- 180 km železničních tunelů
- 100 km silničních tunelů

Sečtete-li to, dojdete k celkové délce 350 km dopravních tunelů, které prodlouží současných 1 200 km provozovaných tunelů. Také další evropské země jsou v tunelářství velmi aktivní. Dovolte, abych vám předložil několik příkladů:

- Rakousko a Švýcarsko s jejich horskou topografií plánují alpské bázové tunely Brenner, Gotthard a Hötschberg
- Francie: tunel Mont Genis v západních Alpách, tunel spojující pod Pyrenejemi Francii a Španělsko, trati TGV, dálniční tunely a městské tunely zejména v Paříži
- Norsko se všemi jejich plánovanými tunely podcházejícími fjordy a mořské úžiny
- Itálie, Španělsko atd.
- v České republice plánujete asi 10 km silničních tunelů, 15 km tunelů metra, rekonstrukce železničních tunelů a v mnoha vašich městech rozšíření kolektorů inženýrských sítí.

Z toho vyplývá: tunely a tunelářství jsou velmi významným faktorem v infrastruktuře našich zemí a proto je nezbytné zapojit je do našeho denního života.

My, inženýři – tuneláři, vylepšujeme naše technologie z roku na rok, z desetiletí na desetiletí. Naše projekty se stávají stále složitějšími, stále rozsáhlejšími a riskantnějšími a to jak z hlediska technického tak finančního. Několik příkladů to může dokumentovat:

- dopravní tunely v centrální oblasti Berlína s jejich celkovým rozpočtem 4,5 miliard DM
- 21 projektů ve Stuttgartu na přemístění současného hlavního nádraží s povrchu do podzemí o celkovém rozpočtu kolem 5 miliard DM
- 4. roura tunelu pod Labem v Hamburku o průměru výrubu 14,2 m a s nadloží u břehů jen 6–7 m, t. j. méně než polovina tohoto velkého tunelového průřezu
- Gotthardský bázový tunel protínající poruchu Piore s jejími zvodněnými prachovými dolomitickými vápenci (Zuckerdolomit)
- Euro tunel a Trans Tokyo Bay tunel, podcházející důležité mezinárodní plavební dráhy
- plány na hlubinné podtunelování Gibraltarského průlivu mezi Španělskem a Marokem, t. j. z Evropy do Afriky, čímž vznikne mezikontinentální tunelové propojení.

Jdeme-li však touto cestou, nemůžeme se zcela vyhnout náhodným haváriím a nezdarům, jak nás o tom nedávno poučily Mnichov, Heathrow, Sao Paulo a Athény. V této souvislosti tunelářští inženýři musí být obezřetní, aby nepřekročili hranice technických a fyzických možností a neohrozili dobrou pověst tunelářství u veřejnosti. Musíme také dbát na to, aby právníci a justice nezískávali stále větší a větší vliv v řízení týkajících se tunelářství. Podíváme-li se zpět na poslední roky a některé nedávné případy, obávám se takového vývoje např. v Německu a USA.

Těmito úvahami, vážení přátelé, jsem vám chtěl přesvědčivě ukázat, že je mnoho dobrých důvodů k organizování podobných regionálních konferencí na mezinárodní úrovni jako jsou ty vaše. Pomáhají k výměně zkušeností, dávají příležitost ke vzniku nových způsobů myšlení, k zahájení nových aktivit, umožňují zavádění nových a zlepšování již použitých technologií. V neposlední řadě jsou pro nás příležitostí k utužování přátelství a k budování nových užitečných vztahů.

Příklad textů, poznámky a redakční úprava Ing. Karel Matzner

KONFERENCE „PS '97“
úvodní tematický projev:

PODZEMNÍ URBANISMUS A EKOLOGICKÉ ASPEKTY PODZEMNÍCH STAVEB

ING. FRANTIŠEK DVOŘÁK – INGUTIS S. R. O., PRAHA
ING. MILOSLAV NOVOTNÝ – VODNÍ STAVBY A. S., DIVIZE 05, PRAHA
ING. GEORGIJ ROMANCOV – METROPROJEKT PRAHA A. S.

CONFERENCE „UNDERGROUND CONSTRUCTION '97“ – MAIN TOPIC OPENING SPEECH
**UNDERGROUND URBANISM AND ECOLOGICAL ASPECTS
OF THE UNDERGROUND CIVIL ENGINEERING**

*THE UTILISATION OF UNDERGROUND SPACE IS BECOMING NECESSARY FOR FUTURE
EXTENSION OF HUMAN CIVILIZATION. NOWADAYS CRITICAL SITUATION OF ENVIRONMENT
IS APPEARING NOT ONLY IN CITIES, BUT IN ANY PLACE WITH A HIGHER CONCENTRATION
OF BUILDING ACTIVITIES. UNDERGROUND CIVIL ENGINEERING IS A POSSIBILITY HOW
TO SOLVE THESE PROBLEMS.*

Pozn. Příspěvek byl přednesen na pražské konferenci Podzemní stavby 97.



1. ÚVOD

Název našeho příspěvku vychází z předsevzetí Českého tunelářského komitétu, který se rozhodl usilovat o to, aby konference Podzemní stavby – pořádané v tříletém cyklu – získaly určité specifické zaměření. V přípravě této konference byl – a v budoucnu bude – kladen důraz na podzemní urbanismus a vztah mezi podzemními stavbami a ochranou životního prostředí v nejširších souvislostech.

Podzemí bylo pro lidstvo odedávna něčím výjimečným.

Člověk, který se dostal do podzemí, se náhle ocitl ve světě zcela nepodobném tomu, který byl nahoře. Je pochopitelné, že se bál, a často právem. A přece tam znovu a znovu směřoval. Nejprve pouze hledal úkryt, později již cílevědomě z hlubin získával mnoho užitečných surovin, na jejichž využití se lidstvo postupně stalo závislé svou existencí. Tak ubíhala tisíciletí, a tento vztah se téměř neměnil. Objem lidské činnosti byl v poměru k přírodním silám a jevům nepatrný. I v místech s největší koncentrací obyvatel člověk téměř nebyl s to přírodě ublížit, a když už se mu to podařilo, omezil se tento vliv na velmi omezený rozsah území.

Tento poměr se ovšem začal prudce měnit s nástupem průmyslové revoluce, kdy člověk začal využívat ve svůj prospěch (a často i neprospěch) ohromné zdroje energie.

Ruku v ruce s tím se začal zvyšovat počet obyvatel a výsledek máme denně před očima:

na povrchu už není dost místa, jsou zdevastovány ohromné prostory a pokud budeme takto postupovat i nadále, nutně to skončí katastrofou.

V této souvislosti je dobré uvést několik čísel. Demografové a jejich údaje nám říkají, že celkový počet obyvatel Země byl v roce 1996 – 5,6 mld lidí.

Odhadují, že v roce:

2015 bude počet obyvatel mezi 7,1 a 7,8 mld a v roce 2025 mezi 7,9 až 11,98 mld.

Důležité jsou také údaje o koncentraci obyvatel do měst a městských aglomerací.

V roce 1950 byl počet sídelních útvarů s více než 1 milionem obyvatel 83 měst. V roce 1996 již bylo takových měst na světě 280 a odhad v roce 2015 až 500 až 560 měst s více než 1 mil. obyvatel.

Podíváme-li se na podíl městského obyvatelstva z celkového počtu obyvatel Země, činil:

v roce 1950 – 29 procent

v roce 1985 – 41 procent

a odhad pro rok 2025 je 60 procent.

Absolutně by se měl počet městského obyvatelstva zvýšit ze 734 milionů v roce 1950 na 5 miliard v roce 2025. Přitom se očekává, že v roce 2025 bude žít ve městech 78 procent obyvatelstva vyspělých zemí a 57 procent obyvatel rozvojových zemí.

I z těchto čísel snad vyplývá, že není určitě řešením „návrat k přírodě“ jak je hlásán některými pseudoekology. Nechceme-li připustit možnost redukce počtu obyvatel Země na množství, které se může uživit a existovat bez využití umělých zdrojů energie (a takováto redukce by dnes mohla nastat buďto řízenou genocidou anebo globální katastrofou, ať přírodního původu nebo pravděpodobněji vyvolanou lidmi) musíme hledat cesty, jak se bezkonfliktně sméstnat na prostoru, který je nám k dispozici. Přitom bezkonfliktně jak mezi sebou, tak i ve vztahu k přírodě, k životními prostředí. Řešení tohoto nesmírně složitého problému je v pravém slova smyslu multidisciplinární záležitostí.

Kde se tyto problémy projevují v nejvyšší míře? Nepochybně tam, kde dochází k největším koncentracím osídlení, průmyslu, dopravy – tedy ve městech. A zde jsme svědky toho, že ačkoliv množství a různorodost podzemních objektů si ničím nezadá s povrchovou zástavbou, zatímco zpracovávání urbanistických plánů a prognóz na povrchu je běžnou a respektovanou skutečností, v podzemí v tomto směru existuje a stále se zvyšuje pouze chaos. Přitom zjistit, kde a jaký se na povrchu nalézá objekt, je nepoměrně jednodušší, nežli pod zemí. Počínaje prehistorií, je podzemí měst zaplněno relikty lidské činnosti, které jsou promíchány se stavbami a zařízeními moderní doby. A do tohoto chaosu se noříme při budování nových děl, které jen velmi zřídka úplně respektují – a mnohdy právě pro nedostatek informací ani respektovat nemohou – stávající stav.

Nejsou to však pouze městské regiony, kde se musíme nad vlivy koncentrace stavebních činností vážně zamýšlet. Velkokapacitní do-

pravní magistráty, silniční nebo železniční, protínající často bezohledně krajinu jsou zdrojem objektivních i subjektivních problémů, k nimž by nemuselo při komplexním a vyváženém přístupu k řešení docházet. Totéž platí o velkých stavbách hydrotechnických, energetických, stavbách spojených s dobýváním surovin a dalším využíváním (někdy spíše zneužíváním) přírodního bohatství.

Náprava tohoto neutěšeného stavu bude obtížná a složitá. Ve městech a městských aglomeracích jsme již nyní v situaci, kdy bez komplexního využití podzemí hrozí ochrnutí celého jejich organismu. Do podzemí jsme se zatím uchýlovali převážně z důvodů technických, technologických, případně obranných. Jiné důvody – nepochybně hlavně pro technickou složitost a vysokou investiční náročnost – téměř neměly (a vlastně většinou stále nemají) šanci. Musíme si však uvědomit, že je to politika krátkozraká, tzv. jednoduchá a úsporná řešení se již nyní mnohdy ukazují jako nevyhovující.

2.1. HODNOTA PODZEMÍ PRO ROZVOJ CENTRA

Centra měst představují zóny s hustou městskou zástavbou a se soustředěním dopravní a technické infrastruktury s převažující funkcí celoměstského charakteru. Při koncentraci společenských, kulturně historických a v současné době stále narůstajících obchodních a ekonomických hodnot je pro další zatraktivnění centra a zkvalitnění jeho provozu a obsluhy hledáno východisko jeho dalšího rozvoje.

Objekty městské zástavby jsou zkvalitňovány rekonstrukcemi, adaptacemi a přístavbami, při nichž je v mnohých případech využíváno nového prostoru, získaného prohloubením o další suterény na pozemcích vlastníkům nemovitostí. Naproti tomu na veřejných pozemcích je třeba hledat možnosti, jak rozdělit priority využití relativně malých ploch komunikací a veřejných prostor pro různé aktivity, podporující ekonomický a společenský rozvoj městského centra. Tyto aktivity lze stručně charakterizovat jako řešení problematiky dopravního systému a problematiky funkčnosti a kapacity inženýrských sítí. Teprve v druhé řadě přistoupí další funkční využití pro obchodní a společenskou sféru.

Pokud se týká **zkvalitnění a omezení dopravy**, k tomu snad stačí jen několik slov. O tom, že jedinou možností jak zabránit ve velkoměstě dopravnímu kolapsu, je svedení dopravy (veřejné i individuální) pod zem, dnes snad již nepochybuje vůbec nikdo. Úvahy na téma „zakázat ve městě či alespoň v jeho centru individuální dopravu“ patří zatím k fantaziím. Jak vidíme na mnoha příkladech i ne příliš od nás vzdálených, už i malá města, ne snad z absolutní dopravní nutnosti, ale pouze z ohledu na zdraví svých občanů, mohutným tempem budují tunelové průtahy a obchvaty. Zdálo by se – proč tunel na obchvatu? Dnes už, zejména v hustě osídlených zemích, k nimž bezesporu patříme, se pomalu stírá rozdíl mezi „volnou krajinou“ a zastavěnou a osídlenou oblastí.

Dalším velkým problémem ve městě je otázka **parkování**. Opět musíme konstatovat, že přes všechny nevýhody, která podzemní parkoviště mají, nikde, kde je doprava opravdu silná a požadavky na parkovací místa vysoké, se tuto otázku bez podzemních parkovišť alespoň částečně vyřešit nepodařilo. Samozřejmě, že je nelze, tak jako i jiné podzemní stavby ve městě budovat živelně a bezohledně – a nastupuje požadavek na komplexnost řešení, zvážení všech okolností, plánování v tom nejlepším slova smyslu – tedy na realizace disciplíny, kterou pracovně nazýváme „**podzemní urbanismus**“, a jejíž užitečnost již v současnosti a naprostá nutnost v blízké budoucnosti je zřejmá stále většímu počtu odborníků.

Tato disciplína musí v sobě zahrnovat nejen plánování umístění jednotlivých staveb v podzemí města a jejich vzájemné vazby, ale i jejich architektonické ztvárnění ve všech směrech. Ty tam jsou doby, kdy u tunelové stavby měl architekt co dělat pouze na portálu. Naštěstí v našich podmínkách, především při výstavbě města si architekti zvykli na to, že i tunel, pokud v něm mají pobývat a pracovat lidé, musí splňovat určitá estetická kritéria (vedle zdravotních, což s tím také souvisí).

Přejdeme nyní k otázce budování a zkvalitňování komunálního hospodářství města, především **inženýrských sítí**, jakožto jedné z nejdůležitějších složek městské podzemní infrastruktury.

S řešením inženýrských sítí jsou největší komplikace dány v centrálních městských oblastech s koncentrovanou zástavbou, městskou dopravou, jakož i s dalšími prvky celoměstského charakteru výrazně podporujícími život města. Navíc jsou zde soustředěny značné kulturně historické hodnoty a památkově chráněné objekty či celé územní celky.

Na příkladu centrálních oblastí měst lze dokumentovat současný stav inženýrských sítí. Převážná část sítí je v neuspokojivém stavu, u trubních řádů se stáří 90–100 let lze hovořit o stavu havarijním, přičemž již byla vyčerpána životnost vedení. Často dochází k nekontrolovatelným únikům médií do podlaží.

K této otázce životnosti a technického stavu přistupuje i otázka ka-

pacity současných sítí, které svými dimenzemi již plně nevyhovují zvýšeným nárokům.

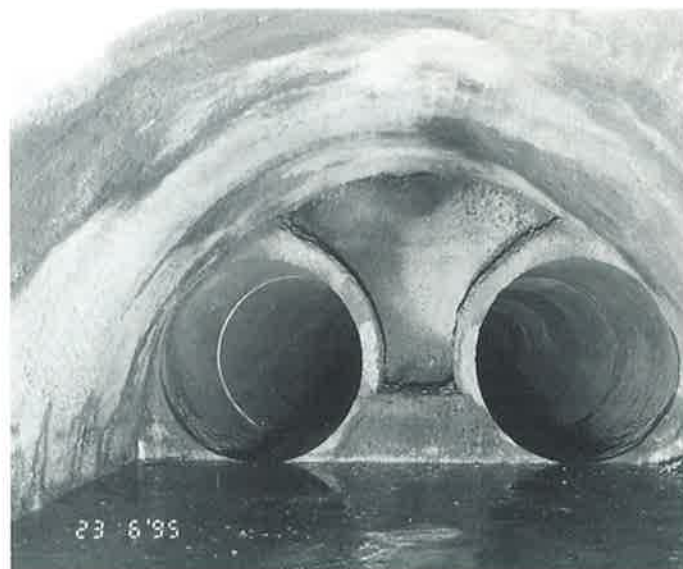
Důsledkem toho je neustálé zasahování stavebních prací (plánovaných při rozšiřování sítí či neplánovaných při havarijních stavech) do provozu a života města, tedy permanentní narušování životního prostředí.



Obr. 1: Ražba metodou NRTM na silničním tunelu Hřebeč



Obr. 2: Stoka F – foliová izolace



Obr. 3: Železobetonový protlak pro vodovodní řad pod tělesem dráhy u Radotína

2.2. PRINCIP KOLEKTORIZACE

KolektORIZACE inženýrských sítí je v současné době jedno z progresivních možností řešení regenerace technické infrastruktury městských celků. Sdružování inženýrských sítí do systému průchodných podzemních liniových staveb přináší kromě mnohých technických předností též i značný kladný vliv na provoz města a na životní prostředí.

Důležité je komplexně pojaté řešení problematiky, v němž je na základě širších souvislostí a prognóz rozvoje sítí dle generelu kolektORIZACE budována soustava kolektorů 2. a 3. kategorie jako systémové otevřené řešení. Tím je dána možnost postupné časové i prostorové etapizace budování systému podle konkretizace potřeb jednotlivých částí města a v neposlední řadě též i dle existence příslušných investičních prostředků.

2.3. Kolektory a ekologie

Narůstající trend výkopových prací, vyplývající ze zmíněné charakteristiky současných inž. sítí, působí jako výrazný destabilizační faktor narušující harmonický rozvoj městských center. Naproti tomu v budování kolektorů lze sledovat onen stabilizační faktor, který výrazně přispěje k omezení negativních vlivů na životní prostředí, a to ve dvou rovinách.

Pro přednosti sdružování sítí v kolektorech lze uvést následující osmero (se zvláštním důrazem na kolektory 3. kategorie):

1. Maximální eliminace výkopových prací z povrchu pro veškeré následné práce na sítích.
2. Odstranění souvisejících dopravních opatření, omezování provozu, jakož i dalších negativních jevů, spojených se stavební činností (hluknost, prašnost, provoz staveb).
3. Bezpečnost provozu sítí systémem průběžných sledování a kontrolních měření, jakož i centralizovaného řízení provozu.
4. Ekonomie provozu sítí, omezení ztrát při rychlejších vyhledávání porušených sítí.
5. Zvýšení životnosti sítí při spolehlivé údržbě a omezení vlivu zemního prostředí na uložené sítě včetně dynamických účinků povrchové dopravy.



Obr. 4: NRTM při provádění podzemních kaveren

6. Přehledná údržba uložených sítí, snadná přístupnost a bezkolizní realizace oprav a výměn porušených sítí v minimálním provozu města.
7. Přehledné uložení, údržba a oprava domovních přípojek.
8. Možnost zvýšení přenosové kapacity konkrétního média položením nové sítě větší dimenze, možnost dodatečné pokládky nových sítí či záměny médií.

2.4 KolektORIZACE sítí a podzemní urbanismus

V podmínkách husté městské zástavby a četných inženýrských sítí je nutný organizovaný a cílevědomý přístup ke komplexnímu a systémovému řešení problematiky, což umožňuje multidisciplinárně pojatý podzemní urbanismus s respektováním normových, funkčních a provozních závislostí a zákonitostí se záměrem jejich vzájemné optimalizace.

Výchozí stav

1. Historický vývoj pokládky inženýrských sítí probíhá postupně na základě prostorových možností v ulicích, tedy v zásadě živelně, pouze podle základních vžitých schémat. I přes ověřené materiály správců jednotlivých sítí není věrohodná informace o jejich poloze a četnosti, event. i funkčnosti – základní podklad pro následné práce v podzemí.
2. Absence informací o podzemních prostorech daných
 - a) antropogenní činností (např. zasypané suterénní prostory asanované zástavby, předchozí razící práce s nezvládnutou technologií)
 - b) kaverny v podzemí vzniklé únikem médií ze sítí
3. Narůstající trend modernizace objektů přilehlé zástavby včetně využití jejich podzemí (např. podzemní parkování), prohlubování o další podlaží s užitím technologií speciálního zakládání – nekoordinovaný zásah do uličního prostoru, mnohdy znemožňující další práce na podzemních objektech pod ulicemi.
4. Budování přístupů do stávajících či nových podzemních podlaží v prostoru pod komunikacemi bez koordinace s budoucími stavbami celoměstského charakteru.

Důsledek

Důsledkem nekoordinované činnosti v podzemí je nejen neplánovaný nárůst investičních nákladů, nutných na korekce navrženého a na stavbě rozpracovaného řešení, jakož i na řešení havarijních situací, vzniklých z nevěrohodných vstupních podkladů.

Východisko

Podzemní urbanismus, městské inženýrství a generel kolektORIZACE projednaný všemi partnery.

Výše uvedené aspekty jednoznačně prokazují složitost problematiky koordinace podzemních staveb v podzemí městských center. V tom je nezastupitelná úloha principů podzemního urbanismu jako vědní disciplíny.

3. PODZEMNÍ STAVBY V EXTRAVILÁNU

Oproti problematice městské, je situace mimo města z některých hledisek nepoměrně jednodušší. Neznamená to však, že by nebylo co řešit, že by realizace podzemních staveb ve „volné přírodě“ byla bezproblémová. Jejich prosazení z jiných než ryze technických důvodů bývá dosud velice obtížné, pokud už se to podaří, i ekologický pohled je zpravidla dvojitý: na jedné straně je sice přiznáváno, že svedení dopravy nebo jiného rušivého elementu do podzemí životní prostředí chrání, ovšem velké obavy panují z procesu realizace, a pak i z vlastního provozu.

3.1. STAVBY DOPRAVNÍ

Poměrně nejjednodušší je situace tam, kde se technická nutnost spojuje s užitkem, kterým podzemní stavba přináší prospěch ochranné životního prostředí. To je stále případ většiny železničních i silničních tunelů, které se u nás nebo ve světě budovaly a budují. Přesto však už existuje mnoho příkladů, kdy se doprava svedla do podzemí, aniž by to bylo technicky bezpodmínečně nutné. Jeden takový výrazný případ nastal u i v České republice. Všichni asi o něm víme, ale není na škodu jej připomenout. Je to silniční tunel Hřebeč na českomoravském pomezí. Z technického hlediska o něm již bylo napsáno mnoho, ale málokdy byl náležitě zdůrazněn jeho aspekt ekologický.

Velmi důležitá silniční spojnice Hradce Králové s Olomoucí, silnice první třídy, se mezi Svitavami a Moravskou Třebovou v jednom úseku musí vypořádat s přechodem hřebenu, na jehož vrcholu je obec Hřebeč. Ve směru z Moravy do Čech stoupá v délce více než jednoho kilometru serpentínami na vrchol. V zimním období na tomto nebezpečném úseku jde často o ztráty velkých hodnot, ba i životů.

Původní návrh však s tunelem nepočítal. Aby bylo dosaženo potřebného výškového rozdílu bez serpentín, měl být v hřebeni vyhlouben mohutný zářez – tak, jak to bylo provedeno na nespočetných jiných místech. Bez ohledu na to, že obec Hřebeč by se prakticky zlikvidovala, že by to znamenalo hrubý a necitlivý zásah do přírody, dokonce bez ohledu na to, že by zářez procházel sesuvným územím.

Prosazení tunelu místo zářezu bylo tedy jednoznačně kladným počinem. Bohužel, řešení bylo jen polovičaté. Aby se nemuselo změnit celé řešení, byl pouze zářez nahrazen tunelem, i když tím byly pro ražbu předurčeny velmi nepříznivé geotechnické podmínky. Jaké z to plyne poučení? Již od prvního návrhu trasy dopravní magistrály, pokud přichází v úvahu podpovrchové řešení, musí bezpodmínečně se silničáři spolupracovat specialista na podzemní stavby.

3.2 STAVBY VODOHOSPODÁŘSKÉ

Pomineme-li vodní dopravní cesty, kde užití tunelu je věcí velmi výjimečnou (kdysi se u nás uvažovalo s kanálem v tunelu u Lanškrouna na trase průplavu Labe–Odra–Dunaj), vodohospodářské stavby a podzemí mají často k sobě velmi blízko.

V dnešní době se bez velké publicity buduje ohromné množství **podzemních vedení**, která jsou ukládána do štol, protlačována, mikrotunelována a nevíme co ještě. S touto činností souvisí také rekonstrukce a sanace těch, která dosluhují (nebo už prakticky dosloužila). Jejich délka (třebaže se jedná zpravidla o tunely nebo vedení menších průřezů, nežli je tomu u tunelů dopravních) je úctyhodná, pravděpodobně větší, nežli všech ostatních tunelových děl dohromady, ale nejsou tolik „na očích“ a veřejnost o nich mnohdy ani neví.

Samostatnou kapitolou hydrotechnických staveb jsou **stavby hydroenergetické**. Ty se na rozdíl od kanalizačních a vodovodních řadů budují v intravilánu jen výjimečně. Dnes však pro jejich umístění v podzemí nemluví jen provozní důvody (jako tomu bylo třeba u Lipenské hydroelektrárny), ale stále více právě důvody ekologické. Mnoho těchto staveb je umísťováno do unikátních přírodních lokalit, chráněných území a rezervací – bez využití podzemí by jejich reali-

zace byla zcela nemožná. Kaverny podzemních hydrocentrál jsou díla, která svými rozměry a objemem výrubu patří k největším tunelářským stavbám vůbec. Přitom moderní systémy navrhování a vystrojování podzemních prostor umožňují jejich provedení i v horších geologických podmínkách.

Relativně novým a perspektivním prvkem je umísťování dalších zařízení do podzemí. Jde o **čistírny odpadních vod, akumulční nádrže, retenční nádrže dešťových vod** apod. Provedení těchto staveb v podzemí nenarušuje životní prostředí na povrchu území provozem (hluk, zápach) a je přínosem pro zachování a tvorbu krajiny. V případě akumulace dešťových vod ve městech je podzemí často i jedinou technickou možností, jak vybudovat dostatečné retenční prostory pro zachycení přívalových dešťů. Splachy z ulic a zpevněných ploch v první fázi deště jsou nejvíce znečištěné a jejich zachycení a pozdější odvedení na čistírnu umožní vyčištění před vypuštěním do recipientu.

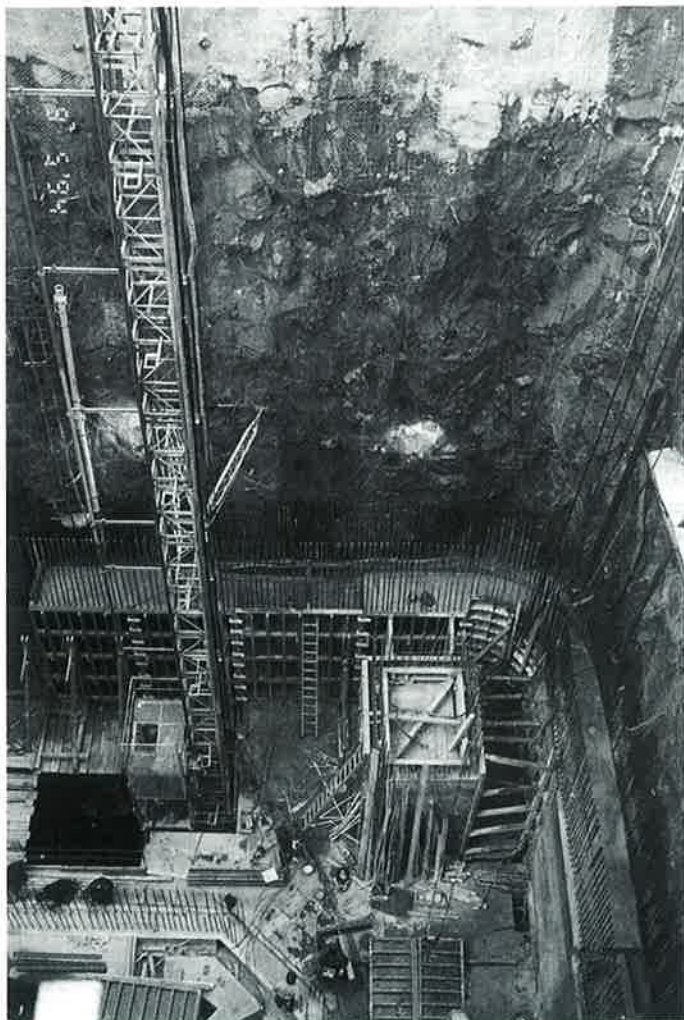
4. ZÁVĚR

Téma **Podzemní urbanismus a ekologické aspekty podzemních staveb** je nesmírně široké. Odborná veřejnost si snad obsahu tématu uvědomuje, ale širší pochopení zásad podzemního urbanismu a ekologických přínosů v tzv. laické veřejnosti i v komunálních orgánech jsou většinou nedostatečné.

Není čas mluvit o dalších nebo netradičních způsobech využití podzemí:

- zásobníky plyných i tekutých hmot
- ve Stockholmu v podzemí budovaný depozitář Národní knihovny
- plánovaná výstavba podzemní galerie v Salzburgu
- studie francouzských inženýrů na výstavbu podzemního horského hotelu ve vrcholové partii horského hřebenu u Grenoble
- využití historického podzemí (u nás např. v Táboře a v Jihlavě).

