

# 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.**

Třeboradická 1/1275  
182 00 Praha 8

### **INTERPROJEKT**

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 Rostoky u Prahy

### **PRAGIS-HOLDING, s. r. o.**

Na vyhlídce 807/3  
190 00 Praha 9-Prosek

### **PRAGOPROJEKT, a. s.**

K Ryšánce 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**

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.**

Českosobotská 7  
701 40 Ostrava

### **VYSOKÁ ŠKOLA BĀNSKÁ**

tř. 17. listopadu  
708 33 Ostrava-Poruba

### **ZAKLÁDÁNÍ GROUP, a. s.**

Rohanský ostrov  
180 00 Praha 8

### **ZÁPADOČESKÉ UHELNÉ**

**DOLY ZBŮCH,**  
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 ŠTŮRA**  
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.**

Prí starej prachárni 14  
831 05 Bratislava

### **INGEO, a. s.**

Bytčická 16  
010 01 Žilina

### **INŽINIERSKE STAVBY**

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

6. ROČNÍK, č. 2/97  
MK ČR 7122  
ISSN 1211 - 0728

# TUNEL

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

## OBSAH

Úvodník - Ing. Vojtech Belčák .....	str. 1
<b>Ukládání odpadů v podzemí z hlediska geomechaniky</b> - Doc. Ing. Petr Konečný, CSc. ....	str. 2
<b>Kam kráčí technické vybavení tunelů</b> - Ing. Pavel Příbyl, CSc. ....	str. 6
<b>První nasazení tunelovacího systému ISEKI v České republice</b> - Ing. Antonín Formánek, Ing. Karel Franczyk .....	str. 11
<b>Definitivní ostění tunelu Hřebeč</b> - Ing. Jan Škrábek .....	str. 15
<b>Prodloužení sběrače P</b> - Ing. Miloslav Novotný .....	str. 17
<b>Výstavba železničních tunelů MELK a WACHBERT v Rakúsku</b> - Prof. Ing. František Klepsatel, CSc. ....	str. 20
<b>Současné technologie budování tunelových staveb v Japonsku</b> - Dr. Ing. Jiří Pícha .....	str. 22
<b>Ražené a hloubené tunely metra na Taiwanu</b> - Ing. Jaromír Zlámal .....	str. 24
<b>Z činnosti odborných společností zainteresovaných do podzemních staveb</b> .....	str. 26
<b>Zpravodajství Českého tunelářského komitétu</b> .....	str. 27
<b>Zpravodajstvo zo Slovenského tunelářského komitétu</b> ....	str. 27
<b>Technické zajímavosti</b> .....	str. 28
<b>Zprávy z tunelářských konferencí ITA/AITES</b> .....	str. 30
<b>Kalendář akcí ITA/AITES 1997/98</b> .....	str. 32

## REDAKČNÍ RADA

Předseda: Ing. Petr Vozarik – METROSTAV a. s.  
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. – ČVUT Praha  
Ing. Igor Fryč – INGSTAV BRNO a. s.  
Ing. Milan Krejcar – VOJENSKÉ STAVBY a. s.  
Ing. Josef Kutíl – INŽENÝRING DOPRAVNÍCH STAVEB a. s.  
Ing. Miloslav Novotný – VODNÍ STAVBY PRAHA a. s., divize 05  
Ing. Pavel Polák – METROSTAV a. s.  
Ing. Pavel Příbyl – 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: Jižní portál Strahovských tunelů na městském  
automobilovém dopravním okruhu v Praze (archív Metrostav a. s.)

ISSUE 6/1997, No. 2  
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. Vojtěch Belčák	pg. 1
Storage of waste materials in the underground from the geomechanical point of view - Doc. Ing. Petr Konečný CSc.	pg. 2
Where are tunnel technical facilities aimed at? - Ing. Pavel Příbyl CSc.	pg. 6
ISEKI tunnelling system in operation for the first time in the Czech Republic - Ing. Antonín Formánek, Ing. Karel Franczyk	pg. 11
Cast concrete lining of the tunnel HŘEBEČ - Ing. Jan Škrábek	pg. 15
Sewerage main P prolongation - Ing. Miloslav Novotný	pg. 17
Railway tunnels MELK and WACHBERG (Austria) under construction - Prof. Ing. František Klepsatel	pg. 20
Contemporary tunneling technologies in Japan - Dr. Ing. Jiří Pícha	pg. 22
Driven and cut-and-cover subway tunnels in Taiwan - Ing. Jaromír Zlámal	pg. 24
Activity of professional corporations interested in underground constructions	pg. 26
Czech Tunnelling Committee reports	pg. 27
Slovak Tunnelling Committee reports	pg. 27
Technical matters of interest	pg. 28
News from the ITA/AITES tunnelling conferences	pg. 30
ITA/AITES activities schedule 1997/98	pg. 32

## EDITORIAL BOARD

Chairman: Ing. Petr Vozarik - METROSTAV a. s.  
Prof. Ing. Jiří Barták, DrSc. - ČVUT Praha  
Ing. Igor Fryč - INGSTAV BRNO 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 - 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.

## PUBLISHED FOR SERVICE USE

by the Czech Tunneling Committee and 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: Prague motorway ring - Strahov tunnels southern  
portal (archives of Metrostav a. s.)



## VZŤAH VÁHOSTAVU K HORNINÁM

Rozvoj výstavby diaľnic na Slovensku znamená aj v našej firme VÁHOSTAV Žilina návrat k technológiám, ktoré nám neboli cudzie.

V čase vzniku Váhostavu, ktorý sa datuje dňom 1. júla 1954, tvorili základ váhostaváckej pospolitosti zohraté pracovné tímy, ktoré sa uvoľňovali z „Trate družby”. Práve títo odborníci mali blízko ku skale a mnohí práve

k tunelom. Boli to profesionáli, ktorí ovládali remeslo, riadili ich naslovovzati „fachmani”, ktorí patrili ku špičke slovenského stavebníctva vo výstavbe tunelov. Veď mená Tomáš Tošil a Ing. Jozef Rohoň rezonujú ešte aj v ušiach súčasníkov.

Cez takýchto ľudí, s ktorými bolo radostou robiť, sa vypestoval vzťah k podzemným dielam aj u mladšej generácie pôsobiacej vo Váhostave. Pre absenciu podzemných stavieb bol však tento vzťah realizovaný cez povrchové dobývanie napríklad v rámci výstavby vodných diel Ružín a Klenovec. V komorových odstreloch sme však našli veľmi blízku príbuznosť s klasickými podzemnými dielami. Osobne som považoval za šťastie a výsadu, že som takúto školu mohol absolvovať.

Veľké objemy skalných prác sme urobili na stavbe Prečerpávacej vodnej elektrárne Čierny Váh a hlavne na stavbe Jadrovej elektrárne Mochovce, neskôr na stavbách Vodárenských nádrží Nová Bystrica, Málinec a Turček.

Práve veľké vodné diela dávali priestor na realizáciu, hoci obmedzeného množstva podzemných diel – podzemné privádzacie a obtokové štôlne. Nakoľko sa nejednalo o stabilný výrobný program, ktorý okrem iného vyžaduje nákladnú špeciálnu vybavenosť, robili ich k našej maximálnej spokojnosti Banské stavby Prievidza. V nedávnej minulosti boli to aj tunely pre prevedenie katastrofálnych vôd na Vodnom diele Ružín I. a Ružín II.

Z rozloženia síl v centrálne riadenom národnom hospodárstve uvedený sortiment nášmu podniku nebol dopriaty, ale boli sme bezprostredne pri tom.

Dnes je to návrat stratených ilúzií, alebo skôr túžob. Hlásime sa k diaľničným programom, hlásime sa k tunelom. Nielen hlásime, ale aj konáme. S pôsobnosťou od 1. júla 1996 sme vytvorili samostatnú divíziu pre výstavbu tunelov. Samostatný tím odborníkov bdie nad rozvojom firmy a pripravenosťou na tunelárske programy na riaditeľstve akciovej spoločnosti a vytvorili sme aj skupinu projektantov pre tunely. Blízka nám je spolupráca s odborníkmi z vysokých škôl a aj sami takýchto odborníkov zamestnávame. Kooperujeme s renomovanými zahraničnými firmami, ktoré v riešení tunelových stavieb niečo znamenajú – napríklad so švajčiarskou firmou Basler & Hofmann z Zürichu. Odbornosť tejto firmy a ďalšej švajčiarskej firmy SOLEXPERS dáva punc pomerne mladej spoločnosti GEOEXPERTS, ktorá sídli v Žiline a mala by vyplniť medzeru v meraniach a monitorovaní tunelových, ale aj mostných a ďalších inžinierskych stavieb.

Prvé výsledky očakávame na tuneloch Branisko a v tomto čase už intenzívne robíme aj na prieskumnej štôlni tunela Ovčiarsko.

Hlásime sa k tunelom v komplexnom ponímaní. Vidíme sa v tomto programe nielen cez ražbu, ale chceme budovať komplexné diela vrátane trvalých ostení, izolácií a všetkého ďalšieho, čo s tunelmi súvisí.

K základným krédam, ktoré v našej firme platia patrí „stavať na vysokej technickej úrovni a nesklamať dôveru zákazníka.” S týmito predsavzatiami vstupujeme aj do budovania tunelov.

**Ing. Jozef Rohoň**  
generálny riaditeľ

# UKLÁDÁNÍ ODPADŮ V PODZEMÍ Z HLEDISKA GEOMECHANIKY

DOC. ING. PETR KONEČNÝ, CSC., ÚSTAV GEONIKY AV ČR, OSTRAVA

*STORAGE OF WASTE MATERIALS ON THE EARTH SURFACE IS CONNECTED WITH A NUMBER OF WELL-KNOWN PROBLEMS RESULTING FROM CONTAMINATION HAZARDS OF THE ENVIRONMENT. AN ALTERNATIVE POSSIBILITY IS TO CONSTRUCT UNDERGROUND WASTE DEPOSITS. FOR THIS PURPOSE A GOOD KNOWLEDGE OF ROCK STRATA BEHAVIOR PARTICULARLY FROM THE UNDERGROUND OPENINGS STABILITY POINT OF VIEW IS NECESSARY. THE KNOWLEDGE CONCERNING THE BEHAVIOR OF STORED WASTE MATERIAL UNDER PRESSURE AND TEMPERATURE CONDITIONS EXISTING IN ROCK MASSIF IS VERY IMPORTANT, TOO...*

*A STUDY ANALYZING THE BASIC FEATURES OF WASTE MATERIAL STORAGE IN UNDERGROUND DEPOSITS IS PRESENTED AND A GEOMECHANICAL CLASSIFICATION OF DIFFERENT TYPES OF UNDERGROUND WASTE DEPOSITS IS PROPOSED*

Ukládání odpadů v podzemí přináší řadu nesporných výhod, ale také ovšem i problémů. Proto existují také rozličné názory na použitelnost tohoto postupu, od nekriticky pozitivních až po naprosto negativistické, odmítající ukládání odpadů v každém případě. Zřizování skládek odpadu na povrchu je přitom spojeno s řadou známých ekologických problémů, souvisejících se znečišťováním zemského povrchu.

Ukládání odpadních hmot v podzemí přináší řadu výhod, které oprávnějí rozvíjet tuto technologii. Jednou z podstatných výhod je skutečnost, že podzemní úložiště již ze své podstaty zamezují přímému kontaktu uložených odpadů s civilním obyvatelstvem, a že ochranu těchto skládek lze velmi dobře organizovat. Další nezanedbatelnou výhodou je oddělení podzemních skládek od působení atmosférických vlivů. Velmi důležitou okolností, která bude určitě stále nabývat na váze, je, že podzemní úložiště nezabírají prostory na povrchu, kterých bude zejména v hustě osídlených oblastech naprostý nedostatek.

Na druhé straně má ukládání odpadů v podzemí i určité problémové stránky. Je např. zcela nezbytné řešit technické provedení podzemního úložiště, aby se zamezilo kontaminaci horninového masivu a podzemních vod ukládanými materiály či jejich zplodinami. V návaznosti na bezpečnost provozu musí být řešen příslušný monitoring úložiště a jeho okolí. Kvalitní monitoring včas signalizuje případné havarijní stavy a umožňuje přijetí včasných nápravných opatření. Považuji za nutné zde zdůraznit, že technické řešení musí být na takové úrovni, že vznik havarijního stavu je velmi nepravděpodobný. Přesto musí být monitoring zajištěn a plán řešení havárie připraven. Současná úroveň techniky přitom umožňuje takové zásahy v zemské kůře, které vyřeší prakticky každou nastalou situaci. Technické řešení by bylo ovšem jistě velmi nákladné, vzhledem k vysoké nepravděpodobnosti potřeby realizace havarijních technických opatření však nelze hypotetické náklady na ně započítávat do ekonomiky provozu podzemních úložišť v plném rozsahu, ale jen v míře, vyplývající z (ne)pravděpodobnosti havárie.

Existuje dosti rozšířený názor, podle něhož významnou nevýhodou podzemního úložiště odpadu je obtížná laická kontrola, kontrola veřejností. Z tohoto se dedukuje, že mohou vznikat „lobby“ provozovatelů podzemních úložišť, kteří budou ukládat do podzemí hmoty v rozporu s konstrukcí úložiště a tak vytvářet obecné ohrožení. Považuji za potřebné tento názor odmítnout, protože právě kontrolovatelná přístupnost do podzemního úložiště umožňuje velmi dobře kontrolovat ukládaný odpad. Samozřejmostí ovšem musí být příslušná návazná tvrdá a nekompromisní legislativa, která postihne beze zbytku případného porušovatele pravidel. V těchto poměrech potom firma, která pravidla poruší, se dostane do situace, že nenalezne nikoho, kdo jí uložení odpadu umožní a tím se odsoudí k zániku.

Využívání podzemních prostor pro ukládání odpadních hmot, zejména velkoobjemových odpadů, není nikterak nové. Tak například různé odpadové produkty vznikající při hornické činnosti (vyprodukovaný kámen z důlních děl, flotační hlušiny apod.) byly používány jako příměsí do základky. Za průkopnické práce při ukládání odpadů z tepelných elektráren, spočívající v použití elektrárenského popílku jako příměsí do základky, zvyšující její kvalitu, zejména zmenšující stlačitelnost, lze považovat práce ing. Chlebova a a ing. Kublína a jejich kolektiv z Vě-

deckovýzkumného uhelného ústavu v Ostravě-Radvanicích na přelomu padesátých a šedesátých let.

V poslední době se problematika využití podzemních prostor k ukládání odpadních hmot stává znovu předmětem intenzivního zájmu i mimo oblast hornického podnikání, a to z ryze ekologických důvodů. Ve světě je patrný trend charakterizovatelný sloganem „going underground“, vyjadřující tendence „uklidit“ nežádoucí a nepopulární antropogenní aktivity, mezi něž ukládání odpadů bezesporu patří, do podzemí.

Z hlediska geomechaniky znamená efektivní a bezpečné ukládání odpadových hmot v podzemí takové zabezpečení ovládnání napětídeformačních procesů v horninovém masivu, aby byla zajištěna potřebná minimální pravděpodobnost vzniku překvapivých, nežádoucích, obtížně zvládnutelných projevů. Složiště vybudované v podzemí se stává součástí horninového masivu a proto musí být při jeho zřizování a provozu respektovány všechny zákonitosti, které v tomto masivu existují.

Je tedy třeba dobře poznat děje a zákonitosti, která se budou v masivu se zřízeným složištěm projevovat, což ovšem současná úroveň geoniky a jejich dílčích disciplín umožňuje.

V tomto příspěvku se pokouším naznačit, jak přistupovat k rozvahám a záměrům souvisejícím se zřizováním podzemních skládek odpadů a to z hlediska bezpečnosti těchto skládek v závislosti na různých možných způsobech jejich geomechanické konstrukce.

## ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA DŮLNÍCH PROSTOR Z HLEDISKA ZŘIZOVÁNÍ PODZEMNÍCH SKLÁDEK.

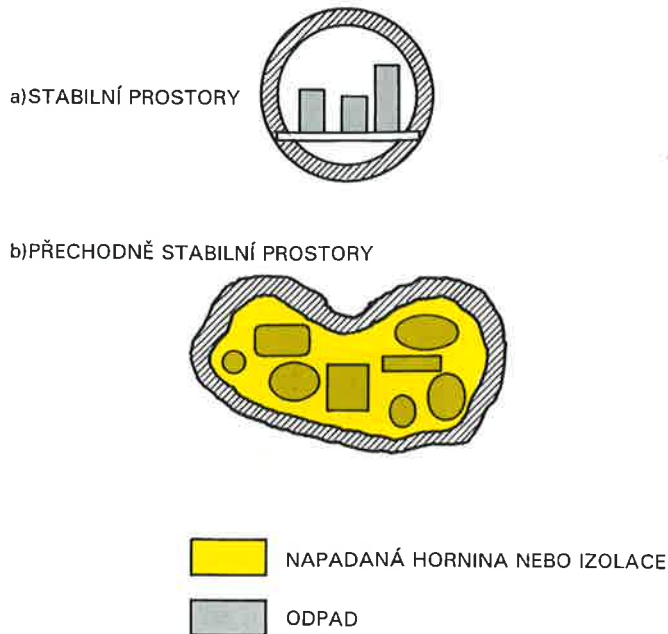
Moderní pojetí vytváření jakýchkoliv podzemních konstrukcí a tedy také podzemních skládek, vychází z toho, že se nové dílo stává součástí horninového masivu. Podle této filozofie spolupracují člověkem vytvořené konstrukční prvky s masivem a tvoří s ním jeden celek koncipovaný tak, aby měl požadované vlastnosti. Zjednodušeně řečeno, moderní podzemní dílo nesmí jít „proti“ silám a mechanismům, působícím v podzemí, ale „s nimi“, musí s masivem optimálně spolupracovat. Toto pojetí je dnes běžné jak v podzemním stavitelství, tak v hornictví. Při ražení tunelů i v obtížných geomechanických poměrech využívá těchto principů Nová rakouská tunelová metoda (NÖT – Neue Österreichische Tunnelbaumethode), v hornictví pak při vyztužování dlouhých důlních děl, kdy správně dimenzovaná poddajná výztuž zabezpečuje daleko lépe dlouhodobou stabilitu chodby než výztuž nepoddajná, která se obvykle velmi rychle vlivem horských tlaků poruší tak, že dílo ztratí svou funkci.

Z hlediska stability, a také v souvislosti s ukládáním odpadů, lze podzemní prostory rozdělit do tří základních kategorií, jak je schematicky znázorněno na obr. 1.

- a) stabilní prostory (obr. 1a)
- b) přechodně stabilní prostory (obr. 1b)
- c) řízeně zavalované (zakládáné) prostory (obr. 1c).