Přejme si, aby podzemní stavba vždy znamenala přínos lidem i životnímu prostředí a aby podzemní řešení bylo proto zvoleno.



Obr. 5: Realizace betonářských prací ve stavební jámě hluboké 45 m na stavbě PVE Štěchovice



Obr. 6: Architektonický výraz interieru PVE Štěchovice tvoří barva a obklad z desek GLASAL

RAZENIE TUNELA BRANISKO OD ZÁPADNÉHO PORTÁLU

ING. JOZEF FRANKOVSKÝ, BANSKÉ STAVBY, A. S. PRIEVIDZA

BRANISKO TUNNEL-DRIVING FROM THE WEST PORTAL

BRANISKO MOTORWAY TUNNEL CROSSES THE MOUNTAIN RIDGE, BEARING THE SAME NAME, IS LOCATED IN THE EASTERN PART OF SLOVAKIA. THE ARTICLE DESCRIBES THE FIRST EXPERIENCES IN DRIVING THIS TUNNEL AND THE APPLIED TECHNOLOGY. THE TUNNEL IS DRIVEN IN THE HETEROGENOUS SOFT SOILS AND HARD ROCKS USING THE NATM PRINCIPLES.

1. ÚVOD

Tunelárske práce na stavbe diaľničného tunela Branisko sa organizujú súčasne od oboch portálov. Razeniu vlastných tunelových rúr predchádza razenie prieskumnej štôlne v trase severného tunela, ktoré sa začalo v apríli 1996. V polovici októbra 1997 sa razičské osádky na prieskumnej štôlni priblížili na vzdialenosť 700 m, takže pri tempe 400 metrov/mesiac (150 m/mesiac od západu vrtnotravinovou technológiou, 250 m/mesiac od východného portálu tunelovacím strojom) by sa mali stretnúť na prerážke začiatkom decembra 1997.

Práce na razení južnej tunelovej rúry sa začali v máji roku 1997. Južnú tunelovú rúru od východného portálu razí združenie SPIŠ v zložení Uranpres, s. r. o., ŽELBA, š. p. a GEOTECHNIK, s. r. o. Spišská Nová Ves. Dodávateľom razičských prác na tuneli od západného portálu (obr. 1) a na prieskumnej štôlni od oboch portálov sú Banské stavby, a. s. Prievidza.

Výstavbu tunela ako celok zabezpečuje Združenie BRANISKO pod vedením Vodohospodárskej výstavby š. p. Bratislava, ktorého členmi okrem Banských stavieb sú Hydrostav, a. s. Bratislava, Váhostav, a. s. Žilina a Združenie Spiš.

Investorom je Slovenská správa ciest. Projekt pre stavebné povolenie vypracovalo INCO – Banské projekty, s. r. o. Bratislava. Realizačnú dokumentáciu spracováva Terraprojekt a. s. Bratislava v spolupráci s ILF Consulting Engineers. Okrem projektových prác poskytuje Terraprojekt pri výstavbe tunela Branisko aj podporu vedenia stavby zahrňujúcu poradenstvo pre razenie a vystrojenie tunela, geodetické práce, stálu geologickú službu a ďalšie expertné služby. Výkon týchto činností je zabezpečený i trvalou prítomnosťou tímu rakúskych expertov na uvedené činnosti, ktorých pre Terraprojekt poskytol ILF Innsbruck. Spolučasť odborníkov s bohatými skúsenosťami z výstavby tunelov podľa zásad novej tunelovacej metódy by mala byť zárukou spoľahlivého zvládnutia očakávaných i nepredvídateľných situácií, ktoré sa pri razení tunela môžu vyskytnúť.

2. POPIS STAVBY

Západný portál tunela Branisko (obr. 1) je situovaný v blízkosti obce Korytné v okrese Levoča. Samotný tunel Branisko prekonáva rovnomenné pohorie, ktoré tvorí prírodnú hradbú cesty prvej triedy I/18 a takisto budovanej diaľnici D-1 smerujúcej od Tatier cez Poprad, Levoču, Prešov, Košice k východnej hranici SR.

Tunel Branisko má celkovú dĺžku takmer 5 000 m, z toho razená časť 4 823. Stavba južnej tunelovej rúry je prvou etapou stavby, ktorá má byť ukončená do októbra 1999. Tunel bude spočiatku slúžiť ako obojsmerný až do doby, kým sa nevyčerpá jeho dopravná kapacita. To bol jeden z dôvodov rozhodnutia o razení prieskumnej štôlne v celej dĺžke budúceho tunela, ktorá popri účele podrobného geologického prieskumu trasy bude plniť aj funkciu únikovej cesty, kým sa nevybuduje severný tunel.

Priečný prierez tunela sa podľa horninových podmienok pohybuje od 82 do 103 m².

Pri výstavbe tunela sa aplikujú zásady Novej rakúskej tunelovacej metódy podľa ktorých sa určuje členenie čelby počas razenia, druhy a spôsoby geotechnických meraní, ako aj konštrukcie primárneho ostenia v závislosti na kvalite horninového prostredia. Z hľadiska klasifikácie hornín do tried raziteľnosti sa aplikuje rakúska norma B-2203. Z tejto klasifikácie projektant potom odvodzuje zariadenie do vystrojovacích tried. V príortálovej časti s najmenej pevnými triedami je to trieda V a VI, ďalej pokračuje trieda IV a III až po vystrojovanie v najpevnejších horninách kryštalinika v triede II. Návrh postupu razenia a konštrukcie primárneho ostenia pre jednotlivé triedy v realizačnej dokumentácii sa v určitých parametroch odlišuje od riešení navrhnutých v projekte pre povolenie stavby.

Základnými vystrojovacími prostriedkami primárneho ostenia podľa realizačnej dokumentácie sú striekaný betón hrúbky 10 až 30 cm podľa triedy výrubu, ocelová mrežovina v jednej alebo v dvoch vrstvách, cementované kotvy typu SN, zavrtávané a cementované kotvy IBO v dĺž-

ke 4 až 8 metrov. V pevnejších horninách sa použijú kratšie kotvy iného typu a to buď hydraulicky rozpínané alebo pružné kotvy typu SPLIT-SET.

Vo vystrojovacích triedach okrem triedy II sa používajú priehradové oblúkové skruže ARCUS s odstupom 0,8, resp. 1,2, 1,5 až 2,0 m v závislosti na vystrojovacej triede, pričom sa mení aj hmotnostná kategória týchto oblúkov. Pre triedy V a VI sú okrem toho navrhnuté kotvy typu IBO a SN, ktoré sa aplikujú ako predražané ihly nad stropom kaloty zabezpečujúce stabilitu stropnej časti predpolia kaloty. Pre najnepriaznivejšie triedy výrubu V a VI je zo statických dôvodov navrhnutý profil tunela so spodnou klenbou (obr. 2). Úvodná časť tunela v dĺžke 20 metrov sa razila pod ochranou 51 kusov zavrtávaných mikropilót, ktoré tvorila votknutú ochrannú klenbu nad profilom tunela. Rozsah prostriedkov vystrojenia pre jednotlivé triedy sa upresňuje a mení priamo na stavbe podľa konkrétnych podmienok vo výrube a výsledkov geotechnických meraní.

3. GEOLOGICKÁ STAVBA TRASY

Branisko ako horský masív patrí k jadrovým pohoriam Karpatskej sústavy. Jadro tohoto pohoria tvorí kryštalinikum zastúpené biotitickými paralalami, amfibolitmi, granitoidmi, migmatitmi, ktoré sú miestami, na tektonických líniah, mylonitizované. Obalové série sú zastúpené perm-skými, mezozoickými, paleogénnymi a kvartérnymi sedimentami. Z tunelárskeho hľadiska je najobtiažnejšou partiou paleogénu vo flišovom vývoji s monotónnym striedaním vrstiev ílovcov a pieskovcových lavíc. Horninové prostredie po celej dĺžke trasy tunela je poznačené intenzívnou tektonikou a prítomnosťou vody. Obedve zložky silno degradujú fyzikálno-mechanické vlastnosti hornín, voda navyše zhoršuje pracovné prostredie.

Sústredené prítoky vody v úvodnej časti tunela dosiahli výdatnosť 300 litrov za minútu. Hladina podzemnej vody sa pohybuje od 4 do 10 metrov pod povrchom a má mierny napatý charakter s výšlacnou výškou 0,1 až 0,3 metra. Vrtmi boli zistené horizonty podzemných vôd v hĺbke 14 až 16 m v predpokladanej osi tunela. Horninové prostredie, s výnimkou príortálovej časti tvorenej kvartérnymi a paleogénnymi vrstvami, je z hľadiska razenia zvolenou metódou pomerne priaznivé.

4. ÚČASTNÍCI STAVBY OD ZÁPADNÉHO PORTÁLU

Váhostav, a. s. Žilina ako jeden z členov združenia Branisko je dodávateľom stavebných prác pre zariadenie staveniska a zabezpečenie stability portálových svahov vrátane zhotovenia votknutej klenby z mikropilót nad portálom tunela. Samotné razičské práce vykonávajú Banské stavby, a. s. Prievidza. Expertné služby pri razení a vystrojovaní tunela, vrátane geologickej prognózy, geodetické a geotechnické merania zabezpečuje Terraprojekt Bratislava prostredníctvom zahraničných odborníkov z firiem ILF Innsbruck a Angermaier.

5. TECHNOLÓGIA RAZENIA

V počiatočnom úseku od západného portálu bolo vyrazených najprv prvých 50 metrov kaloty, z toho 20 m pod ochranou votknutej klenby. Potom nasledovalo razenie zostupnej etáže a spodnej klenby až po vzdialenosť od čela kaloty minimálne potrebnú pre pohyb mechanizmov. Tam sa razenie etáže zastavilo a ďalej sa pokračovalo opäť s razením kaloty.

Postup výlomových prác v čelbe kaloty je rozdelený na štyri segmenty po obvode tunela a jadrom v jeho strede, ktoré tvorí prifažovací klin čelby. Vylamované segmenty (vruby) po obvode pokračujú dvoma vrubmi od stropu klenby a končia ľavým a pravým vrubom pri pátach kaloty. Záber v príortálovej časti je určený hĺbkou 0,8 metra. Po vylomení vrubu kaloty sa upevňuje prvá vrstva ocelovej mrežoviny, postaví sa priehradová oblúková skruž ARCUS a nastrieka sa prvá vrstva striekaného betónu po celom obvode stropnej časti kaloty.

Základným mechanizmom na rozpojovanie a nakladanie v príortálovej časti tunela zo západnej strany je špeciálny báger (obr. 3) ITC 312 H-2 na pásovom podvozku s kombinovaným dieselovým a elektrohydraulickým pohonom, vybavený hydraulickým impaktorovým kladivom MONTABERT BRV 32.

V bridličnato-pieskovcovej permskej sérii a kryštalíniku sa použije vrtáco-trhavinová technológia. Na tento účel sa použije ako základný mechanizmus dvojlafetový vrtací voz Rocket Boomer 352-1838 švédskej firmy Atlac Copco, ktorý je zároveň vybavený pracovnou plošinou na teleskopickom výložníku. Ako základný mechanizmus na transport vylozenej horniny sa na začiatku stavby použili sklápačky TATRA 815 upravené z hladiska emisií spodín dieselového motora na prácu v podzemí. Ďalej sa však budú používať veľkokapacitné dumpre Komatsu s obsahom korby 14 m³.

Striekany betón sa aplikuje suchou cestou v príortálovej časti s pneumatickým transportom zmesi z povrchu, neskoršie sa bude dopravovať automixerom a na samotné striekanie sa používajú súpravy ALIVA.

Pri budovaní primárneho ostenia sa s výhodou používa samostatná pracovná plošina na teleskopickom výložníku so samohybným podvozkom LIEBHERR.

Smerové vedenie tunela sa uskutočňuje dvoma lúčmi lasera tak v kalote a tak isto dvoma lasermi pri výlome zostupnej etáže.

Konvergenencie sa snímajú a vyhodnocujú každých 10 metrov z piatich zabudovaných bodov (z toho tri v kalote, dva na zostupnej etáži).

6. ORGANIZÁCIA PRÁCE A POSTUPY

V čelbe tunela pracuje 6 pracovníkov, obsluhu na povrchu tvoria ďalší 4 pracovníci. Technický personál vedie zároveň aj práce na prieskumnej štólne od západného portálu. Smeny sa striedajú v 12-hodinových intervaloch, pracuje sa v režime nepretržitej prevádzky. Celkom na tuneli Branisko od západného portálu pracuje 42 manuálnych pracovníkov.

Pri razení v príortálovej časti aplikovanou technológiou a danými

technickými prostriedkami sa dosahovali výkony postupne od 1 do 2,5 metra denne. Akceleráciu postupov pripisujeme jednak zlepšeniu organizácie práce a zlepšeniu geologických podmienok. Po prechode na vrtáco-trhavinovú technológiu a nasadení výkonnejších nakladaco-transportných mechanizmov majú sa ďalej zvyšovať postupy na úroveň 6 až 8 metrov denne.

V polovicike októbra 1997 pokračila čelba južného tunela od západného portálu do staničenia 165 m.

7. SÚHRN POZNATKOV

Podmienky pre razenie príortálovej časti tunela sú v tom istom kvarternom a paleogénom súvrství ako v príortálovej časti prieskumnej štólne, ktorá je osovo vzdialená iba 30 m, výrazne zlepšili. Zlepšenie pripisujeme odvodneniu trasy.

Projekt primárneho ostenia sa osvedčil tak v príortálovej, ako aj v ďalšej časti tunela vo vstrojovacej triede VI. Konvergenencie, ktoré sa merajú denne potvrdzujú, že zvolené prostriedky sú postačujúce na zabezpečenie stability výrubu. Výsledky meraní konvergenencií sú známe do jednej hodiny a môžu byť promptne použité pri zmene dimenzií a postupov pri budovaní primárneho ostenia.

Súčasne nasadené mechanizmy sa ako celok technicky osvedčili, nepredstavujú však výkonové optimum. Tunelový báger, aj keď vyhovuje terajším horninovým podmienkam nie je dostatočne výkonný. Potvrzuje sa tým názor, že rozpojovanie impaktorom je vhodné viac pre príbrkové práce ako razenie v plnom profile.

Napriek tomu, že tunel Branisko je prvou stavbou tohto druhu v SR a na stavbe sa stretol nezohraný team účastníkov, stavba prebieha hladko. Pozitívne možno hodnotiť najmä transfer know how a skúseností z tunelárskeho vyspelých krajín. O tento transfer sa zaslúžil predovšetkým Terapojekt Bratislava.

Tunel Branisko je v súčasnosti najväčšou podzemnou stavbou v SR, ktorá priťahuje pozornosť nielen odbornej, ale aj laickej verejnosti. Potreba tejto stavby je tak zjavná, že ju podporujú nielen politické kruhy vládnej koalície, ale aj opozičné strany.



Obr. 1: Západný portál tunela Branisko s časťou zariadenia staveniska.



Obr. 2: V príortálovej časti tunela a vo vstrojovacej triede VI. primárne ostenie sa buduje aj v spodnej klenbe tunela.



Obr. 3: Na rozpojovanie horniny a nakladanie v úvodnej časti tunela sa používa tunelový báger vybavený impaktorom Montabert s hmotnosťou 1 250 kg, nahrnovacou lopatou a hrabľovým dopravníkom.

TENZOMETRICKÝ MĚŘICÍ SVORNÍK A JEHO POUŽITÍ V GEOMECHANICKÉM MONITORINGU

ING. RICHARD ŠŇUPÁREK CSc., ING. ZDENĚK RAMBOUSKÝ
- ÚSTAV GEONIKY AV ČR, OSTRAVA

TENSOMETRIC MEASURING ROCKBOLT IN THE GEOMECHANICAL MONITORING

THE PAPER DESCRIBES CONSTRUCTION AND TECHNICAL PARAMETERS OF MULTICHANNEL MEASURING TENSOMETRIC ROCKBOLT. TENSOMETRIC BOLTS ARE USED FOR BOLTING CONTROL AS WELL AS FOR MEASURING OF STRESS CHANGES IN ROCK MASS. THE RESULTS AND EXPERIENCE FROM MEASURING OF SEVERAL CASES IN DIFFERENT CONDITIONS ARE DISCUSSED.

Pro kontrolní měření zatížení kotevních výztužek se používá především různých typů mechanických a hydraulických dynamometrů, zpravidla umístovaných mezi podložku svorníku a povrch horniny. Jejich funkce spočívá v měření tlaku mezi podložkou a horninou a stanovení tahového zatížení tělesa svorníku u ústí vrtu. Tato měření jsou ovšem především určena pro svorníky s bodovým nebo úsekovým kotvením a nepřinášejí dostatečné informace o namáhání dnes nejpožívanějších svorníků, kotvených po celé délce.

S využitím poznatků o systému kontrolního měření svorníkové výztuže v britských dolech jsme vyvinuli nový typ vícekanálového tenzometrického měřicího svorníku pro měření napětí v několika místech po délce svorníkového tělesa.

Při konstrukci měřicího svorníku bylo použito kruhové žebírkové oceli o průměru 25 mm, ze které se běžně vyrábějí lepené svorníky. Na měřicím svorníku jsou vytvořeny po celé délce podélné drážky pro instalaci snímačů napětí a příslušných propojovacích vodičů. Na konci svorníku je umístěna cylindrická schránka pro výstupní kabel s konektorem a obvyklý závit resp. dvojhřan pro zavádění svorníku. Takto vybavený měřicí svorník se zavede do vývrtu a ukotví po celé délce pomocí ampulí se syntetickým tmelem stejným způsobem jako svorník výztužný.

Rozmístění tenzometrických snímačů po délce svorníku lze libovolně přizpůsobit např. geologické stavbě masivu. Zpravidla se však volí rovnoměrné rozmístění snímačů s krokem 0,4–0,5 m. Počet snímacích míst je omezen pouze rozměry drážky vzhledem k rozměru vodičů. Pro běžné rozměry (např. obr. 1) je maximální počet měřicích kanálů 5.

Jednotlivý snímač napětí tvoří dva tensometry, každý se dvěma vzájemně kolmými mřížkami, zapojené do úplného Wheatstonova mostu. Všechny tensometry jsou aktivní, situované a zapojené tak, aby snímač byl citlivý na axiální napětí ve svorníkovém tělese a aby vliv ostatních napětí byl potlačen. Vodiče jednotlivých snímačů jsou vyvedeny funkčně samostatně, jeden vodič je společný. Toto zapojení není náročné na spotřebu proudu a umožňuje postupné, např. cyklické měření ve všech snímačích.

Měření v požadovaném časovém intervalu se provádí buď intervalovým nebo trvalým napojením výstupního konektoru na měřicí odporový můstek s přepínáním na jednotlivá měřicí místa.

Každý měřicí svorník prochází cejchováním na laboratorním zatěžovacím lise, při kterém je zejména zjišťována převodní konstanta (osová síla na jeden digit) při prostém osovém tahu s použitým napájecím a odečítacím přístrojem. K ověření vlastnosti měřicího svorníku byl použit přístroj Strain Indicator Type 1528 fy Bruel a Kjaer. Zjištěné parametry u konkrétního svorníku jsou následující:

Měřicí rozsah	100 kN
Rozlišovací schopnost	100 N
Linearita	1,5 %
Stabilita/24 hod	2,5 %

Pro měření v plynoucích dolech je používán jiskrově bezpečný přístroj MTR 1 (VVUÚ Ostrava Radvanice), se kterým se dosáhne rozlišovací schopnosti v rozmezí 150–250 N v závislosti na mechanických parametrech svorníku. Ostatní parametry jsou přibližně stejné.

Nejprve byly tenzometrické svorníky nasazeny pro ověřování skutečného namáhání svorníkové výztuže chodeb obdélníkového průřezu v uhelném dole a to na dole ČSM ve Stonavě. Měřicí svorníky byly umístěny ve střední části stropu ve vzdálenosti 2–4 m za čelbou raženého díla. Tenzometrické snímače byly umístěny po délce svorníku s krokem 0,5 m, takže byly vzdáleny 0,5, 1, 1,5 a 2 m od okraje díla.

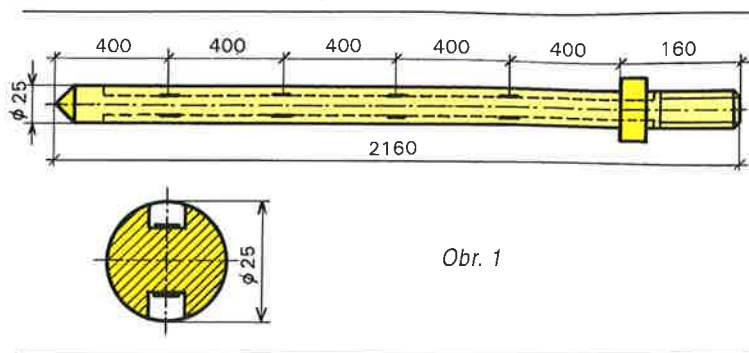
Výsledky měření v podmínkách uhelného dolu ukázaly, že svorníky kotvené po celé délce vývrtu jsou namáhány nepravidelně, v závislosti na porušování horninového masivu, především na predisponovaných plochách porušení (drobně tektonické plochy, vrstevní plochy). Maximální zatížení v jednom místě svorníku zpravidla převyšuje zatížení v ostatních měřených hloubkách cca trojnásobně. Maximální zatížení je vždy takové, v malých hloubkách do 1 m se vyskytuje i tlakové zatížení. Celková hodnota maximálního zatížení nepřesáhla u měřených svorníků hodnotu 20 % dovoleného zatížení výztužných svorníků, což vzhledem k tomu, že se jedná o první fázi zatížení (vlivem ražení vlastní chodby) odpovídá požadavkům na dimenzování výztuže.

Dobré výsledky měření, zejména odolnost tenzometrických měřicích svorníků v podmínkách náročného důlního provozu a dokonalý kontakt měřicího svorníku s horninou po celé délce vrtu, vedly k myšlence na rozšíření jejich použití z oblasti kontroly svorníkové výztuže i do oblasti sledování napěťo-deformačních změn horninového masivu. Dokonalé spojení měřicího svorníku s okolním horninovým masivem pomocí rychletuhnoucích pryskyřic a dobrá citlivost použitých tenzometrických snímačů umožňují použití těchto měřicích prvků pro velmi citlivé měření relativních napěťových změn v okolních horninách zejména v souvislosti se stabilitou podzemních výrubů. Zejména ve srovnání s nejčastěji používanými metodami měření napětí (metoda odlehčení jádra, metoda porušování stěn vrtu apod.) představují tenzometrické svorníky mnohem jednodušší a levnější metodou, určenou především pro dlouhodobá a opakovaná měření.

Tak byl měřicí svorník použit pro sledování dosahu rozrušovací trhací práce v souvislosti s opatřeními pro snížení nebezpečí důlních otřesů. Schema pokusu je uvedeno na obr. 2. Ve vrtu č. 1, orientovaném kolmo k vývrtu pro trhací práci, byl umístěn měřicí svorník, který byl změřen před a po odpalu. Výrazné trvalé změny napětí se projevíly do vzdálenosti cca 2,5 m od místa trhací práce, u vzdálenějších snímačů napětí byly změny minimální.

Rozsáhlejší použití měřicích svorníků bylo realizováno s naší spoluprací při měřeních v souvislosti s ověřováním funkce těsnících hrází v podmínkách podzemního plynového zásobníku Háje, jejichž realizátorem byla firma Ge-Mea. Horninový masiv je tvořen variskými plutonovými tělesem, reprezentovaným granity, tonality a křemennými diority. Celkem 5 měřicích svorníků bylo instalováno po obvodu chodby u vnější strany zkoušené hráze pod úhlem cca 45° k ose díla (obr. 3). Svorníky byly napojeny na automatizovanou měřicí ústřednu. Hráz pak byla opakovaně zatěžována vodou s tlaky až 130 MPa. Pro snížení průsaků byla hráza a její okolí postupně v několika fázích v průběhu měření injektována tlakovou injektáží s tlaky do 5 MPa. Celé měření probíhalo po dobu cca 7 měsíců.

SCHÉMA MĚŘÍČÍHO SVORNÍKU

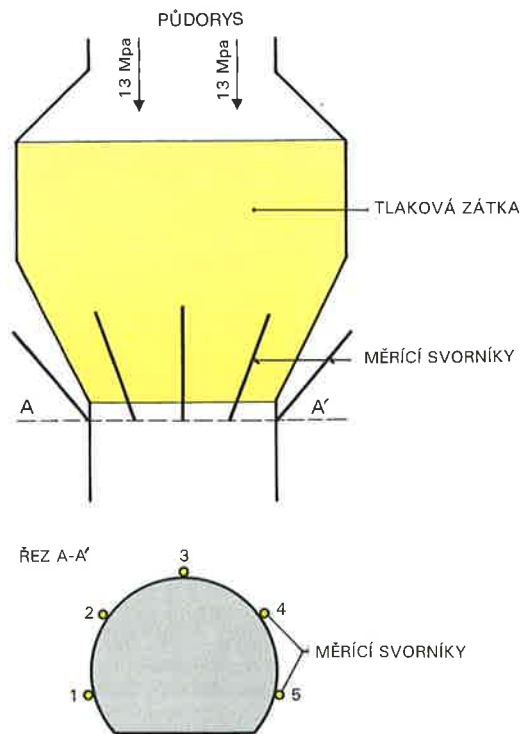


Obr. 1

Uvádíme zde příklad dílčích výsledků měření, převzatých ze zprávy o měření. (obr. 4, 5, 6, 7 – lit. 3). Ukázalo se, že měřicí svorníky nejen velmi přesně prokázaly změny napětí, vyvolané zatěžováním hráze hydraulickým tlakem, ale reagovaly i na zatěžování masivu při provádění tlakové injektáže hornin v okolí zátky. Všechny měřicí svorníky s výjimkou 1 měřicího místa, kde došlo k poruše po cca 4 měsících, byly plně funkční po celou dobu měření.

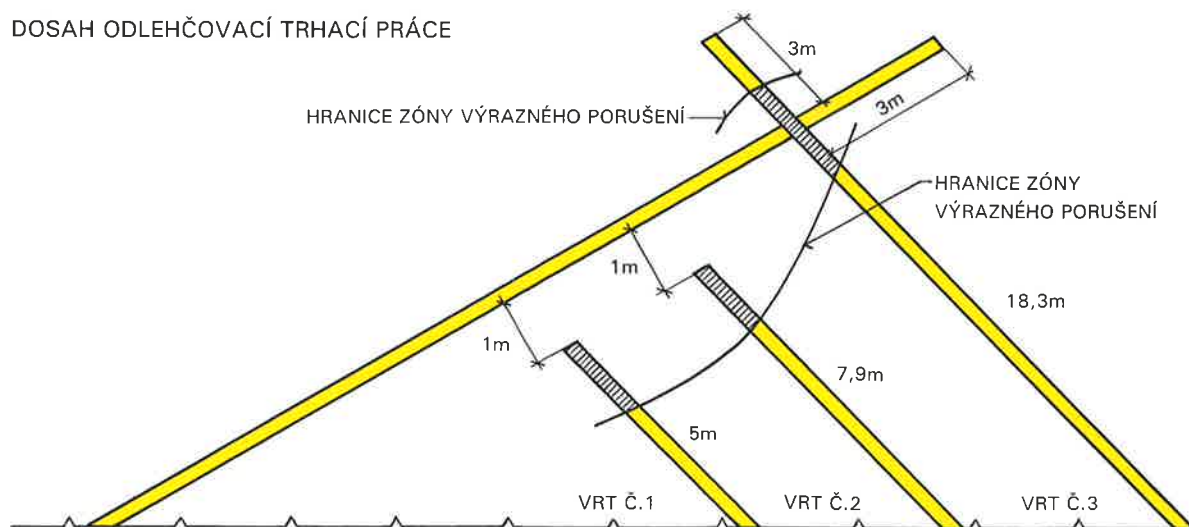
Na obr. 4 je patrné, že napětí, způsobené zatěžováním hráze, se projevilo především v okolí hlubší části svorníku (1,25 a 1,75 m). V tomto případě došlo k úplnému odlehčení masivu po snížení zatěžovacího tlaku. Podobně citlivost hlubších částí měřicího svorníku je dobře dokumentována při opakovaném tlakování zkušební zátky (obr. 5). Zde je už patrný jev, který se opakoval dosti často a to je existence určitého zbytkového napětí, které se projevilo jednak pod-

SITUACE ZKUŠEBNÍ ZÁTKY



Obr. 3

DOSAH ODLEHČOVACÍ TRHACÍ PRÁCE



Obr. 2

statně pomalejším průběhem poklesu po odstranění zatížení, jednak i určitou residuální hodnotou, převyšující hodnoty napětí před tlakováním zátky. To je dobře patrné i z obr. 6. a 7, kde se to týká především vlivů tlakové injektáže. Na těchto záznamech je současně patrná vysoká citlivost měřicích svorníků vzhledem k podstatně menšímu tlakovému zatížení masivu vlivem těsnící injektáže.