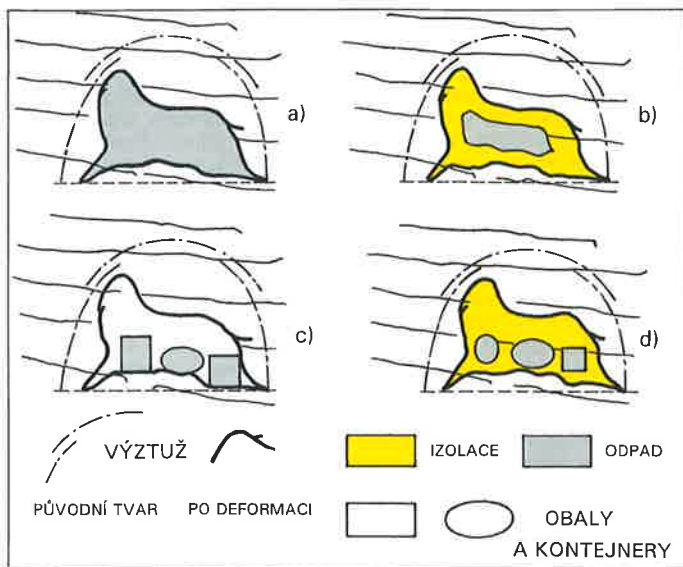
**STABILNÍ ÚLOŽNÍ PROSTORY** jsou charakterizovány tím, že jejich nepřípustné deformace, případně zavalení nepřichází v časových horizontech, měřených životem jedné nebo několika generací v úva-

### SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ RŮZNÝCH PŘÍPADŮ ÚLOŽNÍCH PROSTOR Z HLEDISKA JEJICH STABILITY



Obr. 1

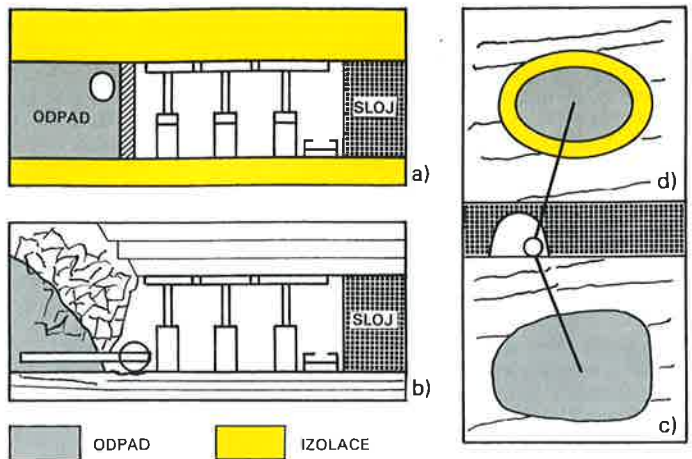
### SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ UKLÁDÁNÍ ODPADŮ V PŘECHODNĚ STABILNÍCH PROSTORÁCH (V OBDOBÍ PO ZTRÁTĚ STABILITY)



- (a) BEZ IZOLACE ODPADU, S PŘÍMÝM KONTAKTEM MEZI ULOŽENÝM MATERIÁLEM A HORNINAMI,  
 (b) S IZOLAČNÍ VRSTVOU KOLEM ULOŽENÉHO MATERIÁLU,  
 (c) SE STABILNÍMI KONTEJNERY,  
 (d) S KOMBINACÍ KONTEJNERŮ A IZOLAČNÍCH VRSTEV

Obr. 2

### SCHEMATICKÉ ZNÁZORNĚNÍ UKLÁDÁNÍ ODPADŮ DO OBLASTI S ŘÍZENÝM ZAVALOVÁNÍM (ZAKLÁDÁNÍM)



- a) ODPADOVÝ MATERIÁL JAKO ZAKLÁDKA  
 b) ZATLAČOVÁNÍ ODPADOVÉHO MATERIÁLU DO ZÁVALOVÉHO PROSTORU ZE STĚNOVÉHO PORUBU  
 c) INJEKTÁŽ DO ZAVALENÉ OBLASTI BEZ IZOLACE OBLASTI UKLÁDÁNÍ  
 d) INJEKTÁŽ DO ZÁVALU A IZOLACE OBLASTI UKLÁDÁNÍ

Obr. 3

hu. Jsou také samozřejmě rektifikovatelné, případné projevy nestability lze technickými opatřeními eliminovat. Někdy se také tyto prostory označují za trvale stabilní, tento pojem se však v souvislosti s ukládáním jaderných odpadů stal diskutabilní při uvažování časových horizontů tisíců, desetitisíců i více let. V takovýchto prostorách lze ukládat odpady tak, že jejich mechanická interakce s horninovým masivem je prakticky vyloučena. Prostor, v němž se předpokládá uložení odpadového materiálu přitom může být vybaven izolací, zamezující přístup vody.

Odpady se ukládají ve volném prostoru komor nebo chodeb a to zpravidla v kontejnerech. Prostor mezi kontejnerem a stěnami úložního prostoru může být také vyplněn vhodným izolačním materiálem, který však nepřenáší napětí v okolním masivu na kontejnery, neboť stěny úložního prostoru jsou stabilní. Teoreticky přichází v úvahu i volné uložení odpadového materiálu do stabilních prostorů, resp. vyplnění takového prostoru odpadním materiálem, nesmí ovšem dojít ke kontaminaci okolí. Ve skutečnosti je ovšem varianta volného uložení odpadu ve stabilních podzemních prostorách v podzemí z důvodů nákladnosti pořízení takových prostor nepravděpodobná, přichází snad v úvahu tam, kde stabilní prostory byly zřízeny ze zcela jiných důvodů, přičemž původní důvod užití pominul. Zajímavé však může být toto řešení pro uložení přiměřeného množství i nebezpečného odpadu.

Je ovšem zřejmé, že zřízení stabilních úložních prostor klade značné nároky na optimální řešení, vycházející z vlastností horninového masivu a dimenzování příslušné výztuže tak, aby stabilita byla zajištěna.

**PŘECHODNĚ STABILNÍ PROSTORY** jsou prostory, jejichž stabilita je zajištěna po technologicky potřebnou dobu, v časových úsecích dnů, týdnů, ale častěji měsíců a let. V souvislosti s ukládáním odpadů to znamená, že je umožněno bezpečné zavázání a manipulace při ukládání odpadů. Po skončení navážení, případně po provedení izolace, se připouští po uplynutí určité doby porušení stability těchto prostor, takže dojde ke vzájemné mechanické interakci mezi masivem a uloženými hmotami. Období, v němž je stabilita úložních prostor zajištěna, se tedy využívá k realizaci všech opatření nutných k tomu, aby odpad příslušných vlastností, uložený opět v kontejnerech, obalech nebo volně, tuto interakci umožnil, aniž by vznikla jakákoliv rizika ohrožení okolí. Podle charakteru odpadu, jeho fyzikálních, mechanických i chemických vlastností a podle způsobu izolačního zajištění přechodně stabilních prostor lze rozlišit několik subvariant tohoto případu (obr. 2):

- interní charakter odpadového materiálu umožňuje jeho přímou interakci s horninovým masivem, aniž by došlo k ohrožení životního prostředí (obr. 2a),
- kolem ukládaného materiálu je vytvořena vhodná izolační vrstva, která neztrácí své vlastnosti ani po ztrátě stability úložního prostoru a trvale izoluje uložený odpad od okolního masivu a tak zamezuje šíření jedovatých a škodlivých látek ze složiště do okolního masivu a životního prostředí (obr. 2b),
- odpad je uložen v tak masivních a stabilních kontejnerech, dimenzovaných na síly vyvolané ztrátou stability úložního prostoru, že tyto odolávají trvale působení horninového masivu (obr. 2c),

– konečně přichází i v úvahu kombinace předchozích dvou způsobů, tedy uložení odpadů ve stabilních kontejnerech včetně vytvoření izolačních vrstev (obr. 2d).

**ŘÍZENÉ ZAVALOVANÉ** (případně zakládané) prostory v horninovém masivu jsou typické pro hornické provozy. Ukládá-li se do takových prostor odpadový materiál, dojde k velmi rychlé interakci ukládaných hmot s horninovým masivem. Je zřejmé, že pro tento způsob jsou vhodné zejména inertní látky, u nichž nelze ani předpokládat vznik nevhodných zplodin v důsledku tlakových a teplotních poměrů v horninovém masivu, takže nebezpečí kontaminace okolí je vyloučeno. Zde přicházejí v úvahu tyto varianty:

– odpadní hmoty se používají jako základka do vyrubaných prostorů a jejich ukládání je tedy součástí technologického procesu dobývání (obr. 3a)

– odpadní hmoty se injektují do prostoru závalu (stařin) z prostoru porubní fronty, takže i zde je ukládání součástí technologie dobývání (obr. 3b),

– odpadní hmoty se injektují do závalového prostoru (stařin) v masivu, vytvořených vedením starších důlních děl. V tomto případě je již proces ukládání odpadních hmot oddělen v čase i prostoru od vedení porubů (obr. 3c),

– v ojedinělých případech nelze vyloučit i případ, kdy bude odpadový materiál vtačován do závalového prostoru, vhodně izolovaného od ostatního horninového masivu. Také zde je oddělen proces ukládání odpadních hmot od technologického procesu dobývání, izolační vrstva navíc zabraňuje pronikání odpadů a jejich zplodin do okolí místa skládky (obr. 3d)

Z uvedených skutečností lze také odvodit tento návrh na kategorizaci podzemních skládek odpadů z hlediska geomechaniky (tabulka 1):

Tabulka 1. Geomechanická kategorizace podzemních skládek odpadů.