Kvantitativní vyhodnocení naměřených výsledků z hlediska absolutních hodnot změn napětí v masivu je poměrně obtížné, protože musí brát v úvahu situování svorníků a jejich měřicích míst ve vztahu k deformacím výrubu (což souvisí se zákonitostmi zatěžování výztužných svorníků po jejich délce) a rovněž vlastnosti vytvrzeného tmele, tvořícího spojovací materiál mezi ocelovou svorníkovou tyčí a horninovou stěnou vrtu. Nicméně tato nevýhoda, která je ostatně předmětem dalšího intenzivního výzkumu autorů, se neprojevuje při sledování relativních změn napětí v masivu, především při geomechanickém monitoringu pro stabilitní sledování podzemních výrubů apod.

Závěrem lze shrnout, že měřicí tenzometrický svorník představuje velmi užitečný měřicí prvek, který se vyznačuje vysokou přesnos-

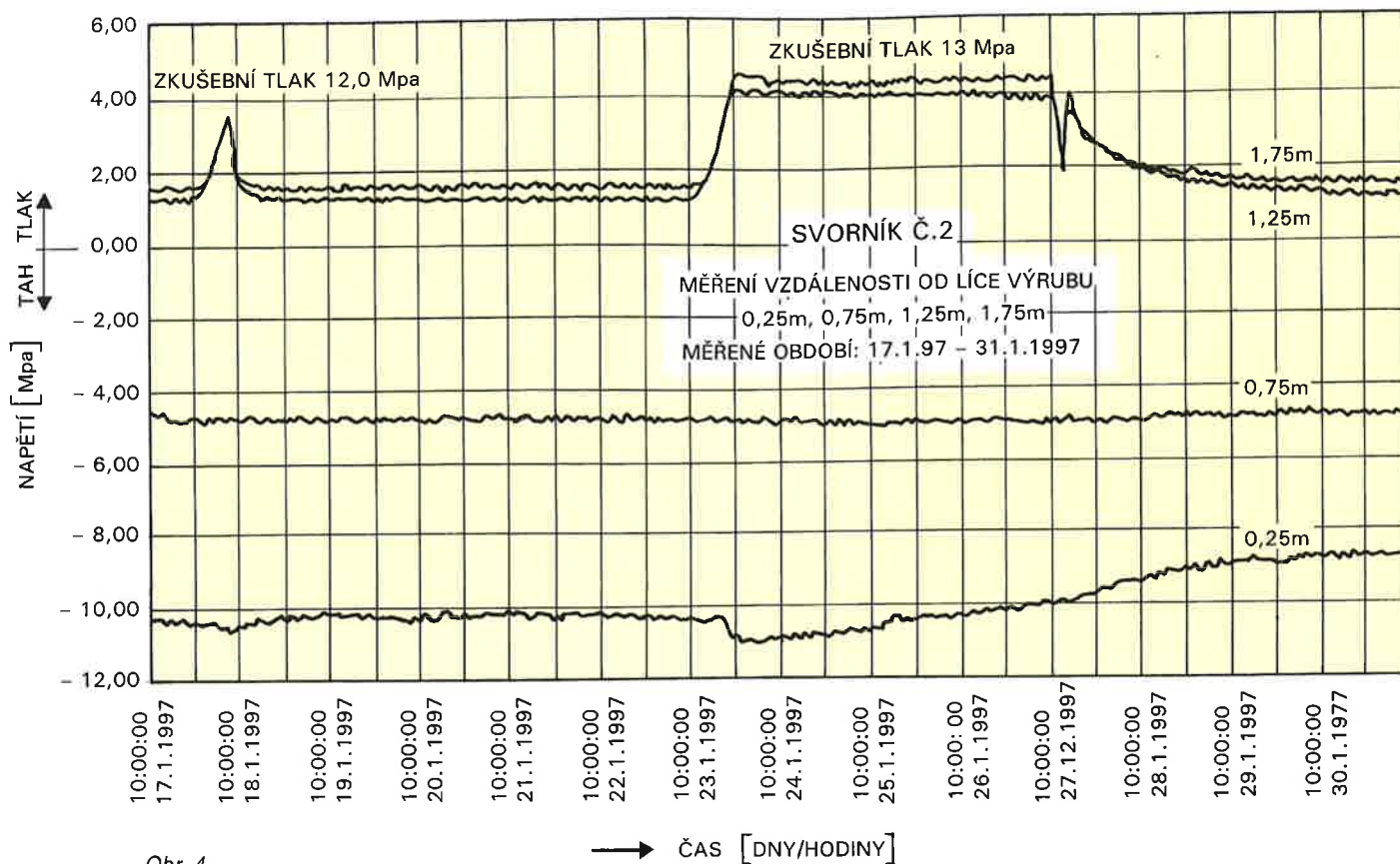
tí a stabilitou a značnou odolností proti nepříznivým provozním vlivům. Kromě použití pro kontrolu namáhání svorníkové výztuže, zejména v souvislosti s ověřováním výpočtového namáhání výztuže a způsobu jejího dimenzování, nalezne tento měřicí prvek rozsáhlé použití při sledování relativních změn napětí v horninovém masivu zejména pro stabilitní měření v blízkosti podzemních výrubů. Předpokládáme, že se uplatní při dlouhodobém geomechanickém monitoringu při stavbě tunelů, podzemních úložišť apod., kde se plně projevuje jeho technické a ekonomické výhody.

LITERATURA:

1. The support of mine roadways by rockbolts British Coal Code of Practice, 1991
2. Drzezla B., Gluch P., Glab P.: Kontrola i pomiary obudowy kotwiovej Sborník konf. Geotechnika 96 Ostrava str. 182-184.
3. Pacovský J.: Podzemní zásobník plynu Háje – Napjatostní a teplotní měření provedená na zkušební zátce ze stříkaného drátobetonu.

MĚŘENÍ NAPĚTÍ V HORNINOVÉM MASIVU V BLÍZKOSTI VZDUŠNÉ STRANY TĚLESA ZÁTKY
 PODZEMNÍ ZÁSOBNÍK PLYNU HÁJE

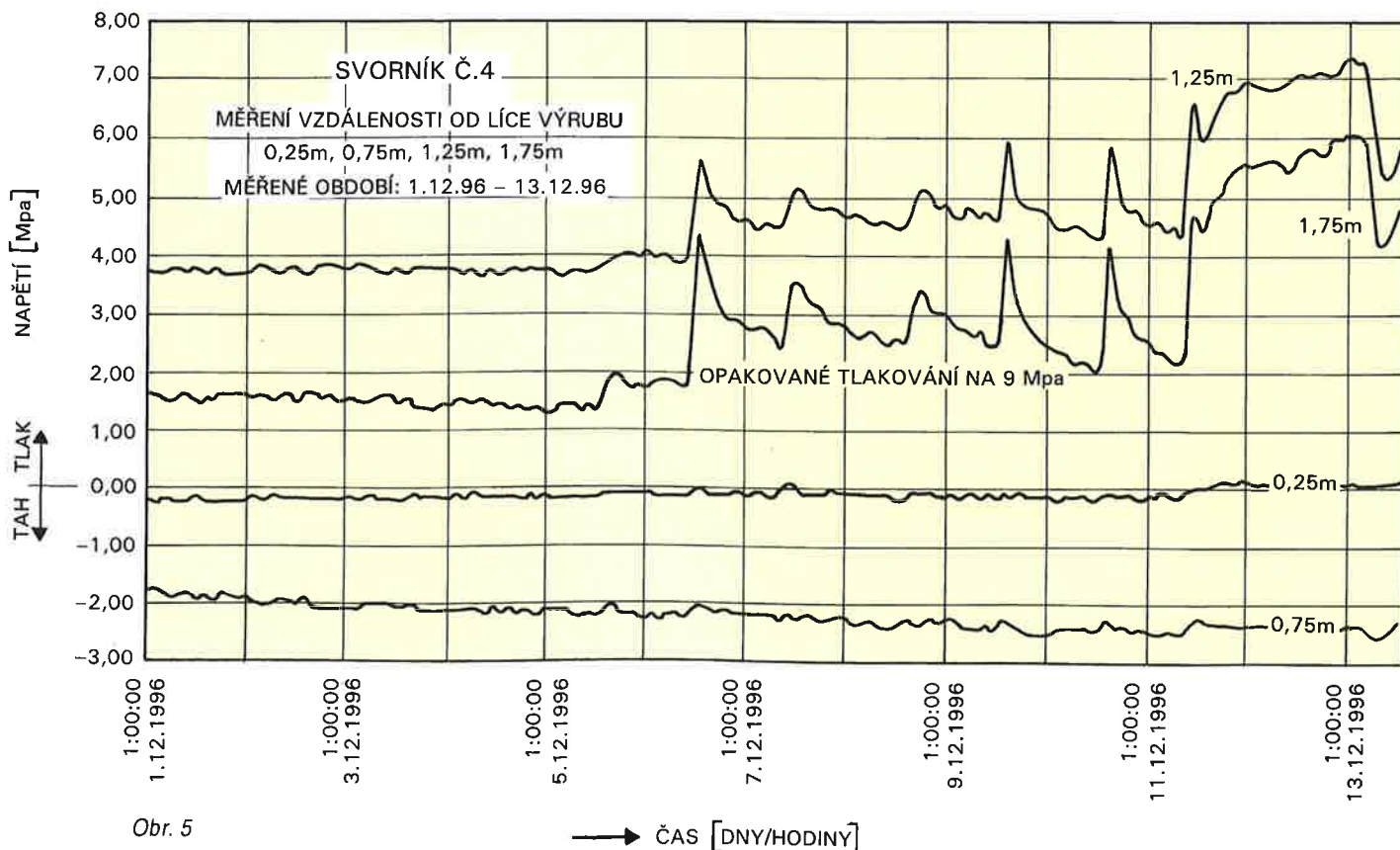
GRAF Č.137



Obr. 4

MĚŘENÉ NAPĚTÍ V HORNINOVÉM MASIVU V BLÍZKOSTI VZDUŠNÉ STRANY TĚLESA ZÁTKY
 PODZEMNÍ ZÁSOBNÍK PLYNU HÁJE

GRAF Č.125

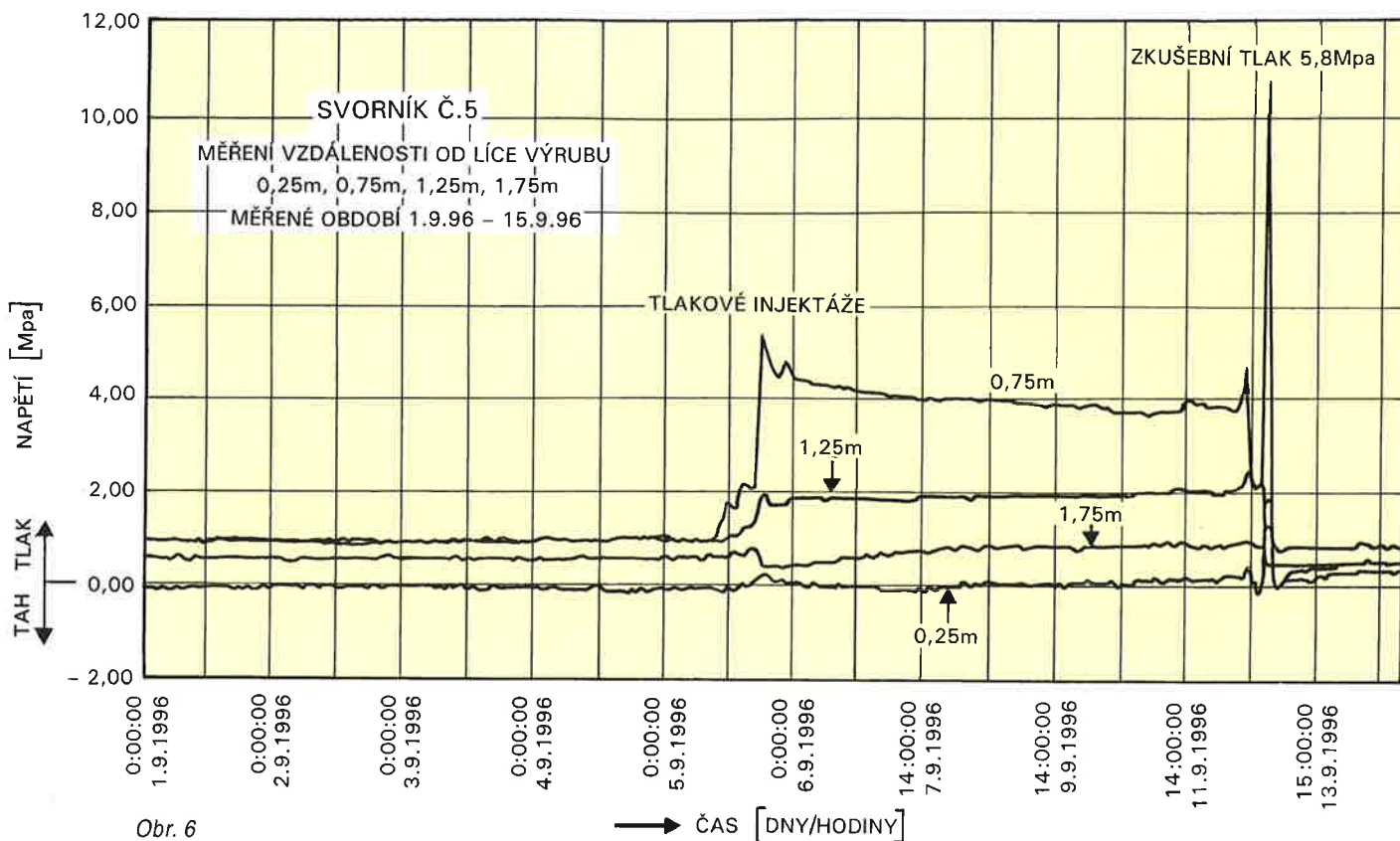


Obr. 5

MĚŘENÍ NAPĚTÍ V HORNINOVÉM MASIVU V BLÍZKOSTI VZDUŠNÉ STRANY TĚLESA ZÁTKY

PODZEMNÍ ZÁSOBNÍK PLYNU HÁJE

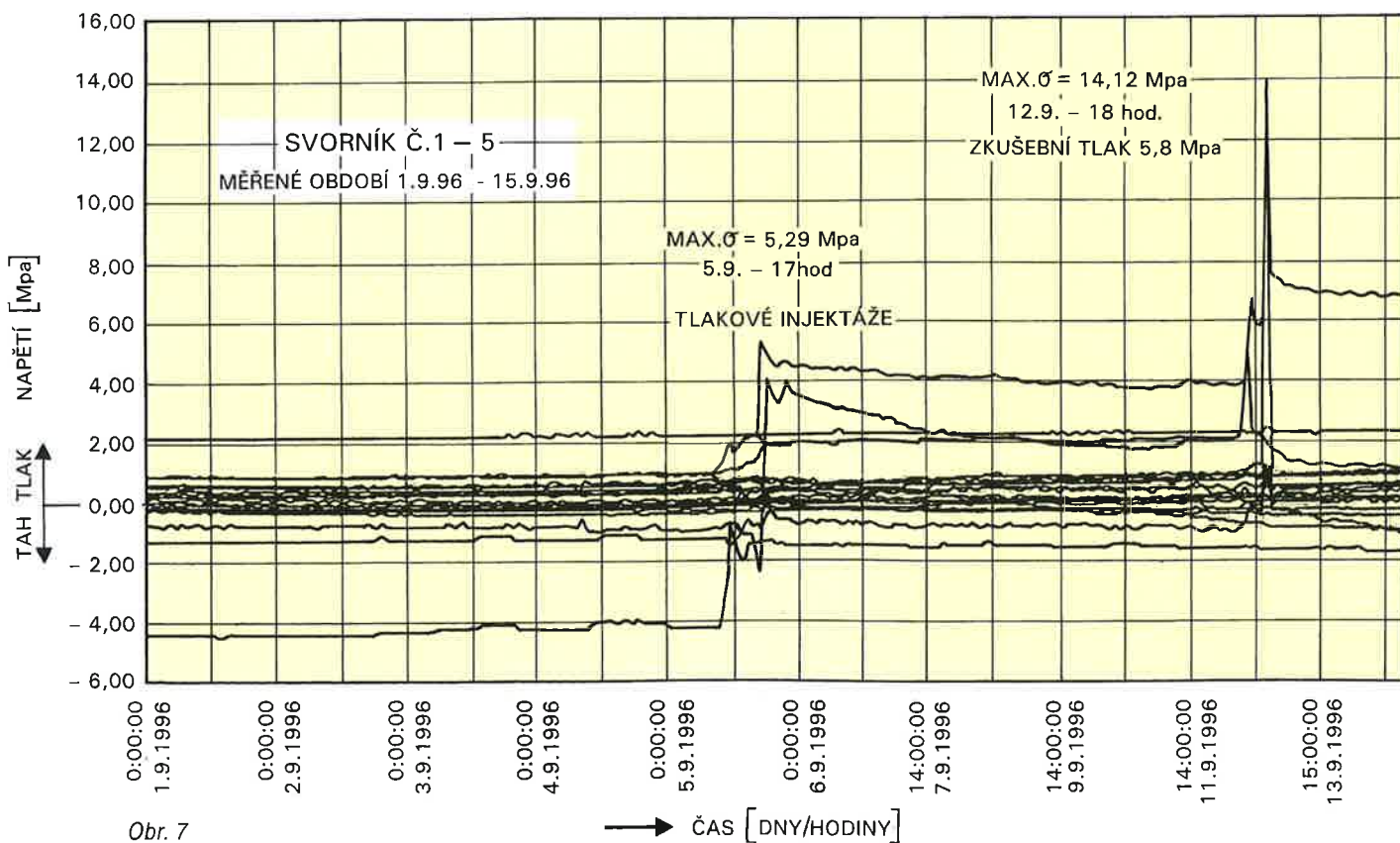
GRAF Č.84



MĚŘENÍ NAPĚTÍ V HORNINOVÉM MASIVU V BLÍZKOSTI VZDUŠNÉ STRANY TĚLESA ZÁTKY

PODZEMNÍ ZÁSOBNÍK PLYNU HÁJE

GRAF Č.85



LASEROVÁ TECHNIKA PŘI POKLÁDCE POTRUBÍ A PŘI ŘÍZENÍ TUNELOVACÍCH STROJŮ

DOC. ING. MILAN KAŠPAR, CSc., ČVUT FAKULTA STAVEBNÍ
DOC. ING. VĚRA VOŠTOVÁ, CSc., ČVUT FAKULTA STROJNÍ

LASER TECHNIQUES PIPE PUTTING AND TUNNELING MACHINES CONTROL

MODERN LASER TECHNIQUES ARE USED VERY OFTEN FOR CONSTRUCTION OF ENGINEERING NETWORKS, NAMELY SEWERAGE, WATER SUPPLY AND STEAM PIPELINES, FOR MONITORING OF PIPEJACKING SETS AND CONTROL OF TUNNELING MACHINES AND FOR DRIVING OF COLLECTORS. THE SETTING OUT LASERS AND PIPELASERS ARE THE MOST COMMONLY USED. WE WILL POINT OUT THE LATEST NOVELTIES OF THIS BRANCHE AND ELABORATION OF CORRESPONDING TECHNOLOGICAL METHODS.

1. ÚVOD

Uplatňování laserové techniky při pokládce potrubí a při řízení protlačovacích souprav a tunelovacích razicích mechanismů předpokládá moderní přístrojové vybavení a vypracování odpovídajících technologických postupů [1].

Chceme upozornit na některé technologie, které si dnes bez laserové techniky nedovedeme představit, a které se díky této technice stávají ekonomicky atraktivní, zkracují vlastní technologický postup při snížení počtu kvalifikovaných pracovníků.

Uvedeme technické parametry nejnovějších automatických diodových přístrojů pro pokládku potrubí a pro řízení tunelovacích strojů. Současně se zmíníme o konkrétním uplatnění laserové techniky na některých provozních závodech.

2. SOUČASNÝ SVĚTOVÝ TREND V MALOVÝKONOVÉ LASEROVÉ TECHNICI

Poslední světový trend v oblasti laserové techniky, uplatňující se ve stavebnictví, směřoval jednoznačně od trubicových HeNe laserů k diodám v neviditelném a při pokládce potrubí a při řízení tunelovacích strojů převážně viditelném spektru záření [2], [3]. Potvrdily to i poslední mezinárodní výstavy: BAUMA 95, Brno 96 a 97 a INTERMAT Paříž 97.

Tento světový trend umožnil miniaturizovat laserová zařízení s podstatně sníženými nároky na zdroj elektrického proudu (zdrojová část je tvořena nabíjecími články, jež jsou součástí vlastního zařízení s vývodem pro připojení k nabíječce). Nižší výkony zdrojů záření dovolují zařadit tyto přístroje do nižších bezpečnostních tříd podle mezinárodní normy IEC 825 a tím provzní bezpečnostní opatření pro práci s lasery jsou jednodušší a nevyžadují další opatření.

Používané diody vysílají ve viditelném spektru záření a vykazují lepší vlastnosti než HeNe laserové trubice. Jsou též odolnější při přepravě i při vlastním provozním měření. Mohou být doplněny detekčními systémy pro zvýšení přesnosti a dosahu měřicí soupravy. Vizualní terče lze umístit přímo v koncové rouře protlačovaného potrubí.

Největší pokrok byl zaznamenán u laserových souprav určených k pokládce potrubí a při řízení razicích a tunelovacích strojů. Soupravy označované jako „Kanalaulaser“ či „Pipelaser“ se uplatňují při výstavbě inženýrských sítí, především kanalizačních, vodovodních a parovodních, pro ukládání potrubí, pro řízení štítů protlačovacích souprav, při ražbě tunelů a kolektorů a podobných staveb liniového charakteru. Novinky v této přístrojové oblasti umožnily miniaturizovat měřicí zařízení pro průměry trub již od 120 mm. Zde má jistě svůj světový primát švýcarská firma AMMANN LASERTECHNIK, která již na výstavě BAUMA 92 předvedla jako novinku **automatický diodový laser AS 170 a AS 175** se světovými parametry.

Zdroje laserového záření jsou vybaveny systémem elektronických libel zajišťujícími vodorovnou, resp. mírně skloněnou záměrnou přímkou s přesně nastaveným sklonem. Podle klasifikace je řadíme do vytyčovací laserů. Patří sem i klasické vytyčovací lasery např. vyráběné v dřívějších letech firmou TESLA Praha typy TKG 205, TKG 206 a TKG 208 a **liniový laser HeNe** MEOPTA Přerov nebo ZEISS Jena LFG-1, dále vy-

tyčovací lasery americké firmy SPECTRA PHYSICS LT **Transit-Lite**, některé z nich jsou označovány jako tunelové, např. **Model 884 T Transit-Lite** téže firmy a např. **Lodestar** americké firmy LASER ALIGNMENT, nebo **T-810** švédské firmy AMA LASER SYSTEMS, nebo **ES 120-dülni**, německé firmy EMUNDS STAUDINGER (viz. tab. 1), nebo **Alignment Laser 030/007 a 037 C** švýcarské firmy STOLZ-LEICA [5].

Dnes mezi ně řadíme nejmodernější laserové systémy pro pokládku potrubí tzv. potrubní lasery. Zahraniční firmy (švýcarské, německé, americké, japonské či švédské) jich vyrábí řadu typů. Jejich přehled s uvedením hlavních technických údajů je uveden v tab. 1. Některé z těchto přístrojů vyzařují kromě hlavního svazku i kolmý svazek nahoru i dolů – (náhrada optické olovnice). Mohou být doplněny o automatické vyhledávání středu svazku. Systém nastavení „i druhý den“ umožňuje nastavit laserovou soupravu do stejného místa jako předchozí den. Díky paměti používaného počítače zůstanou v přístroji nastavena data z předchozího dne.

Důležitým ochranným prvkem těchto přístrojů je systém AUTOCONTROL, zajišťující neproměnnou polohu přístroje v průběhu celého měření. Tento kontrolní systém upozorní na nežádoucí změnu polohy přístroje nepovolanou osobou a přinutí obsluhu, která nemusí být trvale u měřicí soupravy, k přezkoušení nastavených hodnot na displeji.

V současné době většina světových výrobců nabízí tyto laserové soupravy pro pokládku potrubí již s diodovým laserem ve viditelném spektru. Zajímavou novinkou z roku 1996 je náhrada červeného svazku (vlnová délka 633 nm) zeleným (vlnová délka 532 nm). Jedná se o přístroj **TOPCON TP-L3G (obr. 1)**. Další zkušenosti s provozem tohoto zařízení ukáže, zda změna barvy je podstatnou předností při určování dosahu a přesnosti vlastního zařízení.

Mezi další novinky lze počítat dálkové ovládání soupravy. Dosavadní kabelový způsob dálkového ovládání (většinou pouze posunu vysílaného svazku v příčném směru) ze vzdálenosti cca 20 m byl nahrazen infračerveným systémem dálkového ovládání na vzdálenost do 150 až 200 m.

Diodový laser AS 160 (obr. 2) švýcarské firmy AMMANN LASERTECHNIK s miniaturním rozměrem je zjednodušenou verzí osvědčeného diodového laseru **AS 170 a AS 175** uvedeného jako novinka na předchozí výstavě BAUMA 92.

Diodový laser Beam Aligner 5 700 americké firmy LASER ALIGNMENT má infračervené dálkové ovládání s patentovaným systémem automatického vyhledávání středu terče.

Novinkou japonské firmy SOKKIA byl v roce 1996 **diodový laser SPL 200**.

Diodový laser Dialgrade 1255 s dálkovým ovládním až do 250 m dodává americká firma SPECTRA PHYSICS. Vykazuje unikátní způsob nastavení i druhý den a vysoký HiPower (TM) výkon laseru (3,0 mW s dosahem 150 m i za slunečního počasí).

K zajímavým doplňkům geodetických přístrojů (teodolit, nivelační a prozačovací přístroj) náleží **diodové laserové nástavce**, např. **DL-3** švýcarské firmy LEICA. Jednoduchým způsobem lze pomocí nich získat laserové ekvivalenty [1].

Novinkou roku 1996 je digitální laserový teodolit typ **DT-110 L** firmy TOPCON (obr. 3). Jiný elektronický laserový teodolit **LDT 5S** nabízí firma SOKKIA. Tyto laserové teodolity se dají dobře využít při řízení tunelovacích strojů.



Obr. 1: Automatický diodový laser TP-L2G japonské firmy TOPCON



Obr. 2: Automatický diodový laser AS 160 švýcarské firmy AMMANN LASERTECHNIK (novinka BAUMA 95)



Obr. 3: Digitální laserový teodolit typ DT-110 L japonské firmy TOPCON

3. VÝSTAVBA INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ A ŘÍZENÍ PROTLAČOVACÍCH SOUPRAV

Laserovou záměrnou přímkou – laseralignment – ve vodorovné a mírně skloněné poloze lze využít při výstavbě inženýrských sítí, především kanalizačních, vodovodních a parovodních, pro ukládání potrubí v kolektorech, pro řízení protlačovacích souprav, pro použití při stavbě tunelů a kolektorů báňským způsobem a podobných staveb liniového charakteru [1].

Dosavadní klasické způsoby vytyčení pokládaného potrubí nebo řízení razičích a tunelovacích strojů s následnou kontrolou polohy jsou časově značně náročné a vyžadují trvalou přítomnost odborníka – geodeta. Při nasazení laserové techniky lze, po orientaci laserové soupravy v projektovaném sklonu a směru, v každém časovém okamžiku podle viditelné laserové záměrné přímký stanovit přesnou polohu projektovaného díla a dříve zkorigovat nesprávné odchylky (důležité např. při nastavení korekční protlačovací soupravy).

Od laserové techniky se vyžaduje automatické urovňování do vodorovné polohy v podélném, eventuálně příčném směru, možnost jemného nastavení sklonu (nejlépe s datovou pamětí posledně nastavených údajů), možnost stranového nastavení směru svazku s dálkovým ovládním. Zcela vodotěsný přístroj (proti tlakové vlně do sloupce vody 2 m) by měl pracovat ve viditelné části spektra s dosahem minimálně 100 m a umožňovat vložení do roury již od průměru 150 mm. Napájení elektrickým proudem by mělo být buď z externího zdroje mimo přístroj, nebo lépe z interního zdroje s možností dobíjení. Přesnost nastavení sklonu by neměla přesáhnout hodnotu 5 mm na 100 m.

Klasické konvenční způsoby řízení pokládky potrubí vyžadují podélná vodítka, profilové šablony – kříže, které jsou často těžkopádné a mohou být poškozeny stavebními stroji. Při ukládání potrubí pomocí laseru tyto pomůcky nejsou zapotřebí. Laser lze použít tam, kde terénní podmínky brání použití klasické techniky, např. v bažinatých nebo zamokřených půdách.

Postup práce při pokládce potrubí spočívá v tom, že laserový přístroj se umístí do startovací šachty a provede se jeho orientace do projektovaného směru a sklonu. Laserový svazek směřuje do další šachty, kde je umístěn detekční terč. Postup řízení protlačovacích souprav pomocí detekčních terčů TM_1 a TM_2 s orientací pomocí olovnic O_1 a O_2 je na obr. 4. V položeném potrubí lze provést kontrolu polohy hotové sekce terčem TK.

Kontrola neproměnné polohy přístroje byla dříve zajištěna kontrolními terči T_1 , T_2 . V současné době to umožňuje systém AUTOCNTROL. Správnost nastavení sklonu (spádu) je zajištěna mikroprocesorem přístroje s datovou pamětí pro uchování posledně nastavených hodnot.

Řízení touto laserovou technikou zkracuje dobu potřebnou k této práci. Ukázalo se, že za stejnou dobu lze položit až o 30 % více potrubí. Snižují se materiálové náklady. Laser pro pokládku potrubí je přesnější, než klasické metody (přesnější než ± 10 mm na 100 mm), výkop rýh může být proto omezen na minimální šířku a hloubku. Bylo prokázáno, že asi 15 % materiálových nákladů lze ušetřit, protože laser zabrání bagru těžit nadměrnou kubaturu. Snižují se náklady na práci. Zavedením nové technologie s využitím laseru se snižuje počet pracovníků vzhledem ke klasické technologii. Není třeba tolik pažit, protože celá pokládka probíhá v omezeném prostoru a bezpečnost je zajištěna tím, že zásyp výkopu lze provádět téměř bezprostředně po pokládce.

Viditelný laserový svazek působí jako stálá kontrola během výstavby. Projektovanou osu lze tedy porovnat se skutečným stavem.

Ekonomická úspora při nasazení automatických laserových přístrojů spočívá ve zvýšené rychlosti pracovního postupu a v dosažené vyšší přesnosti a tím i ve zvýšení efektivity výkopových a razičích prací (snížení nadvýrubu či nadvýkonu). Pořizovací náklady na celé zařízení se v krátké době vracejí.

Ukázka nasazení diodového laseru AS 175 firmy AMMANN LASER-TECHNIK ve štolě kanalizačního sběrače v Praze-Tróji – VODNÍ STAVBY Praha je na obr. 5.

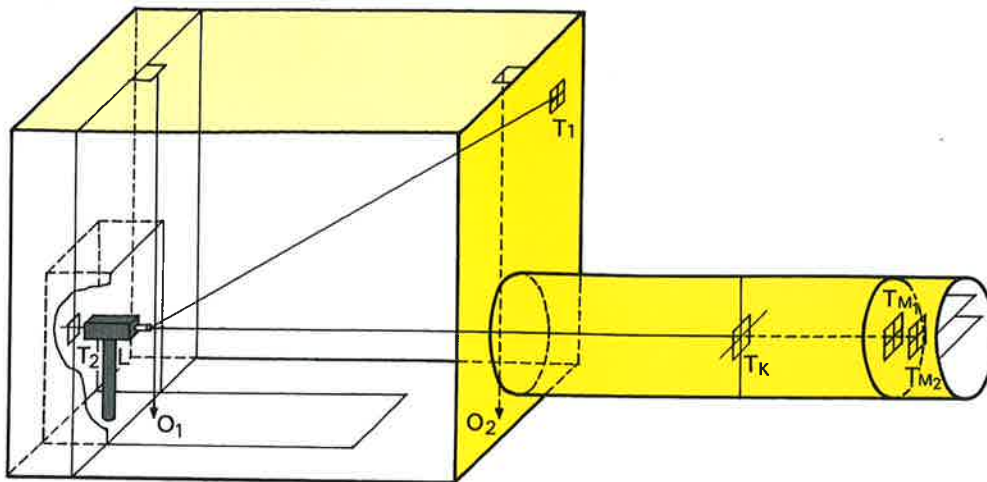
4. VÝSTAVBA TUNELŮ

Tunelová výstavba v ČR se netýká pouze výstavby silničních a železničních tunelů, ale také sem patří tunely metra, jehož provoz na 1. úseku trasy C byl zahájen v květnu 1974 a dosud poslední úsek trasy B byl předán veřejnosti v listopadu 1994, a dále výstavba kolektorů, kanalizačních sběračů apod., tzn. tunelů o menším průřezu než je 16 m^2 – štol.

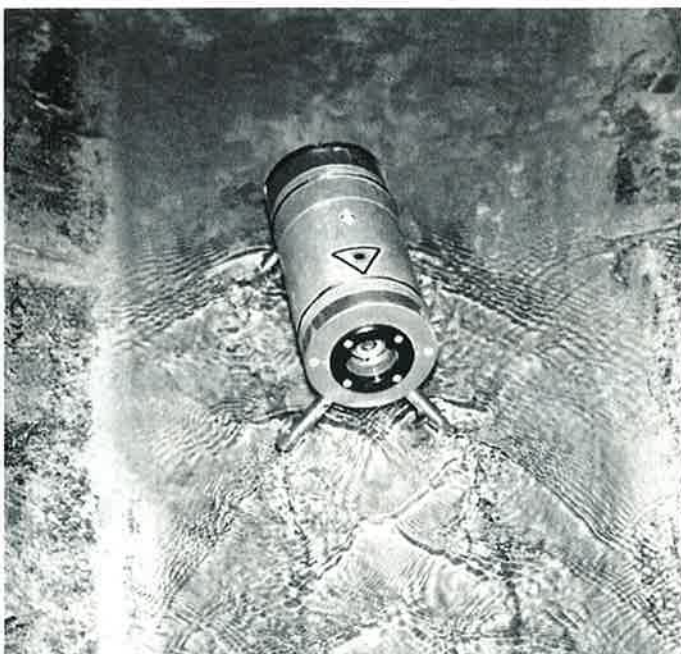
Tunely mohou být provedeny jako ražené nebo hloubené, a to na základě inženýrského geologického průzkumu podél celé liniové stavby. Z hlediska využití laserové techniky při řízení strojů se budeme zabývat tunely raženými. Existuje několik technologií, kterých lze pro tuto výstavbu použít [9].

V podstatě lze říci, že rozeznáváme klasické a moderní tunelovací soustavy. Vzhledem k tomu, že klasické soustavy používají výlučně jako provizorní výstroj dřevo a je pro ně charakteristické otevírání plného výlomu pomocí částečných výrubů, nelze použít výkonnou mechanizaci z toho důvodu, že tunelový průřez není volný pro průjezd. Laserovou techniku lze v tomto případě použít pouze k proměření hotového díla.

Aby bylo možno výkonnou mechanizaci použít, je třeba hustou výdřev-



Obr. 4: Princip řízení protlačovacích souprav (schema)



Obr. 5: Nasazení diodového laseru AS 175 švýcarské firmy AMMANN LASERTECHNIK ve štole kanalizačního sběrače v Praze-Tróji VODNÍ STAVBY Praha



Obr. 6: Razicí stroj s výložníkovou frézou

vu, která zatarasovala tunelový průřez, nahradit samonosnou výstrojí (např. ocelové skruže, kotvy apod.).

Moderní tunelovací metody rozlišují ražení tunelů plným průřezem nebo členěným průřezem.

Většina tunelů v pevných skalních horninách se razí plným profilem, kdy rozpojování na čele výrubu se děje pomocí odstřelu.

Tam, kde hornina podél liniové stavby není dostatečně pevná a čelo výrubu by nemělo dostatečnou stabilitu, je třeba razit tunel tzv. průřezem členěným. Pokud se jednotlivé stupně čela odstřelují, není třeba žádných speciálních tunelovacích strojů ani jejich řízení laserem.

Jak jsme se mohli dočíst např. v časopisu *Tunel* 27/96 č. 2 [10], prakticky od roku 1962 se používá technologie NRTM („Nová rakouská tunelovací metoda“), která je reprezentantem teorií, upřednostňujících význam nosnosti horninového prostředí. Staticky se tedy tunel považuje za silnostěnnou rouru sestávající z horniny okolo výrubu a vnitřního ostění.

U této metody je možné na rozpojení čela použít jak vrtací a trhací technologii v tvrdých horninách, tak i razících strojů.

Razicí stroje jsou určeny k beztrhavinovému ražení štol a tunelů ve skalních horninách. Mohou razit stolu nebo tunel buď plným záběrem na čele výrubu, se stupňovitým záběrem, a nebo s částečným záběrem.

Razicí stroje s plným záběrem se používají při ražení pouze kruhových průřezů. Jsou to stroje, které jedním pracovním úkonem zhotoví celý tunelový profil. Hornina je rozpojována frézou rotující kolem osy, která se shoduje s osou budoucího díla.

Razicí stroje se stupňovitým rozšiřováním čela výrubu nejprve razí plným profilem směrovou stolu v ose tunelu, kterou pak následně zvětšují frézy dalších strojů na kruhový definitivní průřez.

Razicí stroje s částečným záběrem jsou opatřeny tzv. výložníkovou frézou, která po částech zpracovává celý výrub – obr. 6.

Zde se již uplatňuje elektrooptické vedení a proměrování osy tunelu pomocí např. elektronického laserteodolitu se samonaváděcím zařízením nebo tzv. elektronické totální motorizované stanice vybavené laserem a elektronickými sklonoměry. Na obr. 7 je teodolit LEICA T 460D v kombinaci s laserovým dálkoměrem LEICA DISTO. Tato zařízení umožňují samozřejmě ve spojení s počítačem a dalším příslušenstvím určit nejen přesnou polohu aktivního členu, který je umístěn na výložníku frézy v prostoru tunelu, ale i vydat signál k příslušné opravě vůči předem naprogramovanému směru a následně i obsluha stroje může pozorovat na displeji, kde se právě fréza nachází – obr. 9. V podstatě se hlídá kromě směru tunelu také přesnost provedení výrubu tzn. s co nejmenším přeřubem. Jestliže svítí na displeji zelené světlo, pracuje fréza uvnitř profilu, při modrém světle se blíží k teoretickému obrysu a při červeném je již nutno pohyb korigovat, protože to signalizuje, že fréza je mimo profil potřebného výrubu. Sledování je možné i v obloucích, a to do té doby, dokud je vizuální spojení mezi strojem a teodolitem.

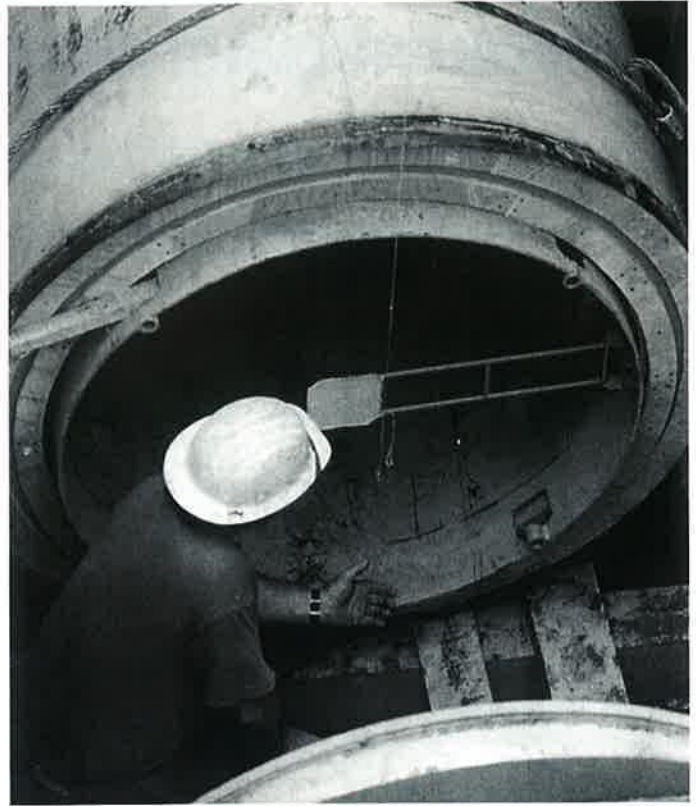
Ražení štol a tunelů v nesoudržných zeminách je nutné provádět tzv. štítováním. Tunelovací štít je v podstatě ocelový plášť (roura), pod jehož ochranou probíhají veškeré technologické operace od rozpojování zeminy v jeho přední části až po montáž ostění v koncové části štítu. Celý štít je posouván do záběru tlakem hydraulických lisů, které se opírají o hotové ostění. Rozlišujeme štíty nemechanizované a mechanizované. Ty se liší způsobem rozpojování zeminy. U nemechanizovaných štítů se používá k rozpojování malá mechanizace, mechanizované štíty jsou na přední části vybaveny rozpojovacími zařízeními, které je tvořeno buď rypadlovým

Tabulka 1. Technické údaje laserové techniky pro pokládku potrubí a řízení razicích strojů

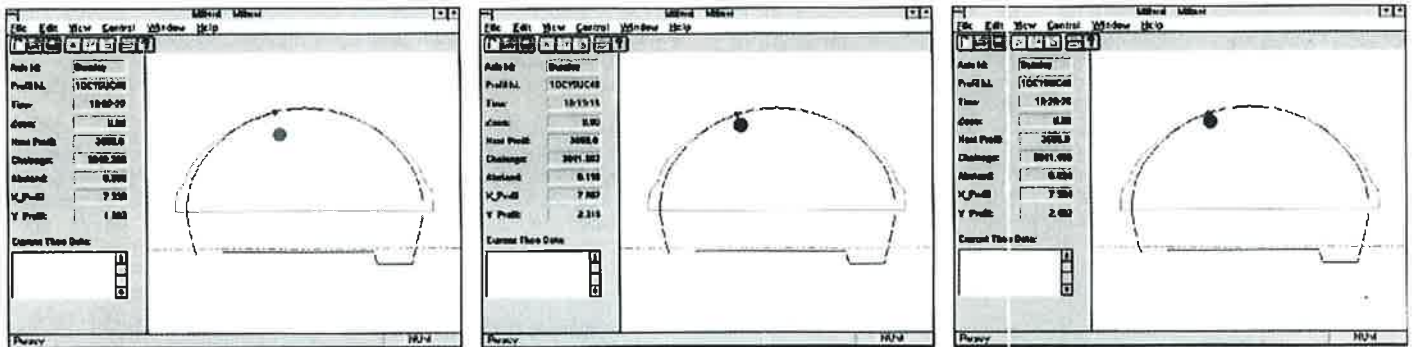
Typ; výrobce/prodejce; země	Druh zdroje záření výkon [mW], I [nm] IEC 825 bezpečnostní třída	Rozsah sklonu – RS [%] Automat. urovnání – AU [%]	Rozeř [mm], Ø – průměr V – výška Š – šířka D – délka	Hmotnost [kg]	Zvláštní vlastnosti Příslušenství
1	2	3	4	5	6
Agomat VI 98 AGL BAU-LASER Germany	dióda, V, 1,2/3,0 $\lambda = 633-635$ 3A	RS – 15 až + 40 AU ± 12	Ø 138 x 285 (D)	5,8	Dosah 300 m Dálkové ovládání radiové Detektor (Ø 111 mm, V = 58 mm) Přesnost 0,5–1,5 mm
Gradelight VLD 2000 AGL Corp USA	dióda, V $\lambda = 635$ nm	RS – 10 až + 40 AU ± 10	D = 220 x Ø 132	4,4	Dálkové IČ ovládání
AC 1 AMA LASER SYSTEMS Sweden	dióda, V, 1 mW IEC 825 – třída 2	RS – 10 až + 40 AU $\pm 10^\circ$ ($\pm 7,5$ mm/100 m)	D = 260	5,0	Dálkové IČ ovládání
SL - 87 Combi AMA LASER SYSTEMS Sweden	HeNe laser 1,0 až 1,4 $\lambda = 632$ nm	RS hlavice – 10 až + 20 AU ve směru hlavice – 15 až + 25 (22°) kolmo k hlavici ± 13 (15°)	Ø 140 D = 254	4,5	Dosah 300 m
Univerzální jako potrubní laser – AU ve směru hlavice; jako rozmitací laser – AU ve směru hlavice a kolmo k hlavici					
Tunelový laser T-810 AMA LASER SYSTEMS Sweden	HeNe laser 1,5 mW $\lambda = 632$ nm	RS ± 100 příčně ± 36	230 (V)x240(Š)x240(D)	6,9	Metoda alignment, pod zemí dosah 600 m, spojený s držákem
AS 160 AMMANN LASERTECHNIK Switzerland	dióda, V, 1 mW $\lambda = 635$ IEC 825 – třída 2	RS – 15 až + 40 AU – 10 až + 30 v podélné ose	Ø 116, D = 260 Nasazení od Ø 120 mm	4,5	Autocontrol Provozní doba 14 hod. Stranový posun ± 6 m/100 m
AS 170/R, 175/R AMMANN LASERTECHNIK Switzerland	dióda, V, 1 mW $\lambda = 635$ IEC 825 – třída 2	RS – 15 až + 40 AU – 10 až + 30 v podélné ose ± 3 v příčné ose jen AS 175	Ø 116, D = 260 Nasazení od Ø 120 mm	4,5	Dálkové IČ ovládání, Autocontrol Provozní doba 14 hod. Stranový posun ± 6 m/100 m
ES 120 důlní EMUNDS STAUDINGER GERMANY	dióda max. 2 mW $\lambda = 650$ (635) nm	RS – 10 až + 40 AU 50	Ø 114 D = 270	6,0	Digitální nastavitelný sklon Důlní provedení Doba provozu 25 hod.
ACCU Beam AB 6D IRV GRITZKE Germany	dióda, V, 5 mW $\lambda = 635$ třída 3A	RS – 10 až + 30 AU ± 2 (– 12 až + 32)	Ø 140 D = 300	5,5	Dálkové IČ ovládání Provozní doba 15 hod., Dosah 120 m. Stran posun $\pm 6,5/100$ m
Beam ALigner 5700 LAER ALIGNEMENT USA	dióda, V, < 3 mW $\lambda = 635$ nm třída 3A	RS – 15 až + 50 AU – 10 až + 10	Ø 137 D = 311	3,5	Dálkové ovládání zepředu do 150 m, zezadu do 14 m Provozní doba 24 hod. Dosah 200 m. Stran. posun 9 m/30 m
WILD PLA 20 LEICA Switzerland	HeNe trubice, < 1 mW $\lambda = 632$ nm IEC 825 2. bezp. třída	RS – 10 až + 30 AU – 8 až + 28	Ø 145 x 350 (D) Nasazení v rouře > Ø 150 mm	7,6	Dálkové ovládání IČ 100 m (WILD PRS10) Přesnost ± 5 mm/100 m Interní napájení, provozní doba 10 hod.
LEICA PLA 25 LEICA Switzerland	dióda, V, < 1 mW $\lambda = 635$ nm IEC 825 2. bezp. třída	RS – 10 až + 30 AU – 10 až + 30	Ø 145 x 317 (D)	5,4	Dálkové ovládní IČ 100 m (PRS 10) Stran. posun ± 7 % Interní napájení, provoz. doba 10 h
Laserový okulár DL – 2 LEICA Switzerland	dióda, V, 1 mW $\lambda = 635$ IEC 825, 2. bezp. třída	Dosah za světla 150 m Dosah ve tmě 400 m	Laser okulár 38x58x25 Regulátor 98x65x58	0,07 0,27	Laserový nástavec s regulací intenzity k nivelač. přístř., provažovačům, teodolitům fy LEICA
Laserový okulár DL – 3 LEICA Switzerland	dióda, V < 5 mW $\lambda = 620 - 690$ IEC 825, 3B bezp. třída	Dosah za světla 150 m Dosah ve tmě 600 m	Laser okulár 38x58x25 Regulátor 98x65x58	0,07 0,27	Laserový nástavec s regulací intenzity k nivelač. přístř., provažovačům, teodolitům fy LEICA
QL 150D QUANTE Germany	dióda, V $\lambda = 635$ IEC 825, (EN 60825) 3A	RS – 10 až + 30 AU – 15 až + 35	130(V)x120(Š)x315(D)	4,2	Dálkové IČ ovládání do 100 m Provozní doba 24 h, Stran. posun $\pm 4^\circ$ (± 7 %)
SLP 200 SOKKIA Japan	dióda, V $\lambda = 635$ < 5 mW, 3A (IEC 825)	RS – 10 až + 30 AU – 35 až + 15	131(V)x120(Š)x315(D)	4,3	Dálkové ovládání bezdrát. do 90 m Přesnost urovnání $\pm 10''$ Stran. posun $\pm 4^\circ$ (± 7 %)
Dialgrade 1255 SPECTRA PHYSICS USA	dióda, V $\lambda = 635$ 3A (IEC 825)	RS – 15 až + 40 AU – 15 až + 40 podél $\pm 3^\circ$ příčně	Ø 133 x 300(D)	2,8	Dálkové ovládání do 150 m zepředu, 15 m ze zadu (225 m v rouře) Provozní doba 60 h Stran. posun $\pm 5,4$ m/30 m
TKL 4 THEIS Germany	HeNe trubice $\lambda = 632$ 2 mW, 3A	RS – 10 až + 30 AU – 11 až + 31 v podélné ose	min Ø roury 150 mm	6,0	Přesnost horizontace ± 7 mm/100 m Stran. posun 5 %
TP – L2 TOPCON Japan	dióda, V $\lambda = 635$ nm	RS – 10 až + 40 AU ± 10	Ø 116 D = 293	3,2	Dálkové IČ ovládání do 150 m Provozní doba 12–20 h dle baterií Světelná olovnice nahoru, dolů Stran. posun ± 15 %
TP – L3A/B, L3G TOPCON Japan	dióda, V, 5 mW $\lambda = 633$ nm, 532 nm	RS – 15 až + 40 AU ± 10	Ø 122 D = 330	3,8	Dálkové ovládání zepředu 200 m, zezadu 45 m Stran. posun ± 15 %



Obr. 7: Theodolit LEICA T 460D v kombinaci s laserovým dálkoměrem LEICA DISTO



Obr. 8: Způsob kontroly nemechanizovaného štítu (sklon, směr) jedním z terčů se stopou laserového svazku



Obr. 9: Pohyb frézy v čele výrubu

pracovním zařízením, frézou nebo rotačním hlavou. Jinými slovy lze těžit buď postupně, nebo celým záběrem [11].

Štít lze v přímém směru řídit pomocí laseru, který vysílá laserový svazek, a ten je zachycován na neprůhledném terči - obr. 8, který je umístěn v přední části štítu, viditelný obsluze. Prostorové vedení štítu je možné u razících strojů, kdy např. jsou polohy cílového bodu na štítu průběžně proměřovány pomocí teodolitu se samonaváděcím laserovým zařízením. Získané hodnoty jsou průběžně porovnávány s projektovanými a na základě vypočtené odchylky je vyslán pokyn k zapnutí příslušné kombinace tlačných hydraulických válců štítu k provedení prostorové korekce polohy [12].

Laserové přístroje používané k řízení tunelovacích strojů jsou uvedeny v tab. 1.

Výhody vedených a řízených tunelovacích strojů spočívají především ve snížení objemu nadvýrubu, a tím i ve snížení objemu výplňové injektáže, zvýšené kvalitě montovaného ostění a zvýšené produktivitě práce asi o 20 %.

ZÁVĚR

Novinky přístrojové techniky při pokládce potrubí a při řízení razících tunelovacích strojů umožnily miniaturizovat měřicí zařízení, včetně interních napájecích zdrojů, pro průměr trub již od 150 mm. Rovněž zařízení těchto přístrojů do nižší bezpečnostní třídy a jejich značná ekonomická účinnost předpokládá jejich široké uplatnění při výstavbě inženýrských sítí, především kanalizačních, vodovodních a parovodních, při řízení protlačovacích souprav a při ražbě tunelů a kolektorů a podobných staveb liniového charakteru.

LITERATURA

- [1] Kašpar, M.–Pospíšil, J.: Využití laserové techniky v investiční výstavbě. NADAS 1998, 314 s.
- [2] Kašpar, M.: Laserová technika ve stavebnictví. STAMP Stavební informace 1996, 42 s., 27 obr., 7 tab.
- [3] Kašpar, M.: Novinky laserové techniky ve stavebnictví. STAMP Stavební informace 1997, 50 s., 33 obr., 3 tab.
- [4] KAŠPAR, M.: Současný stav laserové techniky v geodézii a ve stavebnictví. Jemná mechanika a optika 42 (1997), č. 4, s. 99–115
- [5] Firemní literatura jednotlivých firem
- [6] Kašpar, M.–Voštová, V.: Řízení stavebních strojů s využitím laserové techniky Stavební informace 4 (1997), č. 3., s. 12–19
- [7] Kašpar, M.–Svagr, V.: Řízení tunelovacích strojů laserovou technikou. Acta Polytechnica – Práce ČVUT 10, 1. 3., 1990, 5–33
- [8] Mikš, A.: Aplikace optiky ve stavebnictví. Stavební obzor 3 (1994), č. 10, s. 16–21
- [9] Rátkovský, K. Kubík, I.: Podzemné stavby. Skripta ES SVŠT Bratislava, 1986
- [10] Mencl, J.: Nová rakouská tunelovací metoda existuje – Tunel 27/96 č. 2, Český tunelářský komitét a slovenský tunelářský komitét ITA/AI-TES Praha
- [11] Küpper, W.: Automatické řízení ražby neprůchodnými kruhovými profily v podzemí. Geodetické měření s lasery 88. Sborník referátů ze symposia, České Budějovice 2/1988.
- [12] Pohan, J., Calthamel, P.: Automatické vedení razících štítů. Využití laserové techniky v inženýrské geodézii. Konference HK 2/1986

DOKONČOVACÍ PRÁCE NA TUNELU HŘEBEČ

ING: MILOSLAV SALAČ, METROSTAV A. S. – DIVIZE 5

HŘEBEČ TUNEL UNDER COMPLETION WORK

THE ARTICLE DEALS WITH THE COORDINATION OF FINISHING WORK AND THE FINAL FORMING STRUCTURE.

ÚVOD

Současně s pracemi na technickém vybavení tunelu probíhaly dokončovací práce a konečné úpravy okolí. Práce v tunelu tak byly prováděny v souběhu, a proto byla nutná vzájemná koordinace jednotlivých zhotovitelů – Eltodo, a. s., DS Holding a Metrostavu a. s. Hlavní objem dokončovací prací zajišťovaných Metrostavem spočíval v povrchové úpravě definitivního ostění, ve zpětných zásypech na obou portálech, opravách a úpravách izolace na portálech, dokončení dvou chodníků, včetně kabelových šachet, dokončení stavební části rozvodů, dokončení kanalizace apod. V tomto krátkém příspěvku jsou zmíněny pouze vybrané dokončovací práce prováděné Metrostavem a. s.

OLEOPATOR NG 10/5

Ve dně tunelu jsou vedeny dvě kanalizace o průměru 300 mm. Odvodnění komunikace vedené tunelem převádí jímanou vodu ze západního portálu na východní. V tunelu jsou do ní zapojeny drenáže z pravé strany tunelu a na východním portálu je kanalizace volně vyústěna bez jímky.

Odvodnění tunelu má za úkol odvést vodu z komunikace v tunelu přes šterbinové roury a drenáže na levé straně tunelu. Vzhledem k tomu, že vnitřní povrch tunelu bude během provozu umýván, a že je nutno zajistit v tunelu odtok ropných či jinak nebezpečných látek přes tuto kanalizaci, byla v původním řešení navržena na východním portále klasická železobetonová usazovací jímka na 25 m³. Na základě požadavku investora byla posouzena možnost nahradit tuto jímku koalescenčním odlučovačem Oleopator NG 10/5 firmy Passavant Werke AG. Jde o prefabrikát válcovitého tvaru o objemu jímané vody 5 m³ se zaručeným průtokem 10 l/s. Tento železobetonový oleopator umožňuje zabránit vytékání znečištěných vod saponáty, ropnými látkami apod. do volné přírody. K tomu slouží zařízení s plovákem, který je cejchován na měrnou hmotnost vody. Pokud hmotnost na povrchu vytékající vody je menší než cejchovaná, plovák výtok uzavře a lze z této jímky znečištěnou vodu vyčerpávat. Výhodou tohoto řešení je cenová srovnatelnost s původním ře-

šením. Podstatně menší pracnost a časová náročnost při realizaci, minimální nároky na údržbu, zlepšení bezpečnosti provozu a vyšší životnost.

ÚPRAVY A NÁTĚRY VNITŘNÍHO POVRCHU OSTĚNÍ

Po provedení definitivního ostění byl vnitřní povrch v místě malého krytí výztuže ošetřen sanační hmotou firmy Saman servis, divize Gemite v rozsahu 120 m². Celková plocha vnitřního povrchu ostění je 8 800 m², ošetřovaná plocha tvořila tudíž pouze 1,4 % povrchu líce tunelu. Použitá sanační hmota byla vybrána ve výběrovém řízení a její označení je Cem-Kote ST. Její báze je cementová, ředí se vodou.

Pro vlastní nátěry povrchu tunelu byly použity hmoty, které musely prokázat kompatibilitu se sanační hmotou Cem-Kote ST.