Kategorie	Charakter podzemního prostoru z hlediska stability	Subkategorie	Charakter ukládání
A.	STABILNÍ PROSTORY	1 2 3	volné ukládání ukládání v kontejnerech ukládání v kontejnerech a výplň úložného prostoru izolací
B	PŘECHODNĚ STABILNÍ PROSTORY	1 2 3 4	prosté ukládání (bez izolace) ukládání s izolační vrstvou ukládání ve stabilních kontejnerech ukládání ve stabilních kontejnerech a s izolační vrstvou
C	ŘÍZENĚ LIKVIDOVANÉ (ZAKLÁDANÉ, ZAVALOVANÉ) PROSTORY	1 2 3 4	zakládání vyrubaného prostoru vtačování do závalu z prostoru porubu injektáž závalového prostoru bez izolace injektáž závalového prostoru s izolací

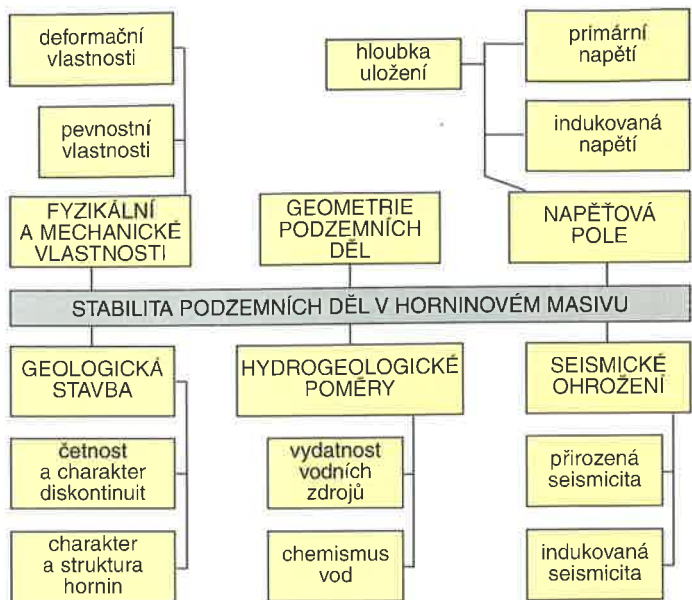
### HODNOCENÍ HORNINOVÉHO MASIVU A Z NĚJ VYPLÝVAJÍCÍ DŮSLEDKY NA KONSTRUKCI ÚLOŽIŠŤ ODPADŮ

Geomechanické aspekty hodnocení horninového masivu z hlediska ukládání odpadů se tedy dotýkají zejména dvou problémových oblastí: – stability důlních prostor, do nichž budou odpady ukládány, – působení horninového masivu na uložený odpadový materiál ve stadiu interakce masivu a odpadních hmot.

Řešení stability podzemních prostor vyžaduje zohlednění řady faktorů, znázorněných schématicky na obr. 4. Vychází se z poznání fyzikálních a mechanických vlastností hornin a masivu (zejména přetvárných a pevnostních charakteristik), úložních poměrů (hloubka uložení, případně úklon vrstev), geometrie příslušného díla, primární a případně i sekundární (indukované) napěťových polí. Dále je nutno znát strukturální poměry v zájmové části masivu tak, aby bylo možno ocenit jeho oslabení mechanickými diskontinuitami.

Také hydrogeologické poměry je třeba ocenit nejen z hlediska případné kontaminace vod uloženými odpady či jejich zplodinami, ale také proto, že voda zpravidla způsobuje snížení pevnostních i přetvárných vlastností masivu. Konečně je nutno tam, kde to přichází v úvahu, uvážit i působení přirozené a indukované seismicity na stabilitu úložních prostor.

Působení horninového masivu na uložený materiál ve stadiu interakce je dáno napěťovými poměry v masivu v místě deponie a mechanickými



Obr. 4. Schématické znázornění faktorů ovlivňujících stabilitu podzemních děl v horninovém masivu.

kými vlastnostmi (stlačitelností a přetvárnými parametry) uloženého materiálu. Je zde ovšem třeba upozornit na to, že tyto parametry závisí na fyzikálním stavu jakým je např. vlhkost, porozita a z nich vyplývající stupeň nasycení materiálu, a také jeho filtračních vlastnostech. Působením horninového tlaku totiž může např. docházet ke stlačování uložených hmot, tím ke snižování jejich porozity, a není-li v důsledku dobrých filtračních vlastností umožněn odtok vody z porů, také k jejich „přesycení“ a přechodu do kašovitého stavu.

Mají-li uložené materiály charakter „tuhého vměšku“ do masivu (jejich modul pružnosti významně převyšuje modul okolního masivu), k čemuž může dojít např. při ukládání pevných tuhých kontejnerů nebo při použití speciálních zalévacích hmot, je třeba počítat s tím, že budou po obnovení rovnováhy v masivu plně přenašet síly, působící na ně z okolí, a že tedy musí být dimenzovány s ohledem na předpokládaná primární i sekundární (indukovaná) napěťová pole.

Často diskutovaným aspektem je ovlivnění podzemních skládek případnými seismickými jevy. Je zřejmé, že při působení seismických jevů na část horninového masivu, v němž se nacházejí podzemní úložišť odpadů, dochází zejména k ovlivnění stability těchto úložních prostor.

Je zřejmé, že se tento vliv zásadně projevuje na úložišťech kategorie A se stabilními prostory. Proto je nutno při jejich dimenzování vycházet ze znalosti seismického režimu oblasti. Toto ovšem vede ke zvýšení nákladů na zajištění stability takového úložního prostoru. V oblastech mimořádně seismicky exponovaných pak může být požadavek na zajištění stability technickoekonomicky nereálný. Seismicky exponované oblasti jsou proto pro zřizování takovýchto úložišť nevhodné.

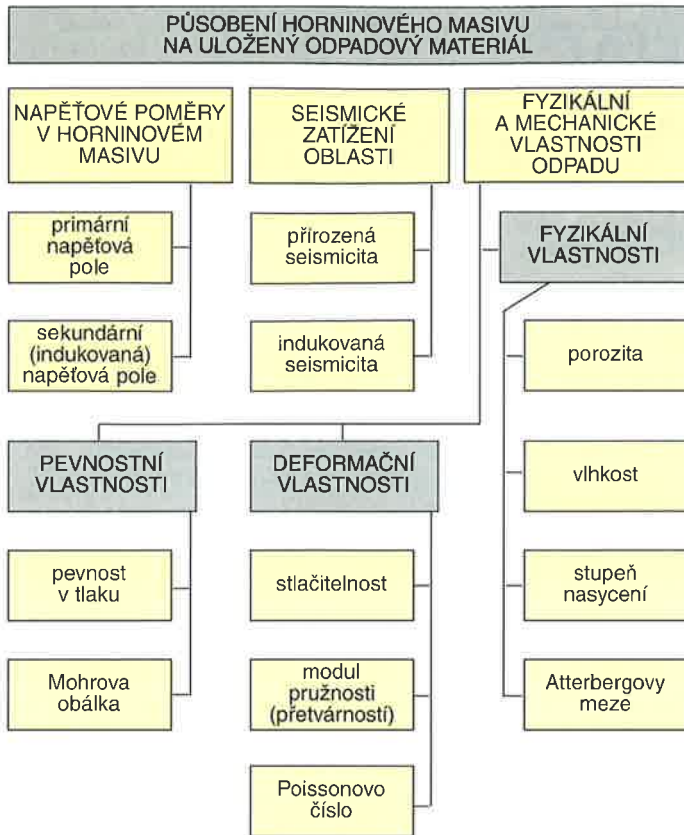
U úložišť kategorie B – přechodně stabilní prostory, je potřebné zajistit stabilitu příslušných důlních děl po dobu zřizování úložišť. Jak ukazují zkušenosti z baňské praxe, nejsou zpravidla důlní díla ohrožená běžnou přirozenou i indukovanou seismicitou, zejména jsou-li s ohledem na ni již připravována. I když připustíme zkrácení životnosti důlních děl v seismicky ohrožených oblastech, je tedy v oblastech bez extrémních seismických projevů úložišť tohoto typu zřizovat, neboť po dobu „zavážení“, příp. izolace není problém zajistit stabilitu přístupových cest a úložních prostor, později pak se ztrátou stability stejně počítáme. Toto ovšem přiměřeně platí také pro ukládání odpadů na úložišťech kategorie C – se řízeně zavalovanými či zakládanými prostory.

Přehledné schéma faktorů, ovlivňujících působení horninového masivu na uložený odpadový materiál při vzájemné interakci, tedy v úložišťích s přechodně stabilními a řízeně zavalovanými nebo zakládanými prostory je na obr. 5.

Pro vyhodnocení vlivu jednotlivých faktorů v konkrétní oblasti potenciálními skládky je možné použít některý v hornické geomechanice obecně aplikovaný postup: od expertního posouzení přes empirické, empiricko-analytické či analytické metody až po matematické či fyzikální modelování.

Výsledky geomechanického hodnocení se ovšem přímo promítají do náročnosti konstrukce příslušných podzemních úložišť. I když současná úroveň techniky umožňuje zvládnout téměř jakékoliv problémy, je vždy nutno pečlivě uvážit ekonomickou stránku realizace daného záměru. Tak například zřízení stabilních prostor v podzemí bude významně záviset na geotechnických poměrech v dané lokalitě. V horninovém masivu, tvořeném pevnými, strukturálně neporušenými horninami, bude zřejmě nákladnou a pracnou položkou samotné vyrazení potřebného prostoru, protože lze





Obr. 5. Faktory, ovlivňující mechanické působení masivu na uložený odpad

oprávněně očekávat obtížnou rozpojitelost hornin. Zato náklady, spojené se zajištěním stability budou v tomto případě poměrně nízké. V méně pevných, strukturálně narušených horninách bude pravděpodobně rozpojování procesem poměrně snadným, zatím co vyztužení příslušného díla pro docelení požadovaného stupně stability bude technicky i ekonomicky náročnější záležitostí. V extrémních případech může být zajištění stability z technicko-ekonomických důvodů nerealizovatelné.

Lze oprávněně očekávat, že ekonomicky nejzajímavějším řešením je pořízení úložišť s přechodně stabilními prostorami, kde jsou náklady na zajištění stability příslušných podzemních děl určitě nižší než v předchozím případě. Je ovšem třeba velmi pečlivě vážit, zda bude použita varianta ukládání s izolací, případně s kontejnery, neboť toto vše se promítne do nákladů na provoz úložiště.

Lze oprávněně očekávat, že nejlevnější variantou je takové ukládání odpadů v podzemí, kdy se toto stane součástí technologického procesu dobývání určitého nerostu, takže odpad se zakládá resp. vtláčuje do závalových prostor. Realizace této technologie je ovšem možná jen při určitých vlastnostech odpadu (inertní odpad, zpravidla velkoobjemový, např. popílek), vhodné technologii dobývání (obvykle stěnové poruby nebo i zakládání komory) a zajištění vhodných dopravních cest (potrubí). Ekonomiku procesu však zlepšuje i to, že se tyto technologie projevují menšími poklesy na povrchu, takže důsledky dobývání na životní prostředí jsou minimalizovány.

Teprve komplexní geomechanické vyhodnocení, spojené se znalostí o vlastnostech ukládaného odpadu, umožňuje posoudit, zda vyhledaná lokalita je pro uložení konkrétního odpadového materiálu vhodná nebo zda je třeba hledat pro určitý odpad nové lokality, resp. formulovat potřebné vlastnosti odpadu, který by bylo možné v dané lokalitě ukládat.

Je samozřejmé, že při uskutečňování každého záměru je potřebné zabezpečit geomechanický monitoring tak, aby bylo možno kontrolovat správnost předpokladů, případně korigovat další řešení.

## ZÁVĚR

Ukládání odpadových hmot v podzemí a tedy také v prostorech zastavených nebo činných hlubinných dolů může být výhodné, ovšem při respektování geomechanických hledisek, která mají zásadní význam pro hodnocení využitelnosti té které lokality pro ukládání odpadů určitých vlastností. Přitom je toto řešení v souladu s obecnou světovou tendencí přesouvání řady antropogenních aktivit do podzemí.

Z geomechanického hlediska je přitom nejdůležitější zhodnotit ty aspekty, které jsou určující pro stabilitu příslušné části horninového ma-

sivu a interakci masivu s uloženými hmotami a případně vytvořenými izolačními vrstvami. Z geomechanického hlediska lze tedy rozřadit podzemní skládky odpadu do 3 kategorií – stabilní, přechodně stabilní a řízeně zavalované (viz t. tab. 1). Je samozřejmé, že jednotlivé kategorie skládek jsou využitelné jen pro určité typy odpadu. Správná kombinace geomechanické kategorie skládky a charakteru odpadu (i z hlediska jeho škodlivosti) musí být předmětem individuálního řešení.

Každá podzemní skládka odpadů musí být ovšem přiměřeně monitorovaná nejen po dobu provozu, ale i po ukončení ukládání odpadů. Monitoring je třeba zaměřit na hydrogeologické, geomechanické a fyzikálně-chemické sledování masivu v okolí skládky i materiálů ve skládce uložených. Na základě předběžného posouzení seismicity předmětné oblasti je třeba koncipovat i monitoring seismický, při čemž jak technické prostředky, tak i interpretační postupy jsou u nás již poměrně dostupné. Uplný monitoring umožňuje jak verifikace předpokladů tak v případě potřeby opravné zásahy.

Považuji za potřebné zdůraznit, že při volbě způsobu ukládání odpadu hraje zásadní roli charakter odpadu z hlediska jeho škodlivosti a schopnosti kontaminovat okolí. Bez vhodné izolace lze ukládat jen neškodný odpad, který však z hlediska povrchových skládek může být obtížný svým množstvím, konzistencí (haldovina, prachy, kaly) apod. Nicméně i tyto odpady, vzhledem ke svému množství, představují vážný problém. Odpady, které mohou samy o sobě nebo svými zplodinami kontaminovat okolí, musí být dobře izolovány tak, aby šíření odpadů nebo jejich zplodin bylo eliminováno. Volba vhodné geomechanické kategorie úložiště pro jednotlivé typy odpadů je ovšem samostatná problematika, která přesahuje rámec tohoto příspěvku.

Lze oprávněně předpokládat, že geomechanicky správné řešení ukládání odpadních hmot do podzemí, a tedy také do důlních prostor, umožní ve svých důsledcích ekologické, bezpečné a ekonomické hospodaření s odpady a to i v seismicky exponovaných oblastech.

## LITERATURA

- Amann P., Hertweck, M., 1992: Untersuchung und Anwendung von Steilwandbarrieren für Deponien in Steinbrüchen. XLI, Geomechanik Kolloquium Salzburg
- Astle R., Knight, G. C., 1990: Underground disposal of mine waste. Proc. Western Regional Symposium on Mining and Mineral Processin Wastes, AIME
- Brandl H., 1989: Zur Standortwahl von (Sonder-) Mülldeponien Österreichische Ingenieur- und Architekten- Zeitschrift, Heft 1
- Brandl H., 1989: Verfahren zur Sicherung und Sanierung von Altlasten. Österreichische Ingenieur- und Architekten- Zeitschrift, Heft 2
- Brandl H., 1989: Geotechnische und bauliche Aspekte bei der Neuanlage von Abfalldeponien Österreichische Ingenieur- und Architekten- Zeitschrift, Heft 3
- Dobra E., 1992: O uskladňování rádioaktivních odpadů v geologických formáciích Francúzska. Geologický průzkum č. 1/92
- Filip I., 1992: Podzemní úložiště odpadů a připravovaná legislativní opatření. Odpady a my
- Finsterwalder K., Piepenbreier G., 1991: Schadstoffaustrag aus Untertagedeponien bei Einsatz gemischtkornigen Verdammaterials. Proceedings, Seventh International Congress on Rock Mechanics, Aachen, A. A. Balkema (Rotterdam) Brookfield
- Hamm E., 1991: Die Entwicklung des Verfahrens zur Bruchhohlraumverfüllung. Glückauf 127, Nr. 19/20
- Knissel W. (1991): Die Nutzung von Grubenräumen für den Umweltschutz. Glückauf 127, Nr. 16/16
- Knoll P., 1992: Seismotektonische Langzeitsicherheit untertagiger Deponien von Abfallstoffen. XLI. Geomechanik Kolloquium Salzburg
- Konečný Petr (1994): Basic features of waste material storage in underground space in view of geomechanics (theoretical study). In: First international symposium on tunnel construction und underground structures. University of Ljubljana, Slovenia.
- Lieb R., 1992: Untersuchungen der Nagra für die Entsorgung radioaktiver Abfälle in der Schweiz. XLI. Geomechanik Kolloquium Salzburg
- Martinec P., Konečný Pavel, (1992): Zatížení životního prostředí produkty báňské činnosti OKD.-In.: Sb. konf. EKOTREND OSTRAVA 92., II. Vys. škola báňská, Ostrava, str. 185–198.
- Neubauer W. H., 1992: Eignung von seichten Felskavernen in Hartgestein für Untertagedeponien (UTD). XLI. Geomechanik Kolloquium Salzburg
- Nüesch R., 1991: Cataclastic flow of clay – A risk on the safety of waste deposits? Proceedings, Seventh International Congress on Rock Mechanics, Aachen, A. A. Balkema (Rotterdam) Brookfield
- Nykyri M., Riekkola, R., Aikas, K., Johansson, E., Kuula, H., 1991: Underground repository for low- and intermediate- level radio active waste at Olkiluoto Finland. Proceedings, Seventh International Congress on Rock Mechanics, Aachen, A. A. Balkema (Rotterdam) Brookfield
- Vaniček I., 1992: Příprava komplexního projektu ekologicky bezpečného ukládání odpadů do vytěžených a ostatních podzemních prostor. Odpady a my
- Winqvist T., Mellgren K. E. (1988): Going underground. Royal Swedish Academy of Engineering Sciences, Stockholm

# KAM KRÁČÍ TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ TUNELŮ

ING. PAVEL PŘIBYL, CSC.

*THE TUNNEL TECHNOLOGY IS VERY IMPORTANT PART OF TUNNEL BUILDING. THERE ARE SIGNIFICANT DIFFERENCES BETWEEN INTEGRATED AND NON INTEGRATED TUNNEL TECHNOLOGY SYSTEMS. THE ARTICLE DISCUSSED THE NECESSITY TO USE VERY SOPHISTICATED AND INTEGRATED SYSTEM IN ALL NEW TUNNELS IN CZECH REPUBLIC. THIS IS THE REASON TO PREPARE NEW TUNNEL STANDARD FOR TUNNEL TECHNOLOGY. IN THE SECOND PART OF THE ARTICLE THERE ARE COMMENTED NEWS IN TUNNEL TECHNOLOGY PRESENTED AT CONGRESS „TUNNEL CONTROL AND COMMUNICATION” IN AMSTERDAM.*

## ÚVOD

Tunelová stavba je obvykle pozoruhodné stavbařské dílo na jehož projektování a realizaci se věnují značné prostředky. Tunel se však stává funkční součástí komunikačního systému až po instalaci technického vybavení. V našich podmínkách se této otázce nevěnovala příliš velká pozornost. V zahraničí se však stále více používají moderní řídicí a zabezpečovací systémy, jejichž instalací významně narůstají užité vlastnosti systému. Jejich pozitivní vliv se však projevuje ve snižování provozních nákladů a zlepšování ekologických parametrů tunelové stavby. Cena těchto systémů odpovídá jejich vlastnostem a dosahuje až 20 % z ceny celého díla.