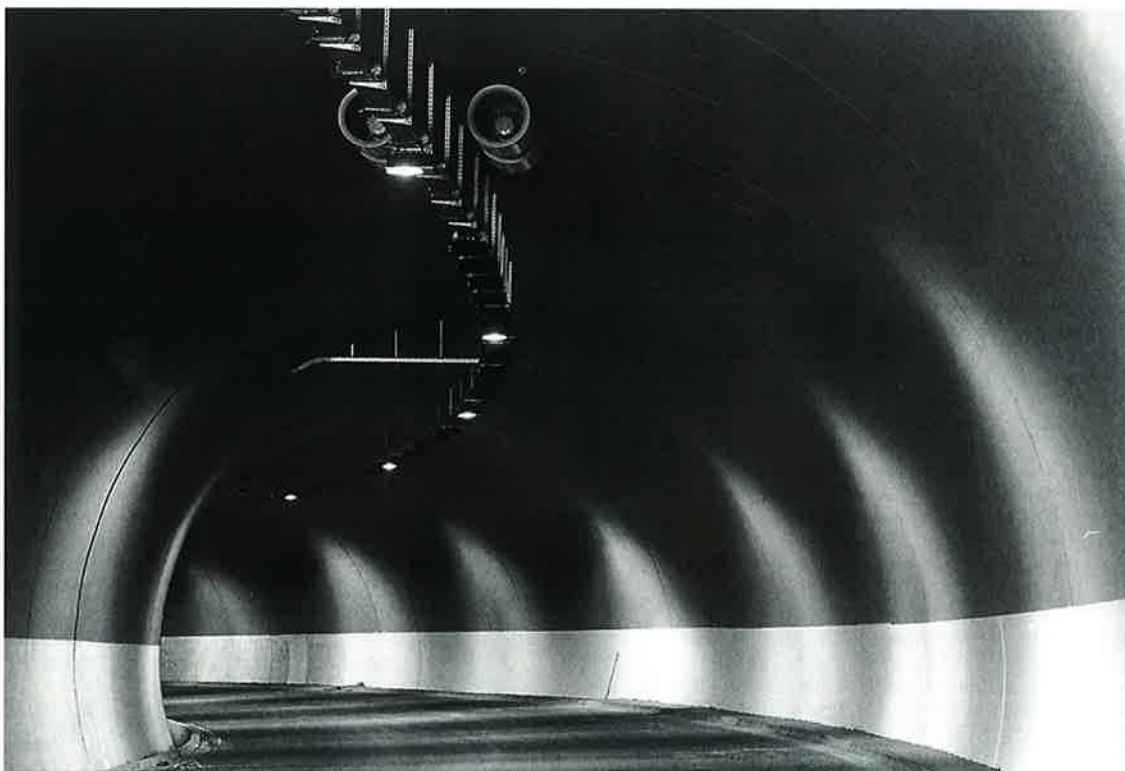
Pro nátěry bílých pruhů do výšky 2 m nad vozovkou (vodící pruhy, jejich výška a vliv byly zahrnuty do světelného výpočtu osvětlení) byla zvolena nátěrová akrylátová universální barva Uniakryl S 2822, která byla vyvinuta pro vodorovné značení vozovek, chodníků, atd. Je odolná proti otěru, povětrnosti, chemikáliím i solím, vyšším a nižším teplotám atd. Pro sjednocující nátěr klenby v požadovaném šedém odstínu byla zvolena nátěrová disperzní hmota Barlet SA, ředitelná vodou.

Úprava definitivního ostění na portálech byla provedena bez původně navržených „límců“, do kterých měla být zakončena izolace tunelu. Volná část betonového tubusu portálů byla ošetřena sanační hmotou Cem-Kote ST s úpravou nátěrem proti povětrnostním vlivům a UV záření.

Dilatační spáry při vnějším povrchu v daných úsecích jsou vyplněny univerzálním silikonovým tmelem v drážkách o průřezu 1,5 x 2 cm.

ZÁVĚR

Dokončovací práce prováděné všemi zhotoviteli na tunelu Hřebeč probíhají v době předávání příspěvku v tempu, které dává plně předpoklady pro zdárné zahájení provozu v tunelu i přilehlých silničních úsecích v listopadu 1997.



Tunel Hřebeč s finální úpravou klenby a boků ostění

TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ TUNELU HŘEBEČ

ING. P. PŘIBYL, CSc., ELTODO a. s., ING. M. VOHNOUT, KATES s. r. o.

HŘEBEČ TUNNEL TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

THE ROAD TUNNEL HŘEBEČ WILL BE PUT IN OPERATION THIS YEAR. THE TUNNEL IS LOCATED IN THE MORAVIA PART OF THE CZECH REPUBLIC ON THE 1/35 ROAD. THE ARTICLE DEALS WITH TRAFFIC AND TECHNOLOGY CONTROL SYSTEMS OF THE TUNNEL REALIZED BY ELTODO COMPANY. THERE ARE DISCUSSED COUPLINGS TO SUPERIOR CONTROL LEVELS OF POLICE AND ROAD MAINTENANCE ADMINISTRATION AS WELL.

ÚVOD

Zpracování koncepce řízení dopravy a technologie v tunelu Hřebeč doprovázela neexistence norem, směrnice nebo doporučení, které by určovaly jak má být tento, do jisté míry specifický tunel řízen. Specifičnost tohoto tunelu je v tom, že se jedná o tunel na komunikaci 1. třídy I/35, která není dálničního typu a tunel má délku „pouze“ 354 m, ale zato je ve stoupání 6,3 %. Řídicí systém tunelu Hřebeč je realizován společností Eltodo a. s. Vzhledem k tomu, že Eltodo dokončuje Strahovský tunel a připravuje řídicí systém tunelu Kohoutova v Brně je zde také uvedeno porovnání mezi jednotlivými tunely z hlediska rozsahu technologie.

V článku jsou popsány technologické soubory, kterými je tunel vybaven a je provedeno porovnání se zařízením tunelu dle nových TP 98 „Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací“, které vydává v říjnu tohoto roku Ministerstvo dopravy a spojů jako závazný dokument pro technologické vybavení tunelů.

TECHNOLOGICKÉ SOUBORY

Pro tunel této délky je nezbytností osvětlení. Je to dáno tzv. „efektem černé díry“ – řidič nesmí mít pocit, že vjíždí ze světla do tmy. To pak vede k náhlému brzdění a vznikají velmi nebezpečné situace pro účastníky silničního provozu. Problémy s osvětlením jsou ještě násobeny orientací tohoto tunelu východ–západ, neboť v ranních a večerních hodinách je slunce nížko nad obzorem a oslňuje řidiče. Vzhledem k obydlené lokalitě u západního portálu tunelu a k možným problémům s exhalacemi díky značnému stoupání bylo nutno tunel vybavit proudovými ventilátory s reverzním chodem.

Použití řídicího systému je tedy dáno tím, že činnost osvětlení a ventilace je nutno optimalizovat tak, aby se snižovaly provozní náklady. Řídicí systém navíc integruje dopravní systém a další zařízení, která jsou v tunelu použita.

OSVĚTLENÍ

Cílem osvětlení tunelů je zajistit v průběhu dne i noci bezpečnost, plynulost a zrakovou pohodu účastníkům provozu obdobnou jako na přílehlých úsecích otevřené komunikace, při respektování dané návrhové rychlosti. K dosažení tohoto cíle je potřeba vytvořit podmínky pro to, aby:

a) Řidiči vjíždějící do tunelu, projíždějící jím nebo vyjíždějící z tunelu měli dostatek zrakových informací o pokračování komunikace před sebou, zahrnující informace o případném výskytu překážek, včetně informace o ostatních vozidlech a jejich pohybu

b) Pocity sebedůvěry řidičů byly stejné jako na přílehlých otevřených úsecích komunikace.

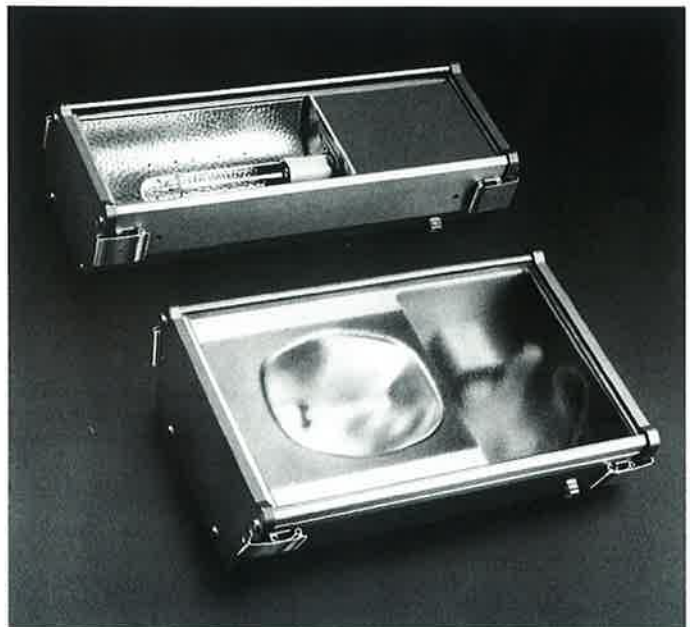
Osvětlení tunelu patří k technologickým souborům, které je možno exaktně vypočítat. Pro výpočet byla použita směrnice CIE 88/1990 „Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses“ s využitím speciálního programu, který umožňuje optimalizovat umístění svítidel a tak minimalizovat spotřebu energie. V tunelu je celkem 184 svítidel o příkonu 150–400 W zavěšených ve výšce 7 m. Tunel je z hlediska osvětlení rozdělen do několika pásem. Velký význam má hodnota osvětlení v prahovém a přechodovém pásmu, zde se totiž zrak řidiče přizpůsobuje snížení osvětlení, které následuje ve vnitřním pásmu. Délka těchto pásem je od obou portálů cca 120 m. Trvalý provoz tunelového osvětlení na maximum výkonu, odpovídající nejvyšším hodnotám jasů příjezdového pásma, by byl neekonomický. Proto je v prahovém a v přechodovém pásmu automaticky řízeno osvětlení v závislosti na osvětlení vně tunelu. Regulace je stupňovitá, jas je měřen před oběma portály ve vzdálenosti cca

30 m před portály. Jasoměry zjišťují průměrnou hodnotu jasů ve dvacetistupňovém měřicím poli a jsou korigovány na citlivost lidského zraku.

Jako nejvýhodnější svítidla byla vybrána svítidla belgické firmy Schröder, zobrazená na obr. 1. Svítidlo je v kompaktním provedení, vyhovuje I. E. C., úrovni „European Standards“. Stupeň elektrického krytí je IP 65. Mechanické provedení zajišťuje snadnou výměnu svítidla bez užití speciálních nástrojů. Také elektrické předřadníky a světelný zdroj lze vyměňovat při servisu jednoduše. Při použití takto optimalizované osvětlovací soustavy je maximální příkon 38 kW. Je zde počítáno i s nouzovým manuálním řízením prostřednictvím spínačů na rozvaděči osvětlení.

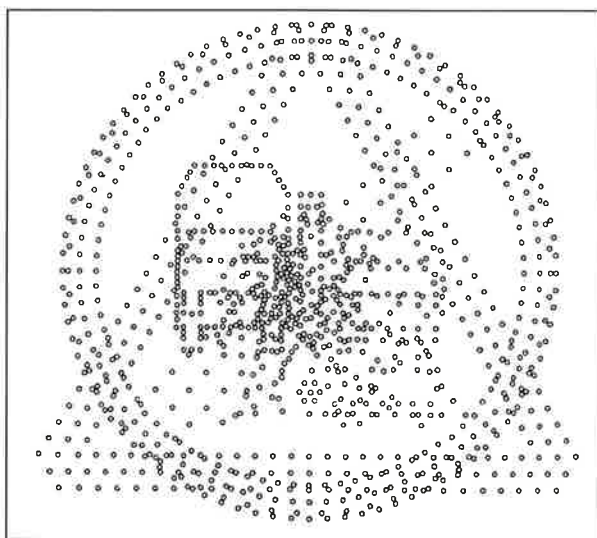
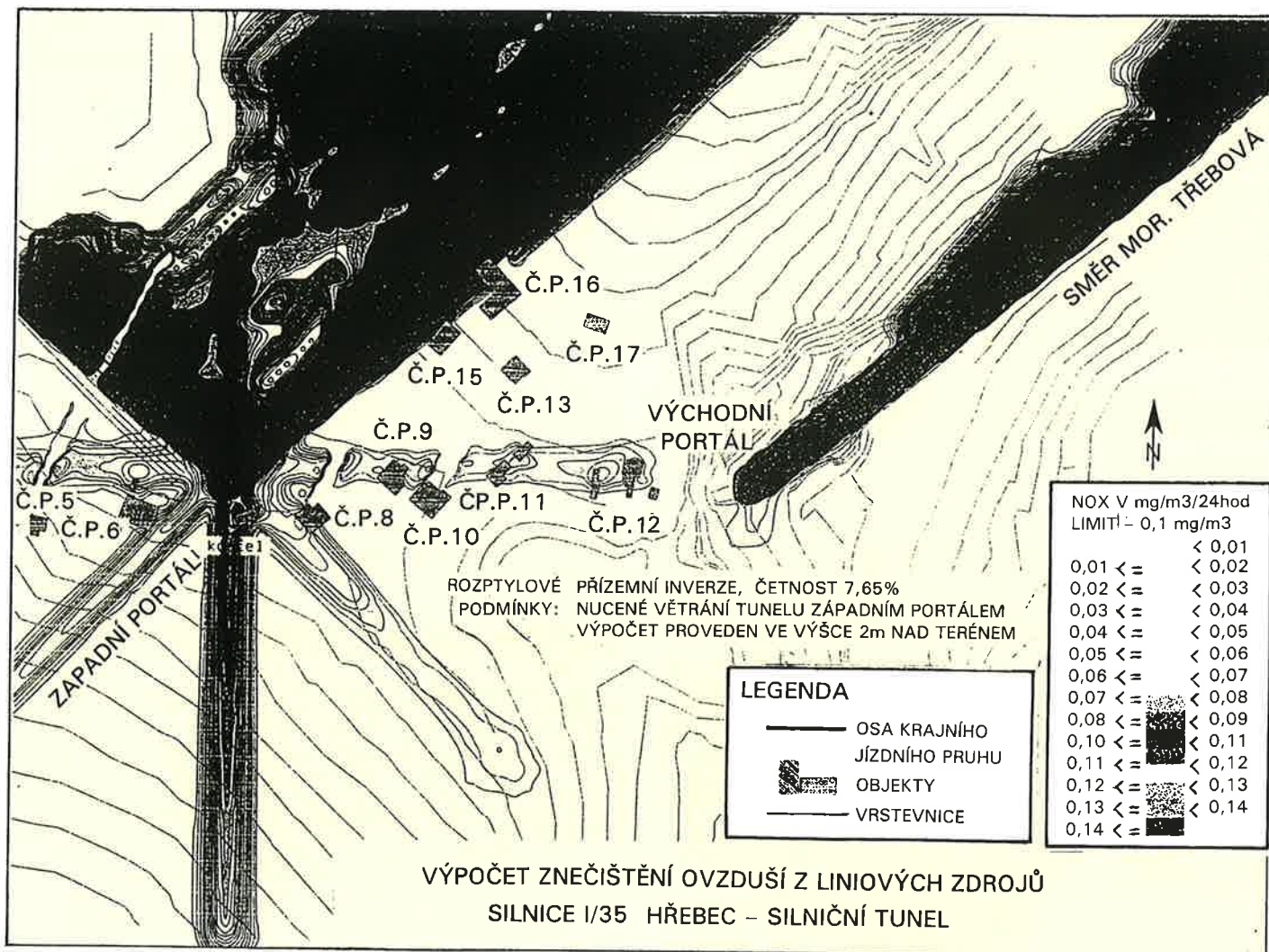
VENTILACE

Návrhu ventilace byla věnována mimořádná pozornost. Hlavním požadavkem bylo nejenom zajištění hygienicky nezávadného prostředí pro řidiče a případné servisní pracovníky v tunelu, ale zároveň zajištění přiměřených podmínek pro obytnou zónu u západním portálu. Vliv provozu v tunelu na jeho okolí byl počítačově modelován [1]. Příklad modelu rozptylu škodlivin v závislosti na směru větru je na obr. 2. Převládající směry větru jsou severo-jihní a průměrná rychlost je 3ms^{-1} . Na základě tohoto modelu byly dimenzovány ventilátory. Jsou zde použity tři dvojice ventilátorů firmy Voit Howden ve vzdálenostech cca 80 m. Ventilátory mají reverzní chod, takže mohou směřovat proud vzduchu k oběma portálům. Tento režim může být využit např. při požáru v tunelu. Příkon je 66 kW. Z cenových důvodů nebylo možno použít ventilátory s proměnnými otáčkami, takže se regulace ventilace a tím i optimalizace jejího příkonu, provádí pouze ve stupních spínáním jednotlivých ventilátorů. Ventilátory jsou ovládány řídicím systémem automaticky, dle hodnot koncentrací oxidu uhelnatého (dvě místa měření) a zakouřenosti ovzduší (jedno měření) a v závislosti na směru



Obr. 1: Tunelové svítidlo

UKÁZKA POČÍTAČOVÉHO MODELU EXHALACÍ



Obr. 3: Proměnná dopravní značka VTS 9500



Obr. 2: Příklad dopravní značky po sepnutí světelných zdrojů

proudění vzduchu v tunelu (dvě měření). Za chodu ventilátorů bude vzduch proudit východním směrem (negativní gradient) pro zabránění šíření škodlivin do obytné zóny. Z důvodu rovnoměrného opotřebení zajišťuje řídicí systém změny pořadí spínání. Pro případ mimořádných událostí je možné z lokálního velínu spínat režimy jednotlivých ventilátorů manuálně.

DOPRAVNÍ SYSTÉM

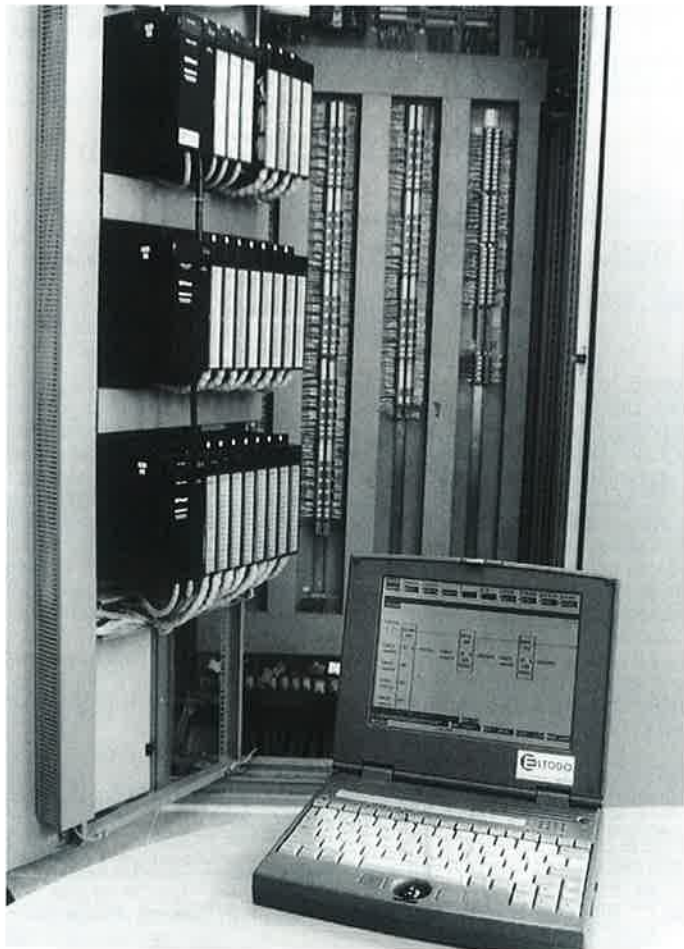
Tunel je tvořen dvěma jízdními pruhy ve směru stoupání, tedy od východu na západ a jedním jízdním pruhem ve směru klesání, odděleným podélnou čarou souvislou V1a. Proměnné dopravní značky použité v tunelu jsou založeny na principu světelného obrazu vedením světla svět-

lovodnými vlákny na čelní matici a spínáním světelných zdrojů řídicím systémem. Tyto značky, které vidáme v masovém nasazení na dálnicích celé západní Evropy a ve všech moderních tunelech nebylo možno z legislativních důvodů u nás používat. Teprve vyhláška MV [2] umožňuje jejich aplikaci od 1. 10. 1997. Kromě použití zcela nového a ojedinělého principu se vyznačují dopravní značky tím, že na jedné matici lze dálkově aktivovat až 10 různých značek v čase kratším než 0,5 sec. Veškeré světelné zdroje jsou zálohovány, takže zaručovaná doba svícení je 16 000 hod., přičemž je řídicí systém ihned informován o výpadku libovolné žárovky. Hlavním přínosem, pro který jsou značky nasazovány na dálnice je osová svítivost značky pro denní intenzitu, která je minimálně 500 cd pro značku rozměrů 1500 x 1500 mm. Na obr. 3 je pohled na proměnnou značku se světlovodnou technikou VTS 9500.

Před východním vjezdem jsou na portálu dvě značky pro jízdu v jízdních pruzích S5a, S5b a S5cL. Další dvojice značek je situována nad jízdními pruhy v tunelu. Podobně je značka pro jízdu v pruzích umístěna před západním portálem a opakuje se v tunelu.

Pro snížení rizika řídiče, v mimořádných situacích typu nehoda, lze manuálně spínat značky omezující rychlost na 40 km/hod. Tyto značky umístěné před oběma portály jsou aktivovány i automaticky v případě nárazy na výjezdech z tunelu nebo na východní estakádě. Námaza je měřena čtyřmi zařízeními SHN-02 českého dodavatele před oběma portály a na obou mostních objektech pod východním portálem. V závislosti na stavu vozovky jsou aktivovány výstražné značky A22. „Jiné nebezpečí“ s dodatkovými tabulkami E6b a E4.

V tunelu nejsou žádné senzory pro měření dopravních parametrů, což s neexistencí video dohledu vedlo k degradaci řídicího systému dopravy na manuální místní řízení a dálkové monitorování dopravních značek. Úsporná opatření na úkor technologie vedla k tomu, že není žádná informace o momentálním stavu dopravy v tunelu a dopravu nelze dálkově řídit, přestože veškeré informace o momentálním stavu dopravních zařízení jsou integrovány do řídicího systému. Dále se zde projevují legislativní záležitosti – dopravu může řídit pouze policie. Ta však nemá, v případě tunelu Hřebeč, žádné technické ani personální možnosti toto řízení reálně zajistit. V TP 98 se nutnost koncepčního přístupu požaduje. Naštěstí je řídicí systém tunelu řešen tak, že je možno kdykoliv v budoucnosti přenést řízení dopravy na libovolný vzdálený velin řízení dopravy za předpokladu, že bude instalováno několik kamer pro přímý videodohled.



Obr. 4: Řídicí stanice General electric

BEZPEČNOSTNÍ VYBAVENÍ

Každý tunel musí zajišťovat vysokou míru bezpečnosti pro účastníky silničního provozu. K tomuto účelu je v tunelu instalováno bezpečnostní vybavení, které má za hlavní cíl snížit riziko výskytu mimořádných situací a v případě, že vzniknou, zajistit maximální možnou ochranu pro účastníky této situace.

SOS kabiny jsou základním prvkem bezpečnostního systému v tunelu Hřebeč. Slouží k verbálnímu spojení mezi uživatelem tunelu a dispečerem dopravy a zároveň umožňují informovat dispečera o výskytu mimořádné situace prostřednictvím tlačítek.

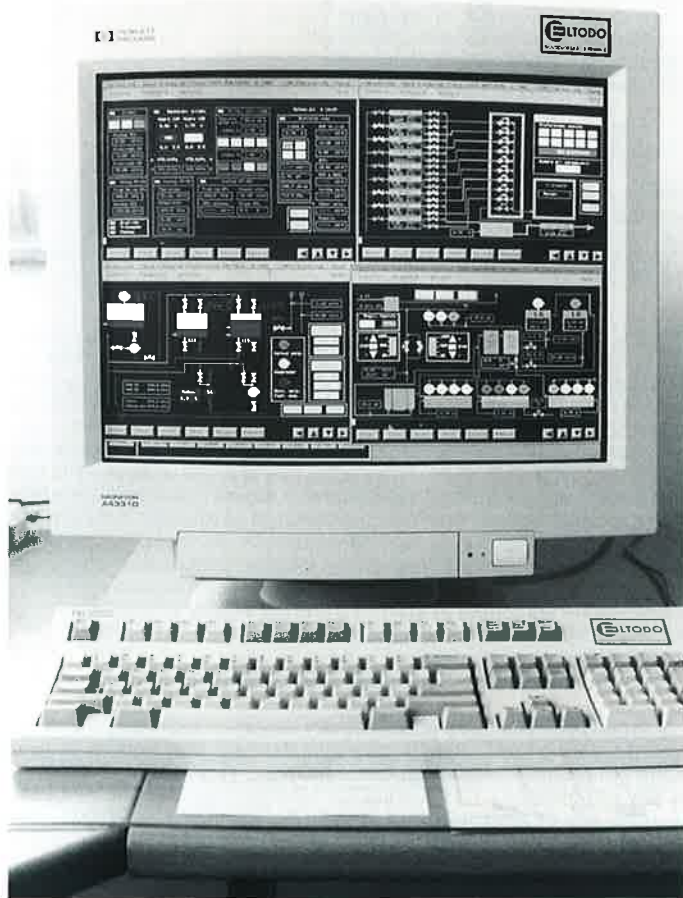
SOS kabiny jsou tvořeny betonovou nikou a jasně označenými osvětlenými zvukotěsnými nerezovými dveřmi v rámu. Dveře jsou z 1/3 prosklené bezpečnostním sklem a jsou opatřené automatickým zavíračem, otevírají se ven. Kabina je na přední části opatřena nápisy se symboly požáru, první pomoci, odtahu a policie. Krytí SOS kabin je IP54.

V původním zadání se počítalo s propojením pevnými (nekomutovanými) linkami přímo na pracoviště policie ve Svitavách. Bezpečnostní spojení pracuje standardně tak, že po zvednutí sluchátka v SOS kabině je navázáno přímé spojení s dispečerem policie. Vzhledem k nemožnosti získání pevných linek bylo řešení přepracováno a jsou použity komutované spoje, což znamená, že po zvednutí sluchátka je automaticky navoleno číslo policie. V kabině je dále umístěno tlačítko označené „SOS“. Jejich signály jsou integrovány do řídicího systému a jsou přenášeny do Svitav a na pracoviště SUS Litomyšl.

V tunelu není instalován systém elektropečurní signalizace. Vzhledem k jeho délce je předpoklad, že uživatelé tunel opustí, v případě požáru, některým z portálů. Pro případ likvidace začínajícího požáru jsou v kabinách přenosné hasicí přístroje: práškové (10 kg) se speciálním práškem s vysokou účinností a sněhový CO₂ (6 kg).

INTEGROVANÝ ŘÍDICÍ SYSTÉM

Jak bylo řečeno v úvodu je tunel pozemní komunikace s osvětlením a ventilací povinně vybaven řídicím systémem. Ten musí být ve shodě s TP 98 tvořen integrovaným řídicím systémem, který optimalizuje bezpečnost provozu, ekologické požadavky a ekonomii provozu při všech



Obr. 5: Typická obrazovka programu pro řízení tunelů

normálních i mimořádných režimech v tunelu. Z hlediska řízení jsou typické následující stavy:

- Normální podmínky, popis v [3]
- Dopravní přetížení, popis v [3]
- Servisní zásahy, popis v [3]
- Mimořádné situace, jsou bezpochyby nejsložitější činností řídicího systému. Zahrnují celý komplex procesů, jejichž cílem je zabránit chaosu, usnadnit činnost zásahových jednotek, zachovat co nejlepší bezpečnostní podmínky pro účastníky provozu a obnovit co nejrychleji stabilní stav dopravy, viz [4]. Typickými příklady mimořádných situací jsou:
 - dopravní nehoda bez ohně
 - zastavení vozidla pro nedostatek PHM
 - ztráta nákladu
 - trvalý nárůst koncentrace nebo opacity nad mezní hodnotu
 - požár
 - výpadky jednotlivých provozních souborů (napájení, značky, atd.)
 - přeprava nebezpečných nákladů apod.

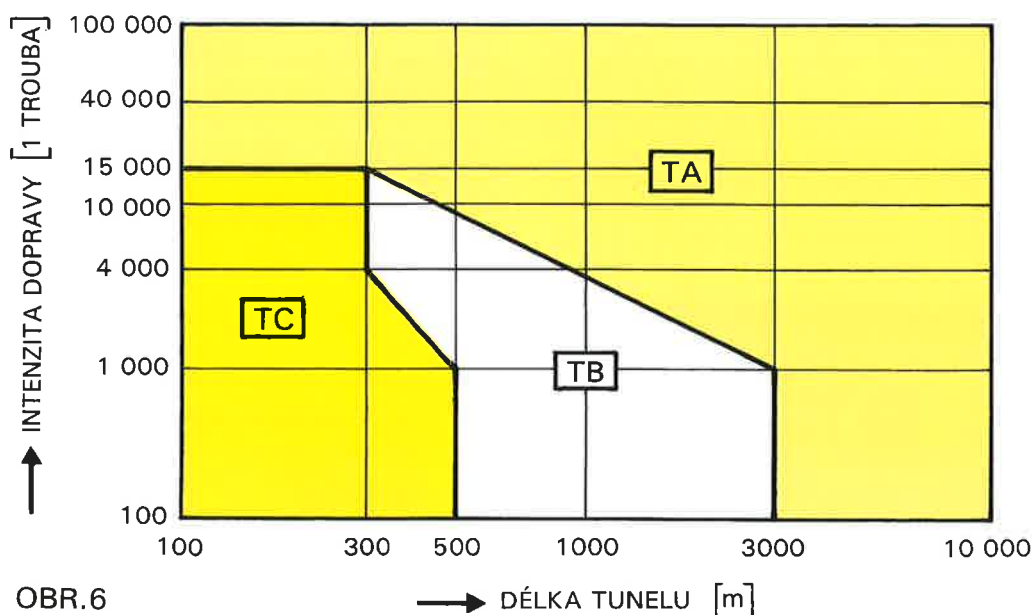
Při západním portálu tunelu Hřebeč je rozvodna napájení elektrickou energií a zde je také situován lokální řídicí systém. Ten je tvořen volně programovatelným automatem firmy General Electric-Fanuc. Řídicí systém je modulární konstrukce, takže lze kdykoli v budoucnosti rozšiřovat počty vstupů, např. při doplnění senzorů dopravy nebo výstupů, při doplnění počtu značek. V každém okamžiku je monitorován stav

dáno intenzitou dopravy (roční průměr denní intenzity ekvivalentních vozidel) a délkou tunelu. Pro obousměrné tunelové trouby, případně pro trouby s kombinovaným režimem, se intenzity dopravy všech dopravních proudů sčítají. Hodnoty předpokládané intenzity respektující skladbu dopravního proudu se uvádějí v ekvivalentních vozidlech. Převodní koeficienty pro jednotlivé druhy vozidel jsou v [3]. Podstatné je, že se intenzita dopravy, pro zařazení tunelu do kategorie TA, TB a TC, přepočítává pomocí predikčních koeficientů růstu automobilové dopravy na období 15 let. Při pohledu do obr. 6 je zřejmé, že tunel Hřebeč přísluší z pohledu roku 1997 do kategorie TC a jeho vybavení této kategorii odpovídá s tím, že např. videosystém je doporučován i pro tunely této kategorie. Do této kategorie bude tunel patřit dále, pokud v roce 2012 nebude intenzita dopravy ekvivalentních vozidel (přívěs a návěsová souprava = 2,5 ekv. vozidla apod.) vyšší než 3 500 ekvivalentních vozidel, což odpovídá průměrné hodinové intenzitě 145 ekvivalentních vozidel v obou směrech.

ZÁVĚR

Tunel Hřebeč je prvním ze série tunelů uváděných do provozu v letošním roce. S odstupem měsíce následuje Pražská radiála v Brně a po dalším týdnu bude otevírán Strahovský tunel. Jedním z kritérií, která lze použít pro posouzení komplexnosti a složitosti řídicího systému těchto

KATEGORIZACE TUNELŮ Z HLEDISKA BEZPEČNOSTNÍHO VYBAVENÍ



OBŘ. 6

→ DÉLKA TUNELU [m]

všech prvků napájecí a osvětlovací soustavy, stavy značek, veškeré poruchy, mimolimítní stavy apod. Tyto informace je možno přenášet na nadřazený velín. Řídicí stanice, obr. 4, je ve skříní rozvaděče, spolu s modemem. Opět se zde projevil problém s propojením pevnou linkou na vzdálený velín. Proto je zde použit speciální inteligentní modem, který ve spojení s řídicí stanicí přenáší vybrané informace na různá místa: policie ve Svitavách je bezprostředně informována o stisku tlačítka v SOS kabině, SÚS v Moravské Třebové o výskytu námrazy. Dispečerské pracoviště tvořené počítačem vybaveným speciálním softwarem pro řízení tunelů KERBERUS je na SÚS v Litomyšli. Na vyžádání dispečera nebo v případě poruchy na technologii v tunelu je navázáno komutované propojení a dispečer na obrazovce vidí stav celé technologie a dopravy, včetně poruchových stavů. Příklad obrazovky vytvořené programových produktem KERBERUS je na obr. 5.

POROVNÁNÍ VYBAVENÍ TUNELU S TP 98

V úvodu bylo řečeno, že při zpracování koncepce technologického vybavení tunelu Hřebeč nebyl k dispozici standard, dle kterého by bylo nutné vybavit tunel technologickým vybavením. TP 98 vznikly právě proto, aby se postupně v České republice sjednocovalo toto vybavení a také proto, aby se harmonizovalo se státy Evropské unie. Základním požadavkem při návrhu tunelu je vybavit ho odpovídajícím bezpečnostním vybavením. Podle celosvětově používaných metodik se tunely řadí do kategorií s přibližně stejným stupněm bezpečnosti pro účastníky provozu daným shodným počtem vozidlo-kilometrů mezi nehodami. V České republice jsou tunely řazeny do tříd TA, TB a TC dle obr. 6. Zařazení je

tunelů, je počet signálů z technologie a počet povelů ovládajících jednotlivá zařízení. Ve Strahovském tunelu je zpracováno více než 14 000 proměnných. Je to dáno nejenom vazbami na dopravní systém města, ale i využitím tunelu v rámci ochranného systému. V Pražské radiále se pracuje s cca 800 proměnnými a v tunelu Hřebeč je 260 proměnných.

Procentní podíl nákladů na technologické vybavení tunelů vůči ceně stavby je přibližně následující – Pražská radiála 30 %, Strahovský tunel 10 % (bez ochranného systému) a tunel Hřebeč 5 %. Na první pohled je patrný malý podíl technologického vybavení u tunelu Hřebeč. Přitom trend ve světě je zcela odlišný. Zcela běžné je podíl technologie vůči stavební části 15–20 %, což je dáno použitím vysoce efektivních technologických souborů a sofistikovaným řídicím systémem. V letošním roce byl např. uveden do provozu Stoerebelt tunel v Dánsku dlouhý 8 km, kde bylo vynaloženo 20 % nákladů na technologie, přestože i cena stavební části nebyla nízká, protože se jedná o komplikovaný podmořský tunel. Počet zpracovávaných proměnných je 12 500.

LITERATURA

- [1] Novotný M., Zoubele T.: Silnice I/35, SO 301 Silniční tunel, Výpočet znečištění ovzduší z liniových zdrojů, TRANSCONSULT, Hradec Králové, 1996
- [2] Vyhláška Ministerstva vnitra, Sbírka zákonů č. 223/1997, částka 78, str. 4709
- [3] TP 98 – Technologické vybavení tunelů pozemních komunikací, MDS, 1997
- [4] Příbýl P.: Nový přístup k bezpečnosti dopravy v tunelech, Sborník „Tunelové stavby ve městech“, Brněnské komunikace, 1996

PŘEČERPÁVACÍ VODNÍ ELEKTRÁRNA DLOUHÉ STRÁNĚ V PROVOZU

ING. ERVÍN ŠÍMA - AQUATIS A. S.
ING. VÁCLAV TORNER - AQUATIS A. S.

THE PUMPED STORAGE PLANT DLOUHÉ STRÁNĚ IN OPERATION

THE AQUATIS DEPUTY'S ARTICLE INFORMS ABOUT THE SYSTEM OF TUNNELS WHICH HAS BEEN BUILT AS THE PART OF POWER PLANT AND WHICH IS CONSIDERED TO BE UNIQUE IN CZECH REPUBLIC.

ÚVOD

V prosinci 1996 byla dokončena výstavba PVE Dlouhé Stráně. Tím bylo završeno mnohaleté úsilí odborníků z řady oblastí inženýrského stavitelství, kteří se podíleli na přípravě a výstavbě tohoto hydroenergetického díla. V současné době jsou obě soustrojí elektrárny o výkonu 2 x 325 MW již řadu měsíců významným a spolehlivým článkem energetického systému České republiky.

PVE Dlouhé Stráně je charakteristická vysokým podílem podzemních inženýrských staveb všeho druhu – halových objektů, tunelů, štol a šachet. Mimo kaverny podzemní elektrárny a dalších menších komor zahrnuje komplex podzemních objektů přibližně 8 km ražených liniových podzemních objektů. Účelem tohoto článku je seznámit odbornou veřejnost alespoň orientačně s jejich hlavními parametry. Výstavbou podzemních halových objektů se nezabýváme, protože byla popsána v článcích uvedených na konci tohoto příspěvku.

Výstavba probíhala v letech 1978–1996 ve vysokohorském prostředí Hrubého Jeseníku v nadmořské výšce 750 až 1350 m n. m., v drsných klimatických podmínkách, inženýrsko-geologické poměry lokality byly v období přípravy výstavby ověřovány systematickým geologickým průzkumem a geologickým sledem v průběhu ražby. Základní horninou je desenská rula narušená řadou systémů tektonických linií. Většina objektů byla prováděna v příznivých geologických poměrech. Celkový objem ražicích prací představoval cca 290 tis. m³ horniny v rostlém stavu. Převážná část horniny byla použita do násypu hráze dolní nádrže.

TUNELY HYDRAULICKÉHO OBVODU

Hydraulický obvod soustrojí elektrárny propojuje horní a dolní nádrž, sestává z vysokotlaké části o max. provozním tlaku 8,3 MPa a nízkotlaké části o max. provozním tlaku 1,55 MPa.

Vysokotlakou část tvoří dva tunely tlakových přiváděčů ražených souběžně s osovou vzdáleností 20 m, ve kterých je uloženo a obetonováno potrubí o průměru 3600 mm. Celková délka přiváděče je 1 500 a 1 550 m. Trasa každého přiváděče sestává ze čtyř částí:

- horní ležatá část
- úklonná část
- dolní ležatá část
- část před kavernou

Horní ležatá část je dispozičně rozdělena objektem uzávěru horní nádrže na úsek ve sklonu 24,5 % o délce 130 m a úsek ve sklonu 16,3 % o délce 108 m. Ražený profil tunelů je podkovovitý o ploše 20 m². Oba tunely byly raženy pomocí trhacích prací, dovrchně, plným profilem. Pracoviště byla zpřístupněna okenní štolou délky 170 m.

Úklonná část přiváděčů ve sklonu 100 % má délku 685 m s prodloužením o dalších 60 m až k horní ohlubi. Ražený profil tunelů je podkovovitý o ploše 18 m². Oba tunely byly raženy za použití trhavin, dovrchně, plným profilem, pomocí plošiny Alimak-Groundhog, která se pohybovala po vodící dráze kotvené do klenby tunelu. V trase úklonné části byly vyraženy tři krátké technologické spojky propojující oba přiváděče za účelem větrání.

Dolní ležatá část přiváděčů ve sklonu 2 % má délku 460 a 490 m. Ražený profil tunelů je podkovovitý o ploše 22 m². Oba tunely byly raženy souběžně, dovrchně, plným profilem za použití trhavin. V trase byly vyraženy tři krátké technologické spojky propojující oba přiváděče za účelem větrání a dopravy rubaniny. V dolním lomovém koleně přiváděčů byla vyražena spojovací komora, která sloužila pro přesun plošiny Alimak-Groundhog. Pracoviště byla zpřístupněna spojovacím tunelem odbočujícím z komunikačního tunelu.

Směrové a výškové komplikované úseky obou přiváděčů před zaústěním do podzemní elektrárny vznikly v důsledku změny koncepce díla v průběhu výstavby. Oba tunely mají proměnný podélný sklon od 0 do 100 % a délku 85 a 10 m. Ražený profil tunelů je podkovovitý o ploše 29 m². Oba tunely byly raženy dovrchně plným profilem, za použití trhavin. Pracoviště byla zpřístupněna z prostoru podzemní elektrárny.

Dočasné vystrojení bylo prováděno dle skutečných geologických poměrů stříkaným betonem a svorníky, v lité skále bez výztuže.

Potrubí přiváděčů vyrobené z plechů tl. 12 až 54 mm z oceli jakosti 11 375 a 11 503 bylo v délkách 6, 9 a 12 m dopravováno z Ostravy po silnici na staveništi. Zde byla prováděna povrchová ochrana metalizací a nátěry a následně kompletně na montážní bloky délek až 24 m. Na místo konečné montáže bylo potrubí dopravováno na kolejových zavážecích vozících po kolejových drahách zabudovaných v počvě tunelů. Na montáži byly roury spojovány vnitřními V-svary na ocelové podložce, od tl. stěny 38 mm oboustrannými nesymetrickými X-svary. Pro tento účel byly při výlomu tunelů dolní ležaté části zřízeny v místech svarů výklenky.

Pro obetonování potrubí v úklonné části byl použit beton dopravovaný na místo uložení samospádem od horní ohlubi ve žlabu. V ostatních úsecích byl použit čerpaný beton.

Statický výpočet uvažoval pro přenos vnitřních tlaků se spolupůsobením okolní horniny, proto byla předepsána systematická dodatečná injektáž. Výplňová injektáž byla provedena cementovou suspenzí, kontaktní injektáž epoxiakrylátovou pryskyřicí.

Po dobudování přiváděčů byly přístupové stoly a technologické spojky založeny. Výjimku tvoří spojovací tunely do dolní ležaté části přiváděčů, ve kterých byly zřízeny strojní kompresorovny elektrárny.

V horní úklonné části byla vyražena odvodňovací štola o podélném sklonu 1,4 % a celkové délce 240 m. Ražený profil štoly je podkovovitý o ploše 9 m². Z rozrážek v konci štoly byly provedeny vějíře odvodňovacích vrtů za účelem snížení tlaku podzemní vody v okolí trasy přiváděčů. Štola je součástí podzemního systému chodeb propojujících podzemních elektrárnu s objekty horní nádrže.

Při výstavbě přiváděčů bylo třeba řešit celou řadu technických komplikací, z nichž se v závěru výstavby ukázal jako největší problém utěsnění injektážních zátek.

Nízkotlakou část hydraulického obvodu tvoří dva odpadní tunely ražené souběžně s osovou vzdáleností 12 až 28 m. Průtočný profil průměru 5 200 mm je vytvořen železobetonovou obezdívkou tl. 65 až 85 cm. Odpadní tunel č. 1 má délku 350 m při podélném sklonu 6,8 a 13,6 %. Odpadní tunel č. 2 má délku 390 m při podélném sklonu 6,8 a 12,2 %. Ražený profil je podkovovitý o ploše 38 až 52 m².

Oba tunely byly raženy s použitím trhavin, plným profilem, dovrchně od křížení s přístupovým tunelem. Krátké úseky po zaústění do podzemní elektrárny byly raženy úpadně. V trase byla provedena jedna technologická spojka.

Dočasné vystrojení bylo prováděno kotvením, stříkaným betonem a obloukovou výztuží.

Komplikované geologické poměry a malá vzájemná vzdálenost tunelů před vyústěním do výlomové stěny srušeného objektu dolní nádrže značně ztížily realizaci portálových úseků obou tunelů.

Železobetonová obezdívka z vodostavebního betonu s hustou oboustrannou výztuží byla prováděna po bločcích délky 9 m do posuvného bednění, směrem od elektrárny k portálu. Příčné pracovní spáry byly těsněny zčásti gumovými pásy, zčásti injektáží. Součástí vystrojení byla systematická fortifikační a dotěšňovací injektáž. Posledních 15 m před zaústěním do elektrárny tvoří obetonovaný ocelový přechodový kus savky turbíny.

Mimořádně bylo zajištěno požadované vodotěsnosti konstrukce a rozsáhlých sanačních prací.

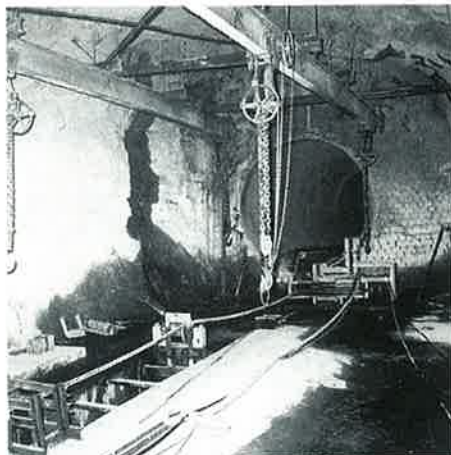
OSTATNÍ TUNELY A ŠTOLY

Přístup z areálu podhrází dolní nádrže na úroveň podlahy strojovny podzemní elektrárny je komunikačním tunelem. Tunel má délku 270 m při podélném sklonu 1,0 a 2,0 %. Ražený profil je podkovovitý o ploše 41 až 45 m², při světlé výšce v dočasném vystrojení 6,05 a šířce 7,30 m.

Komunikační tunel byl ražen jako první podzemní dílo stavby a průběh ražby byl ovlivněn nejen nepříznivými geologickými poměry v úvodní metráži, ale i mechanizací, kterou měl dodavatel stavby zpočátku k dispozici. Počátečních 40 m bylo raženo dělenou čelbou se stupněm, dále potom plným profilem, s použitím trhavin. Dočasné vystrojení bylo prováděno kotvením svorníky, stříkaným betonem a obloukovou výztuží.



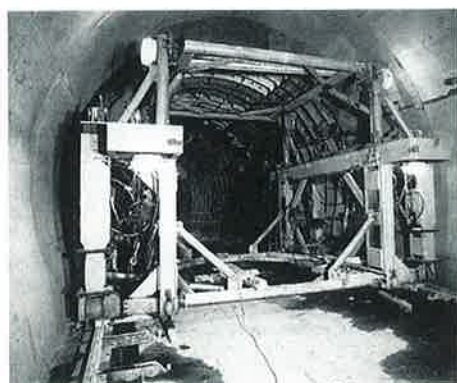
Obr. 1: Přivaděč



Obr. 2: Přivaděč



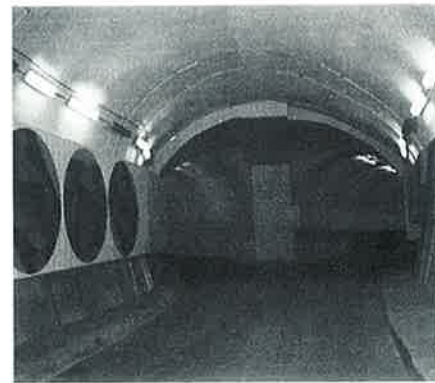
Obr. 3: Odpadní tunel



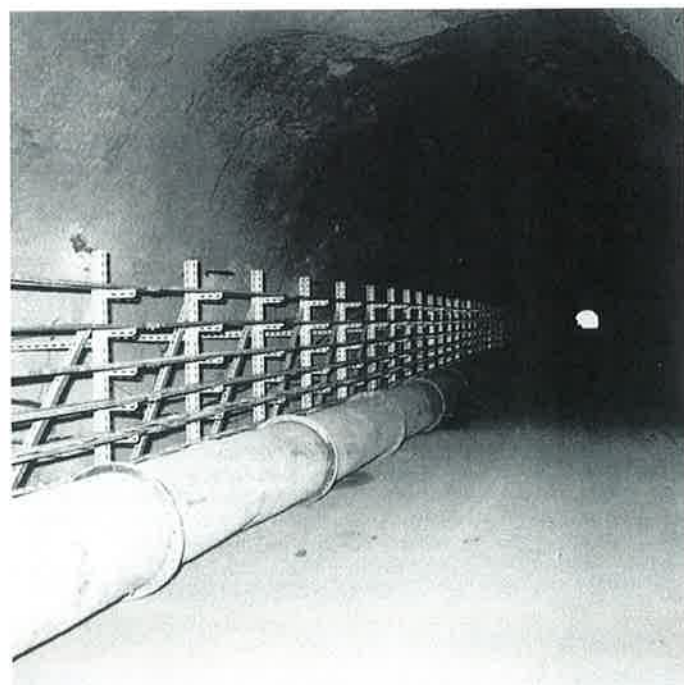
Obr. 4: Přístupový tunel



Obr. 6: Spojovací tunel



Obr. 5: Komunikační tunel



Obr. 7: Větrací štola



Obr. 8: Přístupová štola

Trvalé vystrojení tunelu betonovou obezdívkou bylo prováděno do posuvného bednění. Ve vozovce je osazena kolejová dráha pro dopravu transformátorů. Podkovovitý průjezdný profil max. šířky 6,60 m a výšky 5,30 m umožňuje dopravu těžkých a nadměrných nákladů do podzemní elektrárny a komory traf.

Ochrana tunelu proti podzemní vodě byla provedena pouze injektáží obe-

zdívky z vodostavebního betonu a drenáží rubu obezdívky, což se ukázalo jako nedostačující a vyvolalo odatečná opatření.

Z komunikačního tunelu odbočuje tunel zpřístupňující komoru transformátorů. Tunel má délku 120 m při podélném sklonu 2,0 %. Ražený profil je podkovovitý o ploše 33 až 37 m². Tunel byl ražen plným profilem, klasicky, pomocí trhavín. Dočasné vystrojení bylo prováděno kotením svorníky a stříkaným be-

tonem. Trvalé vystrojení je obdobné jako v komunikačním tunelu. Podkovovitý průřezný profil tunelu 5,10 x 5,30 m byl navržen především pro dopravu rozměrných transformátorů 400 kV.

Přístupový tunel plní řadu funkcí. Během výstavby umožnil zpřístupnění obou odpadních tunelů a prostoru podzemní elektrárny pod úrovní podlahy strojovny. V trvalém provozu zajišťuje přísuv vzduchu do podzemní elektrárny a komory traf a umožňuje vedení kabelových a trubních tras.

Tunel sestává ze tří úseků. Úsek 1 vede od společného portálu s komunikačním tunelem a ústí ve spodních etážích montážního bloku podzemní elektrárny. Tunel má délku 290 m při úpadním podélném sklonu 5,1 a 2,1 %. Úsek 2 odbočuje z úseku 1 a kříží odpadní tunely. Tunel má délku 150 m při úpadním podélném sklonu 6,9 %. Úsek 3 odbočuje z úseku 2 a svislou šachtou ústí do komory traf. Tunel má délku 20 m ve sklonu 1 % a šachtu hloubky 15 m. Ražený profil v úseku 1 a 2 je podkovovitý o ploše 42 až 47 m². Ražený profil v úseku 3 je podkovovitý o ploše 20 m², šachta má profil o průměru 3,40 m o ploše 14 m².

Tunel byl ražen plným profilem s použitím trhavin, počáteční úsek ve výrazně poruchové zóně. Dočasné vystrojení bylo prováděno ocelovou polygonální výztuží, svorníky a stříkaným betonem.

Trvalé vystrojení tunelu v úseku 1 a 2 je vodostavebním betonem do posuvného bednění. Podkovovitý profil má světlou šířku 6,60 m a výšku 5,15 m. V úseku 1 byly do spodní poloviny profilu zabudovány 2 průchozí kabelové kanály a trubní kanál. Trvalé vystrojení tunelu v úseku 3 je stříkaným betonem. Stejně jako komunikační tunel nemá přístupový tunel rubovou izolaci.

Kabelová štola s odbočkou do komory traf byla ražena z podhráží dolní nádrže do klenbové části podzemní elektrárny a komory traf. Obě štoly byly vyraženy jako průzkumná díla za účelem upřesnění geologických poměrů obou podzemních komor a následně byly využity pro vedení kabelů 400 kV z komory traf k rozvodně v podhráží.

Štola má délku 250 m při podélném sklonu 0,6 % odbočka délku 80 m při úpadním podélném sklonu 2,9 %. Ražený profil je podkovovitý o ploše 16 m².

Ražba byla prováděna příbirkou a úpravou tvaru průzkumné štoly. Trvalé vystrojení klenby a stěn je provedeno stříkaným betonem. Štola je rozdělena vestavěnými přepážkami do několika požárních úseků.

Větrací štola s odbočkou do komory traf byla ražena z údolí Jezerního potoka do klenbové části podzemní elektrárny a komory traf. Spolu s kabelovou štolou tvořila dopravní a větrací okruh při vylomu a vystrojení klenby obou kaveren. Následně štoly slouží pro odtah použitého vzduchu z kaveren. Štola má délku 350 m při podélném sklonu 1,2 %, odbočka délku 100 m při sklonu 6 %, vše úpadně. Ražený profil je podkovovitý o ploše 20 m². Ražba byla prováděna plným profilem při použití trhavin. Trvalé vystrojení stříkaným betonem.

Již v průběhu výstavby komory traf se projevovaly zvýšené průsaky klenbou. Možnosti rozsáhlejšího doplňování drenážního systému za provozu díla jsou omezené. Zvláště ochrana klenby komory traf může být problematická. Proto bylo rozhodnuto o dodatečném zřízení **drenážní štoly**. Štola navazuje na větrací štolu a je vedena podél komory traf v úrovni pater klenby. Celková délka štoly je 280 m při podélném sklonu úpadním 1 %. Ražený profil je podkovovitý o ploše 13 m². Ražba byla prováděna plným profilem při použití trhavin, přičemž bylo třeba respektovat hotové konstrukce a probíhající montáž v přilehlých kavernách. Trvalé vystrojení je provedeno stříkaným betonem. Podle

skutečných hydrogeologických poměrů v trase štoly byl navržen systém rozrážek a odvodňovacích vrtů. Zachycené podzemní vody včetně vod přiváděných z větrací štoly a kabelového kanálu k horní nádrži jsou gravitačně svedeny do kanalizace v komunikačním tunelu.

V prostoru dolní nádrže byla vyražena **obtoková štola**, která společně s navazující podpovrchovou odpadní štolou je součástí funkčního zařízení dolní nádrže. Štola odvádí průtoky od spodních výpustí a bezpečnostního přelivu. Celková délka štoly je 250 m o podélném sklonu 4,8 %. Ražený profil je obdélníkový s kruhovou klenbou o ploše 13 až 17 m². Štola byla ražena dovrchně, plným profilem, pomocí trhacích prací, v obtížných geologických podmínkách. Dočasné vystrojení obloukovou výstrojí, svorníky a stříkaným betonem. Trvalé vystrojení betonovou obezdívkou bylo prováděno do posuvného bednění pro světlý profil 3,0 x 3,0 m. Vzhledem k délce výstavby díla a značným rychlostem proudění vody byl povrch obezdívky před ukončením výstavby sanován.

V prostoru horní nádrže byla vyražena **přístupová štola**, která umožňuje přístup ke vtokovému objektu a objektu uzavěří, odvedení vody z drenážního systému dna horní nádrže, vedení kabelových a trubních tras. Štola má celkovou délku 280 m při podélném sklonu 0,8 a 3,3 %. Ražený profil je podkovovitý o ploše 10 m². Štola byla ražena plným profilem, dovrchně, s použitím trhavin. Trvalé vystrojení úseku štoly pode dnem horní nádrže je provedeno betonovou obezdívkou do posuvného bednění. Ostatní úseky jsou vystrojeny stříkaným betonem. Do štoly ústí svislá šachta limnigrafu o délce 22 m a rozměrech 1,55 x 2,75 m, do které byla zabudována potrubí limnigrafické šachtičky a vyvedena na úroveň koruny hráze horní nádrže.

Objekty horní nádrže jsou s dolní nádrží spojeny slaboproudou kabeláží vedenou v kabelovém kanále. V průběhu výstavby byla koncepce kabelové trasy postupně upravována tak, že v konečné podobě jsou kabely uloženy na lávkách v ražených horizontálních a úklonných štolách.

Kabelový kanál odbočuje z větrací štoly, ústí do odvodňovací štoly, ze které dále pokračuje do přístupové štoly na horní nádrži. Úsek mezi větrací a odvodňovací štolou sestává z ležaté části dlouhé 230 m, o sklonu 2 % a úklonné části dlouhé 400 m, ve sklonu 90 %. Ražený profil v ležaté části je podkovovitý o ploše 7 m². Úklonná část má obdélníkový průřez o ploše 6 m². Ražba byla prováděna s použitím trhavin, úklonná část byla ražena dovrchně pomocí plošiny Alimak. Úsek mezi odvodňovací a přístupovou štolou sestává z ležaté části dlouhé 110 m ve sklonu 1,5 % a úklonné části dlouhé 350 m ve sklonu 100 %. Ražený profil v ležaté části dlouhé 110 m ve sklonu 1,5 % a úklonné části dlouhé 350 m ve sklonu 100 %. Ražený profil v ležaté části je podkovovitý o ploše 7 m². Úklonná část má profil kruhový o průměru 2,40 m, o ploše 4,5 m². Úklonná část byla ražena kominovací soupravou Besspadrill, kterou byl úpadně proveden pilotážní vrt a následně dovrchně rozšířen na plný profil. Trvalé vystrojení štoly je stříkaným betonem. Vzhledem k malým rozměrům příčného profilu byla realizace spojena s mnoha obtížemi, které byla dále umocněny dodatečnou instalací samohybných kabin pro dopravu osob v obou úklonných úsecích štoly.

ZÁVĚR

Investorem a provozovatelem díla je ČEZ a. s. Praha, Vodní elektrárny, generálním projektantem AQUATIS a. s. Brno. Vyšším dodavatelem stavební a technologické části byly Ingstav a. s. Opava a ČKD a. s. Blansko.