V České republice je v rámci tunelové sekce Silniční společnosti realizován projekt, jehož výsledkem je vypracování Technických podmínek pro technologické vybavení silničních tunelů. Cílem projektu je dosáhnout standardizace ve vybavení tunelů a zároveň zabezpečit podobné parametry ve vybavení tunelů, jaké se realizují ve vyspělých „tunelářských“ zemích. Po připomínkovém řízení, které probíhá v těchto měsících, budou Technické podmínky vydány Ministerstvem dopravy a spojí jako oficiální dokument. Čtenáři tohoto časopisu budou podrobněji seznámeni s tímto dokumentem v dalším čísle.

V Amsterdamu se ve dnech 10.–12. 3. 97 konala mezinárodní konference „Tunnel Control and Communication“ věnovaná speciálně technickému vybavení tunelů. Jedná se o pozoruhodnou akci, neboť se zde shromáždí většina vedoucích projektů technického vybavení tunelů z celého světa. Kromě celé řady velmi zajímavých teoretických referátů, určujících trendy rozvoje oboru, jsou zde představovány i realizované nebo plánované projekty. Protože se této konferenci zúčastnil pouze jeden zástupce z České republiky budou ve druhé části příspěvku uvedeny některá zjištění vyplývající z této konference.

## POJEM TECHNOLOGICKÉHO VYBAVENÍ TUNELŮ

V západní i v naší literatuře se používá pro prostředky sloužící k zabezpečení dopravních, bezpečnostních a dalších funkcí tunelu pojem „tunelová technologie“ (tunnel technology). Pojem „technologické“ vybavení tunelu je poněkud zavádějící. V našich podmínkách se tomuto pojmu přizpůsobujeme, přestože technické prostředky instalované v tunelu podporují činnost různých „technologií“ zde pracujících, ať se již jedná o dopravní technologii, technologii osvětlení nebo technologii větrání. V oborové normě ON 73 5707 i v její nové revizi ČSN 73 5707 se mluví o „vybavení“ tunelu.

Silniční tunely jsou velmi efektivní řešení pro zamezení dopravních kongescí, zlepšení ekologických dopadů na dotčenou oblast (hluk, exhalace) a vřešení přijatelného životního prostředí pro obyvatele.

Silniční tunel, ať ve městě či v extravilánu, je součástí silniční komunikační sítě, a dopravní poměry v tunelu odpovídají v zásadě dopravním poměrům na komunikaci. Tunel je ovšem zvláštní stavbou nejenom z hlediska svých vyšších investičních a provozních nákladů, ale i z hlediska mimořádných nároků na bezpečnost uživatelů tunelu.

Na obr. 1 jsou schématicky znázorněny hlavní funkce, které zabezpečuje technologické vybavení tunelů. V těžišti rovnoramenného trojúhelníka je samozřejmě dopravní systém, neboť tunel je dopravní stavbou. Se stejnou vahou musí být splněny nároky na bezpečnost uživatelů, minimalizaci ekologického zatěžování okolí tunelu a minimalizaci provozních nákladů. Ekonomická složka provozování tunelů je často, ve stádiu projektování, zanedbávána, přestože jsou provozní náklady často velmi vysoké. Jako příklad lze uvést japonský tunel Kan-etsu, kde při délce tunelu 11 km, podélné ventilaci se 48 ventilátory a 5 stanicemi pro čištění zplodin dosahují provozní náklady za spotřebovanou energii 5,5 mil. USD za rok.

## TECHNOLOGICKÉ VYBAVENÍ TUNELU

Mezinárodní silniční společnost PIARC se ve své tunelové sekci zabývá dlouhodobě a systematicky sledováním efektivity použité techniky v řadě „tunelových“ zemí. Výsledky jednoznačně potvrzují, že je nutné vybavit tunel odpovídajícím technologickým vybavením, tedy technickými prostředky sloužícími k zajištění bezpečného průjezdu tunelem, při zachování ekonomických a ekologických požadavků. Zejména se jedná o jeho větrání, osvětlení, řízení dopravy, ale i o celý komplex bezpečnostních zařízení tvořených nouzovými telefony, požárním vybavením, komunikačním systémem apod.

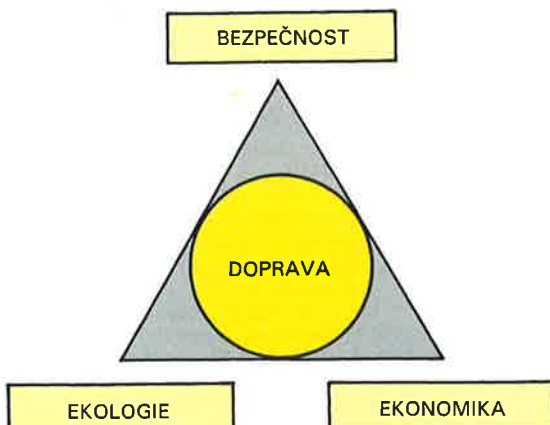
V zásadě lze dělit tunelové dílo na stavební a technologickou část. Technologické procesy v tunelu se dále dělí na dva hlavní celky:

- dopravní systém
- zařízení zabezpečující funkčnost tunelu

Výchozím materiálem pro projektování silničních tunelů je revidovaná norma ČSN 73 7507 „Projektování tunelů na silničních komunikacích“. Přípravované technické podmínky z této normy vycházejí a člení technologická zařízení použitá v tunelu na:

- Dopravní systém
- Osvětlení tunelu
- Větrání tunelu
- Bezpečnostní zařízení
- Spojovací a dorozumívací zařízení
- Požární zabezpečení
- Systém videodohledu
- Centrální řídicí systém
- Zásobování elektrickou energií

## HLAVNÍ FUNKCE ZABEZPEČOVANÉ TECHNOLOGICKÝM VYBAVENÍM TUNELŮ



Obr. 1

Technické vybavení je tedy zásadně členěno dle jednotlivých technologických funkcí na dopravní systém, vzduchotechnický systém atd., přičemž každý z těchto bloků je tvořen jednotlivými technickými prostředky – senzory měřícími dopravní veličiny, dopravními značkami řídicími tok dopravy apod., např. v případě dopravního systému. Pokud technické prostředky souvisí s více funkčními bloky jsou zařazeny dle vyššího stupně příslušnosti k danému systému. Technické vybavení tunelu členěné na jednotlivé technologické celky je na obr. 2. Pokud například výstup ze senzoru měřícího intenzitu dopravy, který je základem pro vytváření dopravního modelu v dopravním systému, slouží zároveň jako pomocný parametr pro korigování chodu ventilačního zařízení, přísluší tento senzor logicky do dopravního systému.

Množství technických prostředků, které mohou nebo musí být součástí konkrétního funkčního bloku lze stanovit dvěma metodami:

### 1. Metodou exaktního návrhu

Některé technologické soubory lze navrhnout exaktními metodami, jako např.:

- výpočtem dle empirických vztahů
- simulací systému, včetně zahrnutí okrajových podmínek
- modelováním (matematickým, fyzickým apod.)
- komparační metodou (porovnání se známým řešením)

Obecně se doporučuje při návrhu kombinovat alespoň dvě metody. Řešení musí zahrnovat vždy i řešení pro mezní stavy vyvolané jinými technologickými soubory i vazbami, časové odezvy systému a podmínky stability.

Mezi technologické systémy, které lze navrhovat exaktními metodami patří:

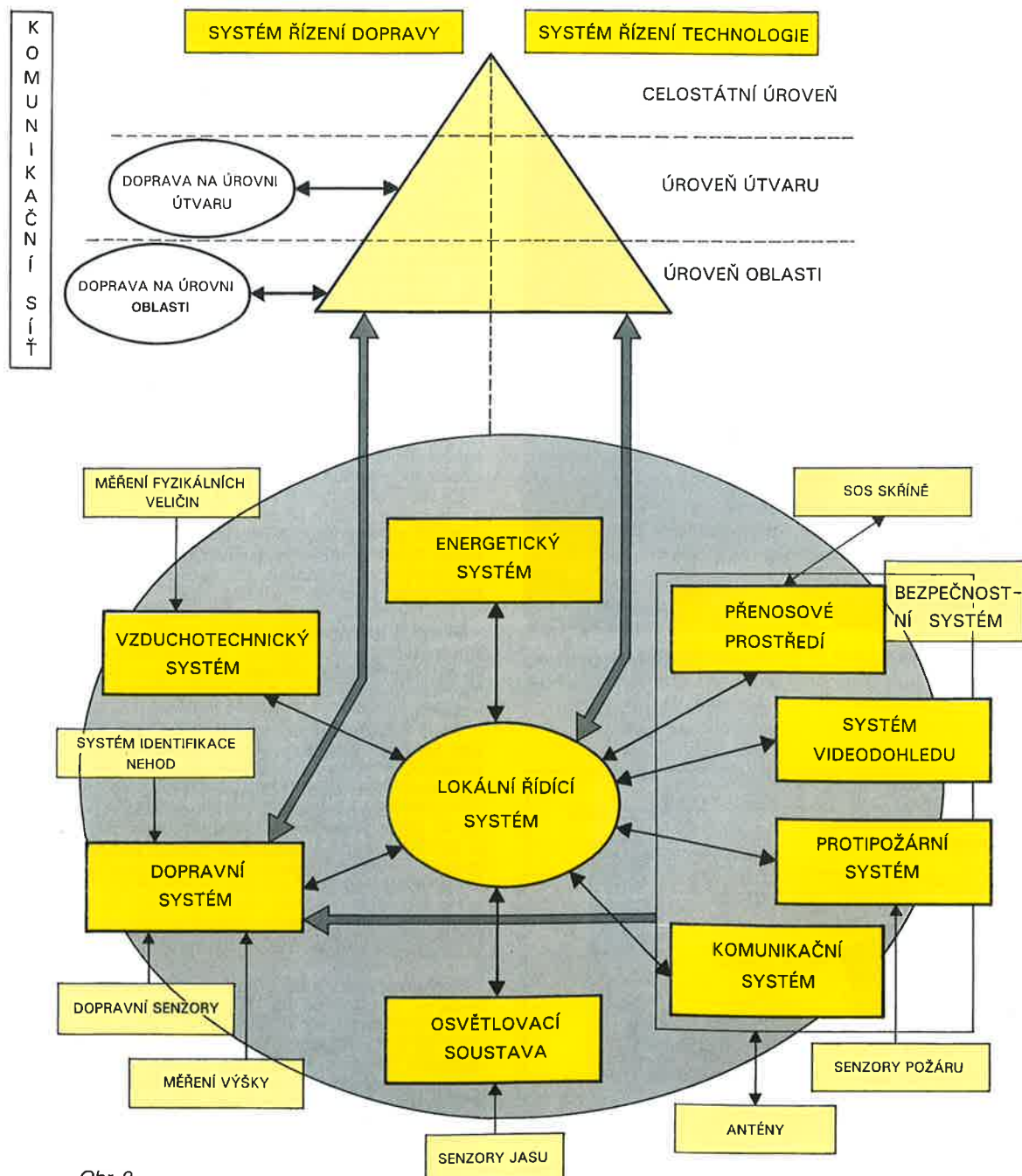
- Osvětlení tunelu
- Větrání tunelu
- Centrální řídicí systém
- Zásobování elektrickou energií

### 2. METODOU EXPERTNÍHO NÁVRHU

Součástí technologického vybavení tunelu jsou i soubory, které nelze navrhovat na základě výpočtů. Jedná se hlavně o soubory sloužící k zajištění bezpečnosti účastníků silničního provozu. Funkce těchto systémů je obvykle spojena s výskytem mimořádných situací typu požár, nehoda pod. Četnost a charakter těchto mimořádných událostí lze stanovit pouze s využitím statistických metod analýzy historických událostí.

Ve všech vyspělých „tunelových“ zemích se dlouhodobě sleduje výskyt těchto událostí v přepočtu na počet vozidel a ujeté kilometry a dle parametru [voz.km] se tunely dělí na různé kategorie. Dle reálné délky

### TECHNOLOGICKÉ DĚLENÍ TUNELU A VZÁJEMNÉ FUNKČNÍ VAZBY



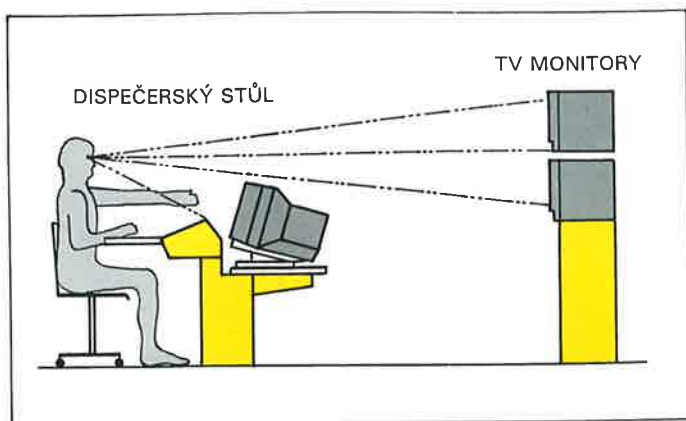
Obr. 2



Obr. 3 Velín dopravního systému



Obr. 4 Kongresové centrum, kde se konala konference



Obr. 5 Značnou pozornost při návrhu velínu je nutno věnovat ergonomickým zásadám

tunelu a predikce intenzity dopravy na pět let se tunel řadí do příslušné kategorie. Každé kategorii potom přísluší explicitní výběr příslušné techniky.

Vzhledem k tomu, že v České republice nejsou statistické hodnoty z několika tunelů, které jsou v provozu a vůbec nejsou zkušenosti z provozování delších tunelů, bylo tedy nutné, v této etapě, zahrnout zahraniční zkušenosti do připravovaných technických podmínek. V další etapě, která bude následovat po vyhodnocení zkušeností z tunelů uváděných v letošním nebo příštím roce do provozu – Strahovský tunel, Pražská radiála a Hřebeč bude nutné vytvořit vlastní systém analýzy a následně modifikovat podmínky dle českých zkušeností.

Příklad jednoho z možných technických vybavení různých technologických celků silničního tunelu je v obr. 10. Tento tunel je součástí městského silničního okruhu v Japonsku. Osvětlovací soustava tvoří svítidla osazená vysokotlakými sodíkovými zdroji, která jsou řízena tak, že v závislosti na osvětlení před vjezdem do tunelu je regulován osvit na vjezd, čímž se lidské oko plynule přizpůsobí nižšímu osvětlení ve vnitřní části tunelu. Tento přístup je nutný nejenom z hlediska zachování bezpečnosti účastníků provozu, ale i minimalizace spotřeby elektrické energie. Pro zlepšení rozeznatelnosti stojících vozidel nebo překážek na vozovce jsou použita nesymetrická svítidla.

V tomto tunelu je navržen podélný způsob ventilace, využívající Jet-ventilátory. Množství protékajícího vzduchu je dáno čidly měřícími koncentrace škodlivého oxidu uhelnatého a čidly měřícími průhlednost (opacitu) ovzduší v tunelu. Činnost ventilátorů je dále řízena v závislosti na měřených dopravních datech a na rychlosti proudícího vzduchu danou přirozenou ventilací a měřenou anemometrem. Velká pozornost je věnována optimalizaci regulace, neboť ventilační systém zásadně ovlivňuje spotřebu elektrické energie.

Dopravní systém je tvořen proměnnými dopravními značkami na vjezdu a proměnnými značkami B20a „Nejvyšší dovolená rychlost“ v tunelu. Protože se nepočítá s obousměrným nouzovým provozem v tunelu a dopravní systém nepředpokládá ani přesměrování dopravy mezi jízdnicími pruhy v tunelu, nejsou zde instalovány světelné signály pro jízdu v pružích. V evropských tunelech jsou světelné signály pro jízdu v pružích standardem.

Po sto metrech instalované CCTV kamery tvoří podstatnou část dopravního systému, neboť pokrývají celý tunel a slouží i k videodetekci vozidel. Podstatou videodetekce je vytvoření fiktivních dopravních detektorů na monitoru TV dohledu. Tyto detektory vykonávají veškeré funkce, které mohou vykonávat klasické indukční smyčky ve vozovce. Kromě možnosti vytvoření libovolného detektoru má videodetekce nespornou výhodu v tom, že se jedná o nedestruktivní technologii, která nenarušuje povrch vozovky.

Bezpečnostní systém je tvořen otevřenými SOS hláskami s telefonem a požárním tlačítkem. Součástí bezpečnostního systému je dále ozvučovací soustava s reproduktory, které informují řidiče v případě mimořádných situací. Celý prostor tunelu je pokryt radiovým signálem, takže jsou řidiči informováni i prostřednictvím dopravního vysílání. Stěrbinová anténa umožňuje nejenom obousměrný přenos kanálu bezpečnostních složek, ale i komunikaci mobilními telefony.

Stavební bezpečnostní úpravy tvoří odstavné zálvy, únikové východy a informační systém pro prchající osoby. Velká pozornost je věnována ošetření požáru, který je identifikován dvěma způsoby – liniovým tepelným čidlem a požárními tlačítkovými hlásiči. Po cca 100 m jsou instalovány požární hydranty a pod stropem je trubka s rozprašovači vody, které chladí prostředí v případě požáru. Rozprašování vody je aktivováno z velína tunelů, po potvrzení požáru, dispečerem manuálně.

Všechny technologické celky tunelu jsou navzájem integrovány prostřednictvím řídicího systému. Filozofie návrhu tohoto systému integruje sestavu různých zařízení, která tvoří jednotlivé funkční systémy (osvětlení, napájení, ventilace apod.) do jednoho celku s jednotným přístupem.

Velmi důležitou pozornost je nutné věnovat přesné definici „člověk–zařízení“. Snahou je vytvořit systém pracující v maximální míře automaticky. Přesto je v řadě mimořádných situací role operátora nezastupitelná a úkolem řídicího systému je poskytnout operátorovi, v případě krizových situací, právě potřebnou míru informací a nesaturovat ho jejich nadbytkem. Pohled do velína celého dopravního systému je na obr. 3. Kromě obrazovek řídicích počítačů, komunikačních prostředků a monitorů televizního dohledu jsou zde moderní velkopláňné zobrazovací panely.

## ŘÍZENÍ TUNELŮ A KOMUNIKACE

Konference se konala v Barbizon Palace Convention Centre v Amsterdamu, obr. 4 za účasti 110 odborníků z cleého světa. Kromě tradičních „tunelových“ zemí – Švýcarsko, Německo, Francie, Švédsko, Velká Británie, USA, Japonsko atd. zde byli odborníci z Chile, Jihoafrické republiky, Austrálie, Indie, Číny a Hong Kongu. Bylo zde vidět mnoho známých tváří – vedoucích projektů Channel Tunnel, právě otevíraného podmořského tunelu „Storebæl“ v Dánsku, délky 8 km, ale i projektanta 91 tunelů celkové délky 83,6 km v Indii.