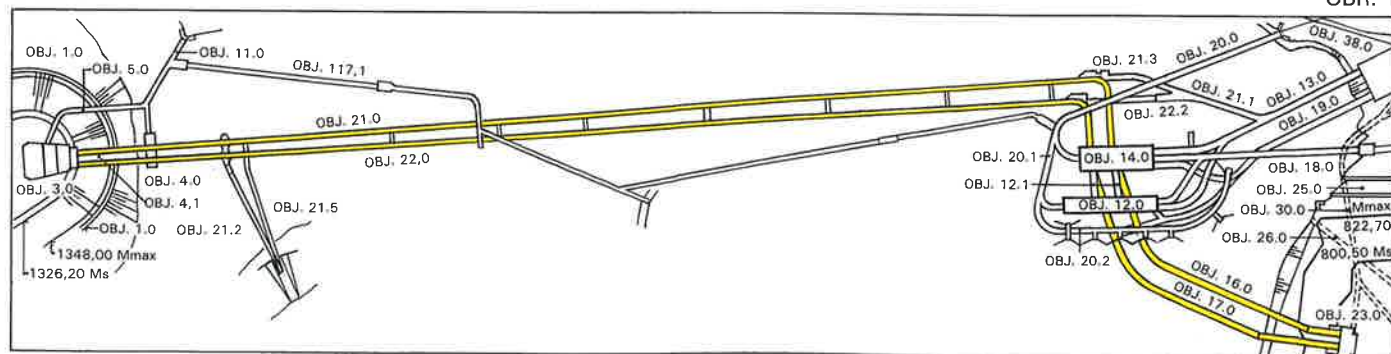
SITUACE DLOUHÉ STRÁNĚ

SITUACE PODZEMNÍCH OBJEKTŮ

PROSTOR HORNÍ NÁDRŽE

PROSTOR PODZEMNÍ ELEKTRÁRNY

OBR. 2



LEGENDA

- OBJ. 1.0 HORNÍ HRÁZ NÁDRŽE
- OBJ. 1.0 KOMUNIKACE NA HRÁZI
- OBJ. 3.0 VTKOVÝ OBJEKT HORNÍ NÁDRŽE
- OBJ. 4.0 OBJEKT UZÁVĚRŮ HORNÍ NÁDRŽE
- OBJ. 4.1 ZAVZDUŠNĚNÍ VČETNĚ ŠACHTY
- OBJ. 5.0 LIMNIGRAF VČETNĚ ŠACHTY
- OBJ. 11.0 PŘÍSTUPOVÁ ŠTOLA HORNÍ NÁDRŽE
- OBJ. 21.0 PŘIVADĚČ Č.1
- OBJ. 21.2 PŘIVADĚČ Č.1 – OKENNÍ ŠTOLA
- OBJ. 21.5 PŘIVADĚČ Č.1 – ŠTOLA K HLK
- OBJ. 22.0 PŘIVADĚČ Č.2
- OBJ. 117.1 KABELOVÝ KANÁL K HORNÍ NÁDRŽI

LEGENDA

- OBJ. 12.0 KOMORA TRAF
- OBJ. 12.1 SPOJKY DO PVE
- OBJ. 13.0 KOMUNIKAČNÍ TUNEL
- OBJ. 14.0 PODZEMNÍ ELEKTRÁRNA
- OBJ. 16.0 ODPADNÍ TUNEL Č.1
- OBJ. 17.0 ODPADNÍ TUNEL Č.2
- OBJ. 18.0 KABELOVÁ ŠTOLA
- OBJ. 19.0 PŘÍSTUPOVÝ TUNEL
- OBJ. 20.0 VĚTRACÍ ŠTOLA
- OBJ. 20.1 VĚTRACÍ ŠTOLA Z KOMORY TRAF
- OBJ. 20.2 DRENÁŽNÍ ŠTOLA
- OBJ. 21.1 PŘIVADĚČ Č.1 – SPOJOVACÍ TUNEL
- OBJ. 21.3 PŘIVADĚČ Č.1 – KOMPRESOROVNA
- OBJ. 22.2 PŘIVADĚČ Č.2 – KOMPRESOROVNA
- OBJ. 23.0 SDRUŽENÝ OBJEKT DOLNÍ NÁDRŽE
- OBJ. 25.0 HRÁZ DOLNÍ NÁDRŽE
- OBJ. 26.0 INJEKČNÍ ŠTOLA
- OBJ. 30.0 OBTOKOVÁ ŠTOLA
- OBJ. 38.0 ZAKLENUTÍ JEZERNÍHO POTOKA



foto č. 9: Přivaděč



foto č. 10: Přivaděč



foto č. 11: Odpadní tunel



foto č. 12: Přístupový tunel

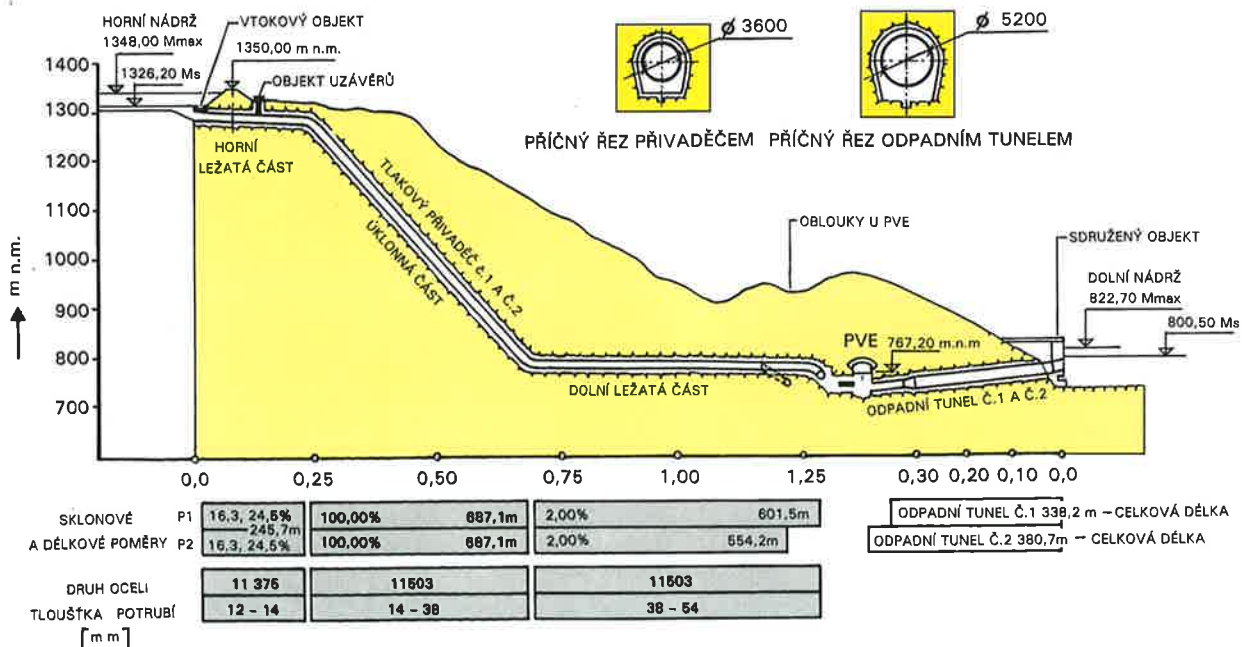
Ražbu a vystrojení štol a tunelů provedla Subterra a. s. Praha, závod Tišnov. Montáž přivaděčů provedly Hutní montáže a. s. Ostrava.

V červnu 1997 se uskutečnil seminář k 1. výročí uvedení díla do provozu. Součástí semináře bylo i vyhodnocení zkušeností z provozu podzemních objektů. Z hlediska podzemního inženýrského stavitelství jsou všechny objekty unikátní díla. Jejich realizace a konečný výsledek snese srovnání s obdobnými podzemními elektrárnami v zahraničí.

LITERATURA

- TUNEL 23. 1. 92 Podzemní kabelové objekty
 TUNEL 23. 2. 92 Přetváření horninového masivu v okolí kaverny PVE Dlouhé Stráně
 Inženýrské stavby 1. 1991 Výlom kaverny hydrocentrály PVE Dlouhé Stráně
 Inženýrské stavby 6. 1996 PVE Dlouhé Stráně - klenba kaverny hydrocentrály, kompletace šikmých částí přivaděčů
 Inženýrské stavby 3. 4. 1998 Konstrukce vysokotlakých přivaděčů na stavbě PVE Dlouhé Stráně

PVE DLOUHÉ STRÁNĚ - ŘEZ HYDRAULICKÝM OBVODEM



REKONSTRUKCE ŽELEZNIČNÍHO TUNELU TELGÁRT

ANTONÍN STRAKA, METROSTAV A. S. - DIVIZE 5
ING. JÁN VOLOCH, ŽELEZNICE SLOVENSKE REPUBLIKY

REHABILITATION OF THE RAILWAY TUNNEL TELGÁRT

THE ARTICLE CONTAINS INFORMATION OF BASIC PARAMETERS OF THE TUNNEL TELGÁRT, CHOSEN FACTS OF THE TENDER AND ABOVE ALL MODIFICATION OF THE REHABILITATION WORK. AUTHORS DEAL WITH THEIR CONCLUSIONS ABOUT COOPERATION WITH OTHER PARTNERS ON THE CONSTRUCTION SITE.

Rekonstruovaný tunel je situován ve východní části obce Telgárt v Nízkých Tatrách, na okraji Tatranského národního parku. Byl vybudován v letech 1931–1933 na jednokolejné trati Margecany–Brezno. Tunel je ražen převážně v oblouku a s trati vycházející z horního portálu tvoří spirálovou smyčku, která překonává výškové převýšení 31,3 m.

TECHNICKÉ PARAMETRY TUNELU

Tunel Telgárt je charakterizován zejména těmito základními technickými údaji:

- délka tunelu je 1239,40 m, z toho 83 m je v přímé trase a zbyvajících část tj. 1156,40 m pak v levém oblouku o poloměru 400 m
- stoupání tunelu 12,5 ‰
- konstrukci tvoří 155 tunelových pásů ražených předválečnou technologií nazvanou „Moderní rakouská tunelovací soustava“ se spodní klenbou a s kamenným obkládaným ostěním od slabých, středních až po silně tlakové typy
- profil tunelu je podkovitého tvaru o rozměrech šířky ku výšce v poměru 5,5/6,0 m.

ZADÁNÍ POPTÁVKY

Koncem roku 1996 vyhlásilo Generální ředitelství Železnic Slovenské republiky, veřejnou soutěž, které se zúčastnili 4 uchazeči (Geomonta Harnanec s. r. o., Báňské stavby Prievidza ve spojení s firmou Slovenské tunely, Hutné stavby Košice a sdružení firem „Tunel Telgárt“). Po ukončení výběrového řízení byla zakázka zadána sdružení firem „Tunel Telgárt“, tvořené firmami Doprastav, a. s. Bratislava a Metrostav Slovakia, a. s. Bratislava. Uvedeným sdružením firem byl vyšším zhotovitelem určen Metrostav a. s. – divize 5.

Předmětem soutěžního zadání byly:

- 1. technologický stupeň – úplná výměna 48 m staticky porušené obezdívky, její nahrazení novým ostěním s mezilehlou celoplošnou fóliovou izolací
- 2. technologický stupeň – odvodnění a utěsnění ostění proti prosakující vodě v délce 472 m
- 3. technologický stupeň – spárování kamenné obezdívky v délce 160 m
- 4. technologický stupeň – místní plombování zvětralého betonového ostění v celkové výměře 81 m²
- termín zahájení: 3. 6. 1997
- termín ukončení: 30. 9. 1997
- termín uvedení tratě do opětovného provozu: 3. 10. 1997

PROVÁDĚNÍ REKONSTRUKČNÍCH PRACÍ

1. TECHNOLOGICKÝ STUPEŇ

Práce spočívaly ve vybourání stávající porušené obezdívky, zasifování výrubu a dostříkání primárního ostění betonovou směsí. Klenba výrubu byla zajištěna v každém záběru v délce 1 m 6 kotvami systému Boltex. K primárnímu ostění byla připevněna drenážní fólie Delta, spolu s drenážními PE trubkami, čímž se vytvořily organizované svodnice zaústěné do odvodňovacího kanálu tunelu. Po zhotovení odvodňovačů primárního ostění byla instalována mezilehlá izolace typu Carbofol PE-S, která byla chráněna před poškozením netkanou textilií Netex. Po smontování příhradové pomocné výtzuže bretex, která sloužila jako šablona tvaru obezdívky, k podopření izolační fólie i k připevnění další výtzuže, bylo nastříkáno definitivní ostění tunelu.

Dva z vybraných pásů (č. 90 a 126) vykazovaly neměnou charakteristiku a jejich sledováním bylo prokázáno, že nedochází k jejich deformacím vlivem horninového tlaku, a tím i k ohrožení statické funkce ostění tunelu. Proto bylo se souhlasem projektanta u těchto pásů od výměny obezdívky upuštěno. Oba uvedené tunelové pásy byly zahrnuty do 2. technologického stupně rekonstrukčních prací.

2. TECHNOLOGICKÝ STUPEŇ

Byl dán několika pracovními činnostmi ve sledu:

- umývání tunelu od sazí a masnot pocházejících z dlouhodobého provozu železniční dopravy
- mělké těsnění spárování mezi jednotlivými kamennými kvádry tunelového ostění
- injektáž tunelových spár pomocí polyuretanových pryskyřic
- vybudování svislých a příčných odvodňovačů

První pracovní činnost spočívala v tom, že byly umyty vybrané úseky tlakovou vodou bez saponátů s ohledem na možnost znečištění horního toku řeky Hron, který nedaleko tunelu pramení. Nejdříve byl použitý čistící stroj Kránzle HD 15–200. Rotační trysky tohoto stroje dokážou vyvinout mycí tlak vody až 180 barů. Na další pracoviště byl nasazen stroj Woma Ecomaster 2000, který může vyvíjet tlaky až do 2000 barů. Tímto strojem se podařilo umýt tunel v celém rozsahu zadání. Vody z tunelu byly po celou dobu rekonstrukce čistěny v mobilní čistírně odpadních vod sloužící zároveň jako nádrž recyklace důlních vod, které byly po přečištění opět použity.

Druhá pracovní činnost byla sestávála z mělkého vybourávání spáry, jejího vyčištění vymytím a následným vyplněním spáry novou spárovací směsí. Po vyplnění a zavaznutí směsí byla spára upravena tak, aby se nelišila od spáry okolní a plnila svoji těsníci funkci.

Třetí pracovní činnost představoval úspěšně odzkoušený postup, u kterého nebyly vybourávány spáry, ale s pomocí polyuretanových pryskyřic byla stará spárovací malta zpevněna a zároveň utěsněna. Pro tento účel byly používány dva druhy PU pryskyřic, dvousložkový Bevedol–Bevedan dodávaný firmou Carbotech–Bohemija a jednosložkový Mediatan 701–I, dodávaný firmou Asmedia-Color s. a. ze Ženevy. Metodika používání Mediatanu 701–I byla úspěšně zpracována při spolupráci firem Asmedia Color s. a. Solem s. a. a Metrostav a. s. – divize 5 úspěšně aplikována při zatěsňování traťových a staničních tunelů pražského metra proti pronikající podzemní vodě. Tento způsob je v současné době cenově nejdostupnější a provozně neschůdnější. Splňuje také všechny požadované podmínky pro sanaci železničních tunelů, u kterých je porušená vodotěsnost kromě případů porušení stability ostění. Obě použité pryskyřice se v prostředí železničního tunelu Telgárt osvědčily a lze je doporučit k dalšímu použití.

Čtvrtá pracovní činnost vycházela z podmínky, že byl znám přibližně rozsah zavodnění za obezdívku tunelu, což bylo zjišťováno sondážními vývrtky za její rub včetně míst silnějších výronů vody z tunelového ostění. V těchto místech byl vybourán po obvodě definitivního ostění pruh o šířce cca 0,4–0,5 m do hloubky 0,5 m. V uvedeném pruhu byl vyvrtán vějíř vývrtů o průměru 42 mm délky 2–3 m, čímž byla odvodněna zavodněná místa za rubem ostění. Voda pak byla svedena do odvodňovacích drážek. Do nich byly vsazovány drenážní trubky, přikryty drenážní Delta fólií, vsazena ocelová výtzuž a konstrukce svodnice byla zastříkána betonovou směsí o síle cca 5 cm. Následně byla přikryta geotextilií zabráňující promrznutí svodnice, přikotvena druhá výtzuž a provedeno definitivní zastříkání betonovou směsí až do konečného lince tunelu. Takto zhotovený odvodňovač byl napojen do příčného odvodňovacího svodu, který byl souběžně pro odvedení vody pod úroveň kolejového svršku vyhlouben. Příčný svod je zhotoven z obetonované PVC trouby o průměru 200 mm zaústěné do tunelového kanálu, kterým je odváděna veškerá voda z tunelu.

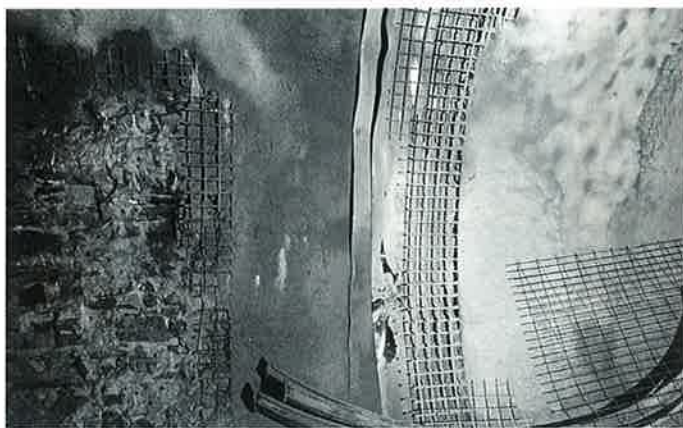
K druhému technologickému stupni rekonstrukčních prací je nutné podotknout, že oprava stabilních, avšak netěsných tunelů měla být prováděna v kombinaci všech čtyř pracovních činností, které mohou zaručit 90–95 % úspěšnost těsnících prací proti průsakům vody.

3. TECHNOLOGICKÝ STUPEŇ

Tyto práce byly směřovány k odstranění závad na spárách ostění, kde by vlivem jejich zvětrání a tím i oslabení mohlo dojít ke statickému porušení celé tunelové obezdívky a tyto závady by již nebylo možné odstranit v rámci 2. technologického stupně. Zvětralé spáry byly postupně vysekávány do hloubky cca 10–15 cm. Jednotlivé kamenné kvádry byly zajišťovány proti posunutí a vypadnutí malými dřevěnými klíny z tvrdého dřeva. Vytvořená spára byla vyplňována spárovací maltou, která po zavaznutí byla upravována, aby těsnila proti vodě. Nejdříve se vysekaly a vyspárovaly vodorovné spáry. Po 5 až 15 dnech, kdy spárovací malta byla dostatečně vyzrálá, byly vytaženy klíny a dospárovaný otvory po nich. Pak bylo zahájeno vysekávání a spárování svislých spár. Tento postup nejlépe vyhovoval skutečnému zatížení ostění, protože vodorovné spáry byly nosné k působícím tlakům. V případě, že voda začala prosakovat nově vytvořenými spárami, bylo přistoupeno k chemické injektáži PU pryskyřicemi z 2. technologického stupně.

4. TECHNOLOGICKÝ STUPEŇ

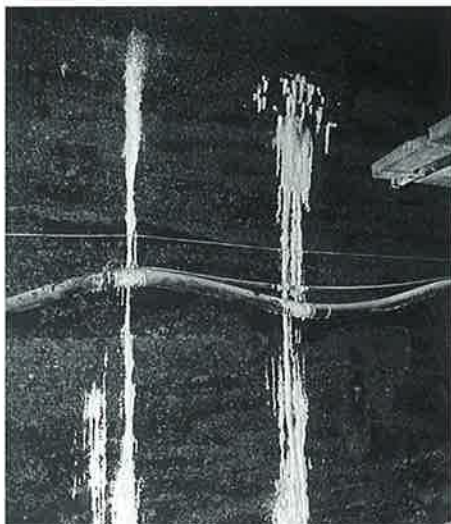
Na betonovém tunelovém ostění v partiích blízkých spodnímu portálu vlivem mrazů došlo k hlubokému porušení betonových opěr do hloubky 5 až 10 cm. Uvedená místa byla nejprve umyta a očištěna od zvětralých vrstev betonu. Následně se provádělo obřezávání porušených míst pilou s kotoučem, která měla osazeny diamantové řezné hroty. Ohraničená místa byla ručně vy-



Obr. 1: Vybouraná původní obezdívka, primární ostění s izolací a nastříkané nové definitivní ostění



Obr. 2: Kamenná obezdívka sanovaná Mediatanem 701-I.



Obr. 3: Betonové opěry tunelu sanované Mediatanem 701-I



Obr. 4: Detail odvodňovací svíslé svodnice, v jejímž okolí je vidět provedené spárování kamenné obezdívky v kombinaci s injektáží PU pryskyřicí Mediatan 701-I



Obr. 5: Náhrada původní obezdívky novou konstrukcí



Obr. 6: Horní portál tunelu Telgárt

sbíjena do hloubky 10 cm a očištěna od zbytků porušeného betonu vymytím tlakovou vodou. Následovalo osazení ocelové výtuzě a zastříkání betonovou směsí až na úroveň okolního definitivního ostění.

ORGANIZACE PRÁCE

Organizace rekonstrukčních prací byla ztížena tím, že se jednalo o jednokolejnou železniční trať, což kladlo značné nároky na řízení obslužných vlaků. Přes všechnu snahu se vždy nepodařilo seřadit vlak tak, aby nedocházelo k prostojům z titulu dopravy. Ty pravidelně vznikaly například tím, že pracoviště v horních partiích tunelu potřebovala dovézt materiál či odvézt stavební suť a přitom všechna pracoviště pod nimi musela přerušit práci po dobu průjezdu vlaku. S postupem realizace rekonstrukčních prací se optimálním plánováním činností podařilo prostoje snížit na minimum.

ZAJIŠTĚNÍ PRACOVNÍMI SILAMI

Metrostav a. s. – divize 5 jako hlavní zhotovitel využil práce a zkušenosti pracovníků různých slovenských firem, s jejichž vedením dohodl podmínky postupného využití pracovních sil podle narůstající potřeby stavby. Hlavním záměrem bylo zaměstnat v co největší míře občany SR z oblasti Telgártu. Tento cíl se podařilo splnit a tak do Telgártu byli vysláni pouze technici a vedoucí čt v celkové počtu 18 zaměstnanců divize 5. Uvedené zastoupení v porovnání až se 130 pracovníky stavby činilo pouze 13,84 % z celkového počtu zástupců všech zúčastněných pracovních profesí.

SPOLUPRÁCE S ŽELEZNICEMI SLOVENSKÉ REPUBLIKY

Nelze opomenout spolupráci s pracovníky ŽSR, kteří se nemalou měrou zasloužili o zdárný průběh a dokončení celé rekonstrukce. Úzká spolupráce sestávala zejména v zajišťování potřebných služeb na nádraží v Telgártu, kde bylo nutné provádět jak přeřazování vozů, tak skladovat materiál potřebný pro rekonstrukci tunelu i dočasně deponovat stavební suť. Bez velmi dobré a operativní spolupráce právě s pracovníky ŽSR by zahájení vlastních rekonstrukčních prací bylo pomalé a byl by ohrožen konečný termín dokončení i pevně plánované zahájení provozu v rekonstruovaném tunelu.

SDRUŽENÍ „TUNEL TELGÁRT“

Významnou roli při rekonstrukci tunelu mělo také firemní sdružení „Tunel Telgárt“. Zejména vedoucí firma Doprastav, a. s., Bratislava, svým působením napomohla k úspěšnému dokončení společné akce a to nejenom v průběhu výstavby. Již před vlastním zahájením rekonstrukčních prací Doprastav, a. s. – závod Zvolen ve spolupráci se střediskem speciálních prací Metrostav a. s. – divize 5 vybudoval během dvou týdnů zařízení staveniště. Nemalou zásluhou vedoucí firmy sdružení, bylo vyřízení všech potřebných povolení k záboru stavby a k její realizaci a rovněž hladké projednání likvidace stavební suť a zbytků hmot po chemických injektážích.

ZÁVĚR

Závěrem je možné konstatovat, že zakázka na tunel Telgárt byla úspěšnou akcí, kterou Metrostav a. s. – divize 5 rozšířila okruh svých činností o rekonstrukci a zatěsnění podzemních železničních liniových děl. Termíny a úkoly dané ve veřejné soutěži byly díky vzájemné spolupráci všech zúčastněných stran beze zbytku splněny.

TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI

POKLADY V JIHOAFRICKÉM PODZEMÍ

Nevím přesně, jak byla Afrika ve svém jižním cípu rozdělena v půli minulého století, ale dnes je Kimberley hlavním městem provincie Northern Cape Jihoafrické republiky. V africkánštině to zní takto: hoofstad van Suid-Afrika se Noord-Kaap Provincie. Město samo leží v nadmořské výšce 1197 m v typicky kontinentálním klimatu zhruba na 28. stupni jižní šířky. V létě průměrně 30 °C, ale v zimě klesají večerní teploty až na 6 °C.

HEUREKA!

Psal se rok 1866. Místo: farma De Kalk poblíž Hopetownu. Stalo se, že na břehu řeky Orange našel mladý Erasmus Jacobs pěkný žlutavý obláček. Kdyby tenkrát tohoto teenagera napadlo, že jeho nález povede k velké jihoafrické diamantové horečce, mohl již on vzkřiknout „Heureka!“ – a pojmenovat tak ten památný žlutý, tj. říční diamant o váze 21,25 karátů, pro který se tehdy náhodou shýbl.

To však bylo souzeno až hopetownskému farmáři jménem Schalk van Niekerk a pasákovci ovcí Zwartbooi, kteří přilákali hledače pokladů z širého světa do provincie Northern Cape.

Van Niekerk neváhal prodat všechn svůj majetek, aby získal skvostný diamant o váze 83,50 karátů, který se stal slavný pod jménem Star of South Africa. Jeho objev přiměl koloniálního sekretáře Sira Richarda Southeye, aby předvídavě prohlásil: „To je kámen, na němž bude spočívat budoucí rozkvět Jižní Afriky.“ Epidemie diamantové horečky mohla začít.

KIMBERLEY – AFRICKÁ KLONDIKE

Představe si, že jako farmář najdete diamanty ve zdech svého statku. Nebo, že váš pracovník se jednou vrátí z pole s něčím, co se později ukáže jako největší nález století. To jsou jen dvě z mnoha neobyčejných událostí, které ilustrují pestrou a pohnutou historii Kimberley a které infikovaly diamantovou horečku do celé oblasti.

Kopec zvaný Colesberg Kopje, kde 16. července 1871 našel diamanty Fleetwood Rawstorne, proslul později jako Kimberly Mine, častěji však nazývaný Big Hole, což



Dnes již opuštěná BIG HOLE

znamená spíš Velká díra než Velká jáma, a stal se nejslavnějším diamantovým dolem na světě.

Desítky tisíc prospektorů se sjelo ze všech koutů světa, aby zde vykolíkávali své claimy. Bývalý pahorek rychle mizel před očima jako výsledek jejich horečné činnosti a brzy se začal měnit v jámu, která postupně dosáhla mohutných proporcí. Kolem jámy vyrostlo sídliště a dalo základ novému městu New Rush. Mnoho prospektorů žilo ve stanech, jiní postavili malé domy ze dřeva a plechů. V roce 1873 bylo město přejmenováno na počest hraběte z Kimberley, britského státního sekretáře pro kolonie (on název New Rush spadá totiž v tmnější řeči do houbařské terminologie).

DIAMANTOVÍ MAGNÁTI

Ve dvanácti lokalitách se kdysi prodralo pod vysokým tlakem zemské magma skalním příkrovem k povrchu. Jen v pěti případech však dosáhl tlak hodnot potřebných k modifikaci uhlíku na diamanty. Tak vzniklo v okolí Kimberley pět nalezišť, které byly původně rozděleny na claimy 30 x 30 stop mezi jednotlivé prospektory. Dnes se těží na třech šachtách: Dutoitspan, Bullfontein a Wesselton.

Podle legendy ti, kteří byli úspěšní, žili v nekonečných pitkách, připalovali si cigára bankovkami, zatímco ženy se koupaly v šampaňském. Ale čím se těžilo hlouběji, tím rychleji rostl na Big Hole chaos. Nebylo dne bez bitek a výtržností. Bylo třeba zavést pořádek.

Na scéně se objevil Cecil John Rhodes, syn venkovského faráře, a vznětlivý herec Berney Barnato. Oba odcestovali z Anglie z rozličných důvodů, ale nakonec se jim vyplnil stejný sen: kontrola nad všemi diamantovými doly kolem Kimberley.

Rhodes ovládl De Beers Mine, zatímco Barnato se stal výkonným šéfem společnosti Kimberley Central Mining Company. Mezi těmito muži trval neustálý boj, až konečně v roce 1888 byl Barnato dohnán k odprodeji Rhodesovi. Za vlády pětáctiletého Rhodese Kimberley vzkvétalo, diamantový průmysl se stabilizoval a jeho společnost De Beers Consolidated Mines Ltd. se stala monopolní na světovém diamantovém trhu. To byl počátek jednoho z nejvýznamnějších a nejdůležitějších podniků naší epochy.

BIG HOLE

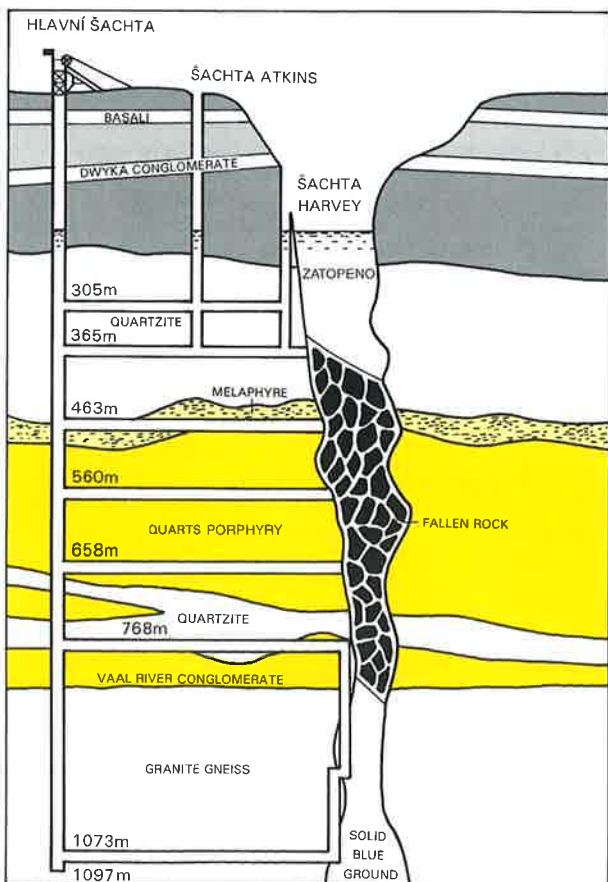
Kdysi kopec slávy, dnes jáma plná vody, s povrchu vytěžená do hloubky 215 m. Zaujímá plochu 17 hektarů a její obvod měří 1,6 km. Vedle jámy jak včera opuštěná šachta s těžním vrátem, jehož kola se zastavila před 83 roky. Na koleji hunty, tři z nich naplněny skleněnými úlomky. To pro představu, kolik se na této lokalitě vytěžilo diamantů – bylo jich 14 504 566 karátů, což představuje 2 722 kg.

Když se těžba s povrchu s rostoucí hloubkou jámy přestala vyplácet, přešlo se na důlní provoz. Postupně vznikla šachta Harvey, Atkins a konečně byla ve vzdálenosti cca 350 m severně od jámy vyhloubena hlavní těžní šachta až do 1097 m. Z ní byly vyraženy v sedmi etážích přístupové štoly vedené ke kimberlitovému jádru. Geologický profil je patrný z obrázku. Pevná hornina je 90 m pod terénem, horizont podzemní vody v 165 metrech a jejich hloubka v dnes již částečně zasypané jámě činí 230 m. Za dobu provozu až do jeho zastavení 14. srpna 1914 bylo vytěženo celkem 22 500 000 t horniny.

Technologický postup těžby a získávání diamantů se za celých těch více než století příliš nezměnil. Můžete si to ověřit porovnáním exponátů v hornickém muzeu a skanzenu zřízeném u Big Hole se současným stavem na nejbližší avšak dosud provozovatelné kimberlejské šachtě Bullfontein Mine.

Vytěžené diamanty putovaly k dalšímu zpracování jen v malé míře do jihoafrického Johannesburgu, velká většina jich skončila v brusírnách v Amsterdamu a Antverpách. Dnes kráší ženy všech kontinentů a jako zajímavost z oboru důlní činnosti se zpráva o jejich původu a pohnuté historii dostala i do našeho „Tunelu“.

Ing. Karel Matzner



BIG HOLE, příčný řez S-J

ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ ITA/AITES

MEZINÁRODNÍ SYMPOSIUM ROCK SUPPORT V NORSKU

Periodická mezinárodní konference, zaměřená na problematiku stability podzemních výrubů, způsobů navrhování a projektování jejich výztuže a metod zpevňování a stabilizace hornin, se konala ve dnech 22.–25. června v Lillehammeru (Norsko). Symposium bylo organizováno norskými odbornými organizacemi a sponzorováno ITA/AITES a ISRM (Mezinárodní společnost pro mechaniku hornin).

Reprezentativně obsazené konference se zúčastnilo na 150 odborníků z 25 zemí a bylo na ní prezentováno 65 odborných referátů, rozdělených do 3 sekcí:

- navrhování a projektování výztuže
- metody a zařízení
- realizace a zkušenosti.

Z hlediska skladby zúčastněných odborníků a zaměření příspěvků bylo patrné, že v této oblasti dochází ke sblížení všech oblastí podzemních činností, tedy tunelářství, hornictví a podzemního stavitelství, řešená problematika se často prolíná a odborníci z těchto oblastí nacházejí společný jazyk. Charakteristickým rysem přednesených prací je snaha o dolažení řešených problémů až do stadia jejich praktického využití v projekční nebo provozní praxi.

Tematika jednotlivých referátů poměrně přesně odpovídá v současnosti používaným metodám vyztužování a stabilizace v podzemních výrubů. V první (a nejrozsáhlejší) odborné sekci byla největší část příspěvků zaměřena na problematiku kotvení výztuže a stříkaného betonu. Zejména kotvení výztuže je předmětem intenzivního teoretického i laboratorního výzkumu, zabývajícího se rozložením a přenosem kotveních sil mezi kotvami a horninovým prostředím, vlastnostmi výplňových tmelů, matematickým modelováním těchto prvků, jakož i metodami jejich výpočtu a navrhování. Předmětem zkoumání je i funkce opěrných podložek a patek, případně aktivace a předpínání kotveních prvků. Pozornost je věnována všem druhům kotvěv – tyčovým lepeným i frikčním svorníkům a lanovým a kabelovým kotvám.

Problematika stříkaného betonu zahrnuje jednak způsoby a kritéria navrhování této technologie, jednak výsledky laboratorního a teoretického zkoumání stříkaného betonu včetně funkce ocelové svařované mřížoviny. Z uživatelského hlediska jsou velmi zajímavé příspěvky, které

popisují rozdílné typy stříkaného betonu z hlediska deformačních schopností a zabývají se kritérii pro aplikaci těchto rozdílných typů v různých podmínkách (autoři E. Grov, O. T. Blindheim – Norsko), dále příspěvek R. Pottlera (SRN), který srovnává účinnost a stabilitní funkci svorníkové výztuže na jedné a stříkaného betonu na druhé straně a konečně výsledky dlouhodobých měření a sledování chování stříkaného betonu v norských tunelech (A. Myrvang – Norsko).

Jednotlivé referáty se zabývají i dalšími druhy výztuže podzemních výrubů, jako je ocelová oblouková a rámová výztuž, tzv. drátkobeton, ocelové a svařované pažení apod.

Pro čtenáře tohoto časopisu je velmi zajímavý příspěvek O. T. Blindheima (Norsko), zabývající se tzv. Norskou tunelovací metodou (NMT), který se pokouší odpovědět na otázky, týkající se obsahu tohoto pojmu, toho, zdali jde o skutečnou tunelovací metodu, zda oprávněně nese název „norská“ apod. Autor dochází k závěru, že pojem NMT představuje v první řadě obchodní značku, která však obsahuje kompletní soubor technologií pro průzkum, projektování, ražení a vyztužování podzemních děl, respektující výsledky měření a pozorování in situ a vedoucí k ekonomickému způsobu realizace. Metoda má mnoho společných rysů s moderními metodami jako je NATM a její norská charakteristika je dána především tím, že její realizace a aplikace je předmětem činnosti většiny norských tunelářských firem.

Konference byla provázena zajímavými exkurzemi po významných tunelových a podzemních stavbách, o něž v Norsku rozhodně není nouze, ať již jde o dopravní nebo hydrologické tunely v hlavním městě Oslo, nebo proslulou podzemní sportovní a kulturní halu v Gjøviku.

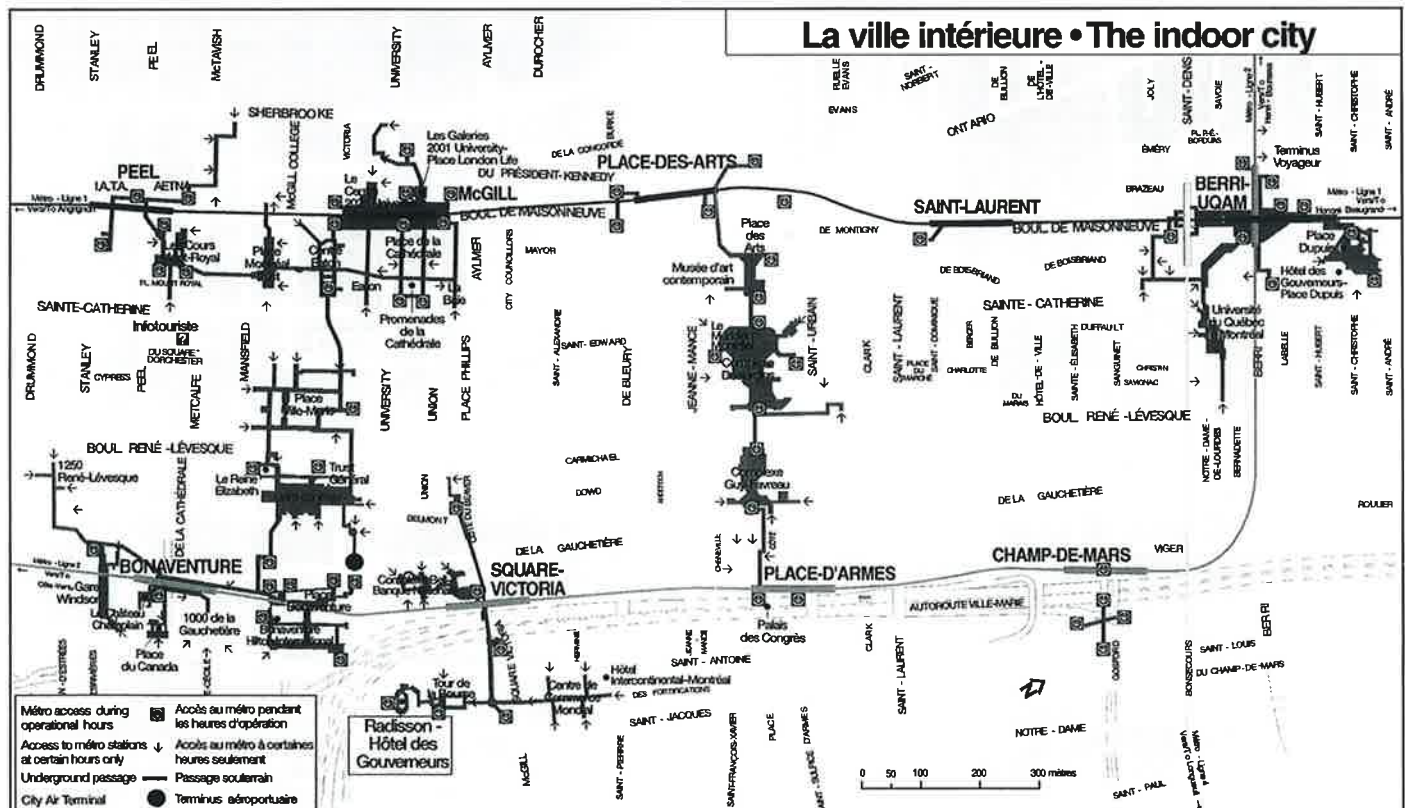
Ing. Richard Šňupárek CSc.

MEZINÁRODNÍ KONFERENCE V MONTREALU

„Underground Space: Indoor Cities of Tomorrow“ se konala pod záštitou ITA/AITES na přelomu září a října již po sedmé.

Ten název nebyl vybrán náhodně a právě v Montrealu již dnes dochází svého naplnění, neboť město je proslulé bohatou infrastrukturou umístěnou v podzemí, v pasážích a suterénech, pod komunikacemi a budovami. K výsledkům konference se vrátíme v příštím čísle. Dnes jen pro zajímavost připojujeme mapku, která zachycuje hlavní podzemní prostory ve městě. Kanadáné si pro ně zvolili název „Indoor city“, my pro tento případ pojmenování nemáme, snad tedy „město pod zemí“. Je tu zřejmá souvislost i s orientací našich tunelářských konferencí „Podzemní stavby“, které hodláme do budoucna zaměřovat především na podzemní urbanismus s jeho ekologickými aspekty.

Ing. Karel Matzner



**Z ČINNOSTI
ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ
ZAJINTERESOVANÝCH
DO PODZEMNÍCH STAVEB**

ČINNOST SEKCE SILNIČNÍ TUNELY SILNIČNÍ SPOLEČNOSTI, SILNIČNÍ KONFERENCE 97

Činnost sekce Silniční tunely Silniční společnosti Praha v roce 1997 byla zaměřena zejména na:

- vydání Technických podmínek ministerstva dopravy ČR pro technologické vybavení silničních tunelů; tyto podmínky, které prodává jejich zpracovatel Eltodo a. s. Praha, byly poprvé k dispozici na konferenci Podzemní stavby '97
- ve čtvrtém čtvrtletí dokončení kapitoly 7 Tunely Technických kvantitativních podmínek téhož ministerstva pro dokumentaci staveb pozemních komunikací, jejichž zpracovatelem a distributorem bude Pragoprojekt Praha a. s.
- zahájení revize ČSN 73 7507 Projektování tunelů pozemních komunikací

Všech uvedených činností se v průběhu roku 1997 účastnili také členové společnosti ITA/AITES, kteří byli přizváni ke zpracování, event. připomínkování podkladů.

Ve dnech 7. a 8. 10. 1997 proběhla ve Zlíně Silniční konference 1997, která jako každoročně, završovala činnost této společnosti v uvedeném kalendářním roce. Prvního jednacího dne konference se zúčastnil osobně pan ministr dopravy ČR Ing. Martin Říman.

Základní informace získané na uvedené konferenci lze shrnout takto:

Omezený objem investic do programu rozvoje dálnic a čtyřpruhových komunikací v příštím období bude soustředěn na úseky sítě těchto komunikací v následujícím pořadí priorit:

- dokončení dálnice D5 včetně výstavby obchvatu města Plzně,
- dokončení dálnice D6 na hranici se SRN s uvedením do provozu v roce 2003,
- výstavba dálnice D11 úseku Poděbrady – Hradec Králové,
- některé úseky dálnice D1 a D47 zejména úsek Bělouš-Lipník,
- západní část dálničního okruhu hlavního města Prahy.

Omezené investice do programu výstavby silnic budou soustředěny na:

- rozestavěné úseky
- přístupy k hraničním přechodům
- úpravy mezinárodních silnic procházejících územím ČR
- nápravy havarijních stavů mostů a přetížených úseků komunikací
- obchvaty měst a sídel
- řešení dopravních problémů velkých městských aglomerací

Snížení objemů investic v celém rozsahu sítě pozemních komunikací bude rovněž ovlivňováno rozhodnutím o počínaje r. 1998 každoročním zvyšováním prostředků vynakládaných na opravy a údržbu stávající sítě pozemních komunikací. V období do roku 2000 se předpokládá zvyšování těchto prostředků každoročně o 10 %, od r. 2001 o 15 %.

Činnost sekce Silniční tunely Silniční společnosti byla na Silniční konferenci '97 prezentována organizováním exkurze konference na stavbu VMO Pražská radiála v Brně. Ve vystoupení sekretáře sekce byla rovněž připomenuta skutečnost uvedení do provozu třech tunelových úseků na síti pozemních komunikací v období do konce letošního roku a tlumočeno pozvání k účasti na následující konferenci Podzemní stavby 97, zejména její část Dopravní tunely.

*Ing. Jiří Smolík
sekretář sekce*

**ZPRAVODAJSTVÍ
ČESKÉHO
TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES**

Konference PS'97 byla vyvrcholením činnosti ČTuK v tomto roce. Zúčastnilo se jí celkem 270 hostů z ČR a 11 zemí světa. Konferenci s přehledem řídil předseda přípravného výboru prof. Ing. Barták DrSc a úvodní slovo přednesl primátor hl. města Prahy RNDr. Jan Koukal, předseda ČTuK Ing. Jindřich Hess a za výkonný výbor ITA/AITES prof. Dr. Ing. Alfred Haack. Paní J. Pérez – Cerezo promluvila z hlediska problematiky pracovní skupiny ITA/AITES „Podzemní díla a životní prostředí“, která by měla být nosným tématem našich konferencí i do budoucna. Její projev bohužel nesplnil naše očekávání. Na stejné téma orientované na ČR pak velmi úspěšně vystoupil Ing. Miloslav Novotný, člen předsednictva ČTuK. Se zkrácenou formou jeho úvodního příspěvku se můžete seznámit v tomto čísle našeho časopisu.

Do sborníku konference přispělo svými příspěvky 66 autorů, z toho k 1. tématu (Podzemní stavitelství z hlediska urbanismu a ekologie...) 17, k 2. tématu (Dopravní tunely) 36, k 3. tématu (Sanace a rekonstrukce podzemních staveb) 13. Z nich pak bylo vybráno 31 příspěvků k přednesení na konferenci (11, 12 a 8).

Mimo to byly předneseny pečlivě zpracované a obsažné generální referáty k jednotlivým sekcím, které jsme publikovali v předešlém čísle.

V rámci diskuse pak vystoupili další řečníci. K jednotlivým námětům se jistě budeme na stránkách „Tunelu“ vracet.

Velký zájem byl i o exkurze na vybrané stavby. Zúčastnilo se jich přes 80 hostů, z toho přes 50 volilo kombinaci kolektorů se Strahovským tunelem a na 30 kombinaci kolektorů s dvoukolejovým tunelem na metru.

Ing. Karel Matzner



Z exkurze – před portálem tunelu Mrázovka

ZPRAVODAJSTVO ZO SLOVENSKÉHO TUNELÁRSKEHO KOMITÉTU

V období 3. a 4. štvrtroku 1997 sa jednotlivé členské organizácie zúčastňovali podľa svojho profesného zamerania na prehľadovaní ďalšej prípravy tunelových stavieb v rámci dálnickej siete SR.

Konkrétne ide o dva tunely a to najdlhší tunel na dálnici Višňové o dĺžke 7 700 m, kde bol pripravený a začatý inžiniersko geologický prieskum (GEOHYKO) a bol súťažou vybraný projektant, ktorým sa stal GEOCONSULT Bratislava.

Druhým tunelom, ktorý sa dostal už do štádia súťaže na dodavateľa je tunel Horelica (570 m), ktorý je súčasťou obchvatu Čadec, čo je jednou zo stavieb tahu D-18 zo Žiliny na hranice Poľska.

Katedra geotechniky Slovenskej Technickej Univerzity v Bratislave pripravila a uskutočnila už 3. ročník konferencie Geotechnika 97 za účasti značného počtu odborníkov zo Slovenska, Čiech a aj niekoľkých zahraničných účastníkov.

Výbor STK v tomto období zasadal dvakrát pričom na prvom zasadnutí riešil niektoré finančné otázky a stav uhradení členských príspevkov svojich organizácií. Na svojom druhom zasadnutí riešil prípravu ďalšej mezinárodnej akcie pre rok 1998 v spolupráci s Domom techniky v Žiline, ktorou bude symóziom a výstava o tunelovej výstavbe na Slovensku pod názvom „Tunely '98“. Akcia sa uskutoční vo dňoch 2.-5. júna 1998.

Ďalšou významnou činnosťou bola príprava a účasť našich členov na mezinárodnej konferencii v Prahe „Podzemné stavby '97“. Tu sme zabezpečovali prezentáciu akútnej činnosti na výstavbe tunelových stavieb na Slovensku vo forme prednášok a príspevkov do zborníka.

Ďalej výbor pripravuje valné zhromaždenie na 4. štvrtrok 97 a prebieha intenzívna príprava uvedenej akcie „Tunely '98“.

Ing. Juraj Keleši
Předseda STK

DODATEK K ČLÁNKU „GEOLOGICKÉ POMĚRY TRASY IV C METRA“ ZVĚŘEJNĚNÉM V PŘEDCHOZÍM ČÍSLE TOHOTO ČASOPISU

Ze závěru článku by mohl vzniknout dojem, že vše, co bylo třeba v oblasti inženýrsko-geologického průzkumu provést, bylo již provedeno a je možné tuto kapitolu uzavřít. Odborná veřejnost by však mohla vznést výhrady a je třeba říci, že ne zcela neoprávněně. Považuji proto za prospěšné tímto dodatkem situaci objasnit.

Článek byl koncipován za účelem seznámit širší čtenářskou obec s tím, co bylo až dosud v oblasti inženýrsko-geologického průzkumu vykonáno a zároveň stručnou formou podat informaci o geologických poměrech na trase. Domnívám se, že tato podmínka byla dostatečně splněna.

Co se týká otázek kolem další činnosti v oblasti inženýrsko-geologického průzkumu, je třeba mít na zřeteli především uvažované technologie výstavby jednotlivých úseků trasy a navazující znalosti geologických poměrů těchto úseků.

Podrobný inž. geologický průzkum v oblasti řeky Vltavy byl vzhledem k uvažované technologii výstavby t. j. hloubením (jimkováním) proveden v dostatečném rozsahu. Jiná je však situace v úseku, jehož realizace je uvažována metodou NRTM. Podrobný průzkum, který v této oblasti realizovala v letech 96 až 97 firma IKE Praha, přinesl celou řadu nových poznatků a to zejména o stavbě hornin skalního podloží. Po zpracování a následném vyhodnocení průzkumných prací bylo více než zřejmé, že pro další hlubší poznání geologické stavby území je žádoucí na tyto práce navázat další etapou.

V této takzvané doplňující etapě se doporučuje zaměřit pozornost zejména na úseky, které jsou z tunelářského hlediska více exponované, jako jsou portály, stanice Kobylisy a její blízké okolí a stanice Ládví. Osobně se domnívám, že této etapě by měla být věnována stejná, ne-li větší pozornost než etapám předcházejícím.

Realizace těchto prací však bude záviset především na finančních možnostech investora stavby, kterým je město Praha. Vzhledem k nevyhovujícímu současnému řešení dopravní obslužnosti severní části města a negativním dopadům na životní prostředí z toho plynoucích, by bylo prospěšné tento problém urychleně vyřešit. Dovolují si tvrdit, že výstavba úseku IV C metra je tím vhodným řešením.

Z uvedeného je doufám zřejmé, že otázkám inženýrsko-geologické činnosti na trase IV C metra hodláme i nadále věnovat maximální pozornost. Snahou všech, kteří jsou v této problematice zainteresováni, je získat co nejvíce dalších informací o geologických poměrech a zajistit tak následný zdárný průběh výstavby této tak pro město potřebné dopravní investice.

Jiří Růžička
IDS Praha



Z ražby tunelu Branisko, kde se na čelbě po odpalu tunelářům zjeví silueta sv. Barbory (foto Banské stavby a. s. Prievidza)



METROPROJEKT

METROPROJEKT PRAHA

akciová společnost

I.P.Pavlova 2/1786, 120 00 Praha 2, Česká republika

Zajišťujeme veškerou přípravnou, projektovou i prováděcí dokumentaci, autorský dozor a inženýrskou činnost ve všech oblastech inženýrských, dopravních i pozemních staveb, ekologických staveb, technologických zařízení, mobilních strojů, zařízení a řídicích systémů

NEJEN PRAŽSKÉ METRO REPREZENTUJE NAŠI PRÁCI

Spojení: Ředitel společnosti
Technický a výrobní náměstek
telefonní ústředna: 420-2/2421 4382

tel.: [420]-(0)2/96 204 120
tel.: [420]-(0)2/96 204 124
fax: [420]-(0)2/96 204 122

ingutis inženýrská společnost s r. o.

Thákurova 7, 166 29 Praha 6, ČVUT Fakulta stavební

Zajišťujeme veškerou přípravnou, projektovou i prováděcí dokumentaci, autorský dozor a inženýrskou činnost ve všech oblastech staveb inženýrských, podzemních, pozemních a v oborech městského inženýrství, geotechniky a životního prostředí

Zkušenosti, kvalita

tel. 00420/02/325790, 24354363, 24353852, fax 00420/02/3112823

E-mail: ingutis@traveller.cz

INŽENÝRSKÁ KANCELÁŘ PŘI ČESKÉM TUNELÁŘSKÉM KOMITÉTU ITA/AITES

IČO 49629972

*nabízí orgánům státní správy a samosprávy, investorům, projektantům
a dodavatelům objektivní vysoce kvalifikované*

- **expertízy** všech typů studií a projektů z oblasti podzemního urbanismu a podzemních staveb
- **návrhy a posuzování**
 - hloubených i ražených podzemních staveb
 - sanační opatření a rekonstrukční postupy při zakládání staveb a podzemní stavitelství
 - využití stávajících i nových podzemních prostor pro účely ukládání odpadů, skladování energetických médií, zásobování vodou, čištění odpadních vod, garážování apod.
 - stability skalních stěn
- **konzultace** koncepčních i dílčích problémů inženýrské geologie, mechaniky hornin, zakládání staveb a podzemního stavitelství

Kontaktní adresa:
Ing. Karel Matzner
Sekretariát Českého tunelářského komitétu ITA/AITES
Dělnická 12
170 04 Praha 7
Tel./fax: 66793479



SATRA spol. s r. o.
Sokolská 32, 120 00 Praha 2

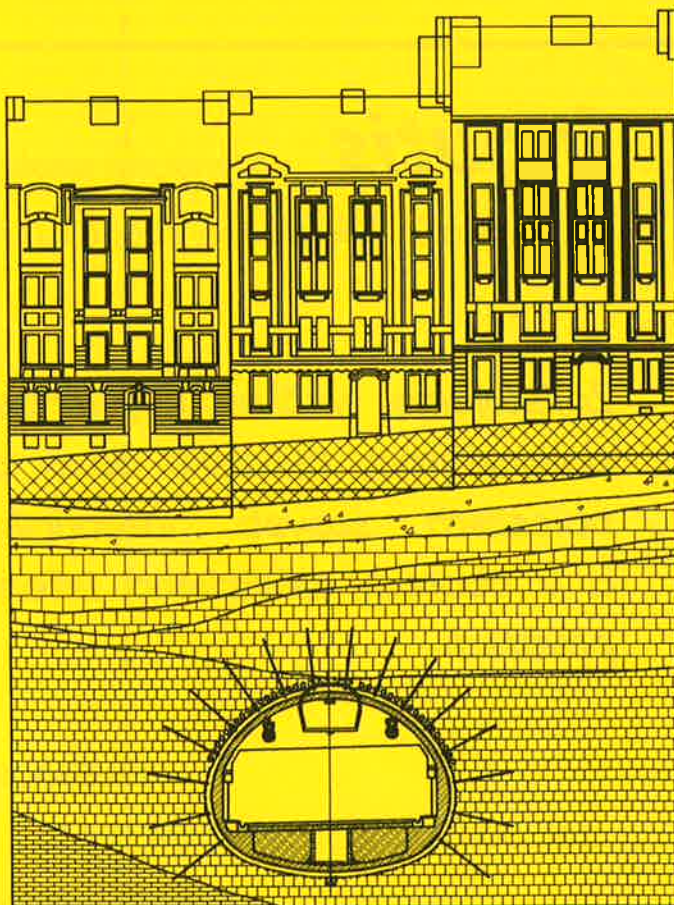
tel. 24 26 68 08, 24 26 68 10
fax. 24 26 71 73, 96 18 06 03
e-mail SATRA@pha.pvtnet.cz

zajišťuje

projekční činnost, architektonický design
a inženýrskou přípravu realizace staveb

v oborech

- tunely, štoly, šachty, monolitické podzemní objekty
- inženýrské sítě, zvláštní zakládání
- technologická vybavení inženýrských a pozemních staveb
- bytové, občanské, výrobní a průmyslové stavby





Konferenci zahájil primátor hl. m. Prahy RNDr. Jan Koukal



Ing. J. Perez-Cerezo, WG 15 ITA/AITES, uvedla hlavní téma – podzemní urbanismus



O exkurze na Strahovský tunel s Mrázovkou, dvukolejný tunel metra i kolektory v centru města byl živý zájem. Účastníci před jižním portálem ST.



Malý sál Kongresového centra zaplnilo 270 účastníků

Podzemní stavby '97



Ve vzduchotechnickém kanále ST



Hosté z Indie před portálem průzkumné štoly Mrázovka



Z prohlídky technologického vybavení ST



BANSKÉ STAVBY, a. s. PRIEVIDZA

Košovská cesta 16, 971 74 Prievidza, Tel.: 0862/423081, fax: 0862/424 494



Putujeme od stavby k stavbe, aby sme naplnili zámery investorov a zhmotnili návrhy projektantov tak, aby stavby slúžili na to, načo boli určené.



Usilujeme sa o to, aby sme každej stavbe, ktorá prešla našimi rukami, vtláčili pečať kvalitnej práce a ďalej aby bola postavená v krátkom čase, ako je to len možné, a za primeranú cenu.



Našu odbornú spôsobilosť v podzemnom stavebníctve uplatňujeme najmä v sortimente tunely, šachty, kolektory, kanalizačné ťahy, hyrotechnické diela, klenbové mosty.

PODZEMNÉ STAVBY PRE ÚŽITOK ĽUDÍ

BANSKÉ STAVBY, a. s. – obchodné zastúpenia

Bratislava

Krajná 29
812 00 Bratislava
Tel.: > 07/237 287
Fax: 07/237 287

Spišská Nová Ves

Letecká 37
052 01 Spišská N. Ves
Tel.: 0965/282 10
Fax: 0965/210 12

Praha – ČR

Dolní Chabry
180 00 Praha 8
Tel.: 02/683 2766
Fax: 02/683 2766

Ibbenbüren – SRN

Zechenstrasse
D 494 79 Ibbenbüren
Tel.: 0049-5451/513501
Fax: 0049-5451/512800