Konference poskytuje nejenom přehled o směrech, kterými se ubírá technologické vybavení tunelů, ale probíhá zde velmi cíle diskusní fórum a jsou zde představovány nové projekty.

## STUPEŇ AUTOMATIZACE ŘÍZENÍ TUNELŮ

Stálým předmětem diskuse je stupeň automatizace řízení tunelů. V prvotní euforii po nástupu výkonných počítačů se předpokládalo, že všechny činnosti budou řízeny automaticky. Dnes se ví, že řídicí systém by měl veškeré činnosti, které lze algoritmovat provádět automaticky a dispečer by měl být informován o prováděné akci. V řadě činností, které souvisí v převážné míře s dopravním a bezpečnostním systémem je lidský faktor nezastupitelný, přestože jsou činěny pokusy se systémy založenými na bázi umělé inteligence, které jsou schopny řadu rozhodnutí „naučit se“ a pak je používat rutinně.

Stálá dispečerská služba po 24 hod je velmi nákladná záležitost. Jednoznačným trendem je dnes vybavovat tunely bezobslužným lokálním velínem, který umožňuje pouze nouzové řízení tunelu a celé řízení a monitorování tunelu soustředit do velínu více tunelů. Na tuto koncepci přešlo město Amsterdam. Zde byly ve třech tunelech velíny s lidskou obsluhou. Jednalo se o „IJ tunnel“ dlouhý 1039 m se dvěma troubami sloužícími dopravě (60 000 voz/den) a třetí rourou servisní, uvedený do provozu 1968 a v 90 letech rekonstruovaný. Dále „Piet Heintunnel“ dlouhý 1 500 m, tvořený třemi troubami, z nichž jedna slouží pro provoz tramvají. Tento tunel byl otevřen v letošním roce. Posledním tunelem je „Amsterdam Arena“, který je dlouhý pouze 175 m, ale je zde silný nárazový provoz zavízející na zápasech Ajaxu Amsterdam.

Pokud byly tunely provozovány individuálně, zaměstnávala radnice nejméně 30 zaměstnanců pro obsluhu velínů. Proto byl v loňském roce zřízen centrální velín a počet zaměstnanců klesl na cca 35 %.

Velká pozornost je věnována nejenom technickému vybavení dispečinku, ale i podmínkám, které zde má obsluhující personál. Vše je podřízeno integrovanému přístupu. Ten se vyznačuje:

- fyzickou integraci – jednotlivé subsystémy mají shodnou prezentaci ve vztahu k operátoru
- ergonomickou integraci – ovládání konzole, stěny monitorů a všechna další zařízení subsystémů se jeví jednotně. Návrhu dispečerského pracoviště je věnována značná pozornost a musí vyhovovat ergonomickým zásadám, obr. 5
- funkční integraci – veškerý styk se subsystémy je jednotný

## ŘÍZENÍ VENTILACE

Velké usilí je věnováno optimalizaci řízení ventilace, právě v souvislosti se snižováním spotřeby elektrické energie. Nejintenzivněji se pracuje na této problematice v Japonsku, kde prakticky všechny ventilační systémy, nově uváděné do provozu, využívají aparát neuronových sítí nebo neurčitostní logiky, tzv. Fuzzy regulátorů. Výzkumné práce a simulace ukazují, že právě nové způsoby regulace jsou cestou ke snížení provozních nákladů na ventilaci. Prvním tunelem, kde byl nasazen v loňském roce regulační systém na bázi Fuzzy logiky je Tokyo Port Tunnel. Ten leží v aglomeraci Tokia, kde žije více než 30 miliónů obyvatel.

Tunel délky 1325 m leží pod tokijským zálivem a je součástí městského okruhu Tokyo Bay Ring, který je páteří této aglomerace. Tomu odpovídá dopravní intenzita, která je 150 000 voz/den. Tunel se dvěma 3-pruhovými troubami byl uveden do provozu v roce 1976 a v loňském roce proběhlo dovybavení moderními senzory měřícími zplodiny a rekonstrukce řídicího systému. Na obr. 6 je schematicky znázorněn princip transverzální ventilace a umístění senzorů.

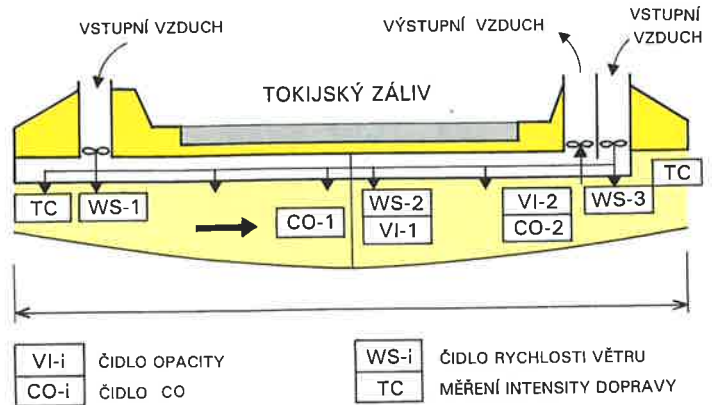
Řídicí proces spočívá v měření nejenom fyzikálních veličin, ale i dopravních parametrů. Nepracuje se ovšem s reálnými hodnotami, ale s hodnotami predikovanými. Na základě těchto hodnot je ve Fuzzy regulátoru vypočítáno potřebné množství vzduchu pro časový interval 30–60 min, které je v reálném čase korigováno skutečně měřenými hodnotami. První výsledky ukazují, že regulace je mnohem stabilnější, a že došlo ke snížení spotřeby energie.

Příspěvek z České republiky šel dokonce ještě dále a doporučuje řídit logiku spínání ventilátorů podle dlouhodobě predikovaných dopravních dat a vlastní regulaci úhlu lopatek založit na krátkodobě predikci dopravních parametrů, měřených fyzikálních veličinách a jejich derivacích. Zabránění nadbytečnému spínání a vypínání ventilátorů, které je normální, pokud je ventilace řízena dle okamžitých hodnot koncentrací škodlivin má velký význam pro snížení dynamického namáhání ventilátorů a tím zvýšení doby jejich života. Jak ukazuje řada měření hodnoty CO nebo opacity silně kolísají a nelze spolehlivě určit jejich vývoj. Ten je však možno určit z predikované hodnoty intenzity dopravy. Krátkodobá predikce dopravy a měřené hodnoty škodlivin, včetně jejich derivace slouží k optimalizaci spotřeby elektrické energie. Snahou bude zabránit „převětrávání“ tunelu. Tímto způsobem bude řízena ventilace ve Strahovském tunelu, kde je celkový instalovaný příkon 4,8 MW a spotřeba elektrické energie bude hrát značnou roli v provozních nákladech. Řízení ventilace bude realizováno ve čtyřech Fuzzy modulech.

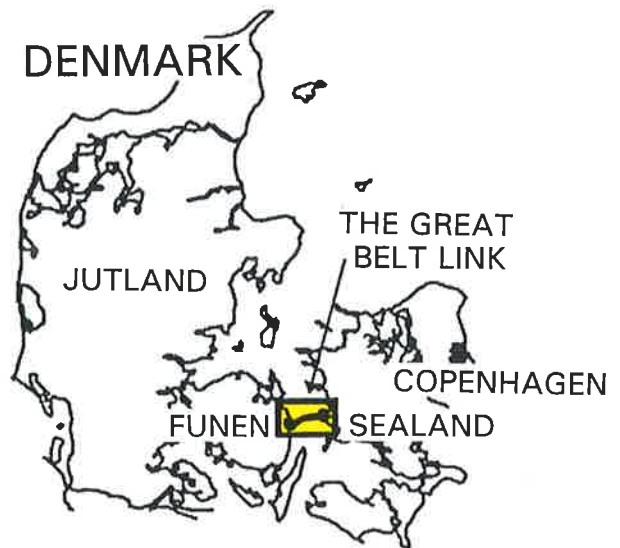
## PROJEKTOVANÉ TUNELY

V celém světě se projektuje a staví celá řada tunelů, velmi aktivní jsou asijské země – Indie, Čína, Hong Kong, kde vznikají desítky tunelů. V Evropě se staví také několik tunelů v různých zemích. Z technického hlediska jsou zajímavé dva podmořské tunely. Letos v březnu byly uvedeny do zkušebního provozu mosty a železniční podmořský tunel „Storebelt“ (Great Belt Link). Systém spojuje západní a východní Dánsko, obr. 7. Znamená to, že hlavní město Dánska Kodaň bude přístupné, bez nutnosti použít trajekt nebo letadlo.

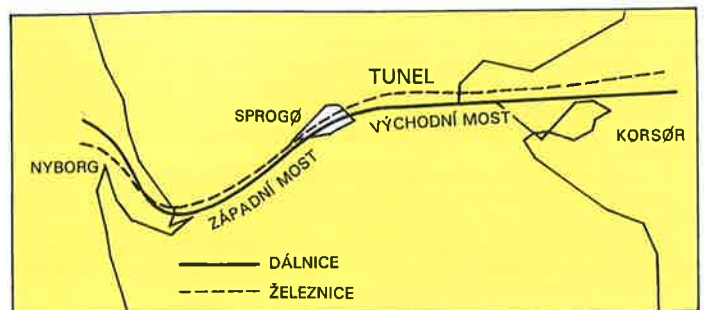
Byly vybudovány tři hlavní stavební objekty, obr. 8.



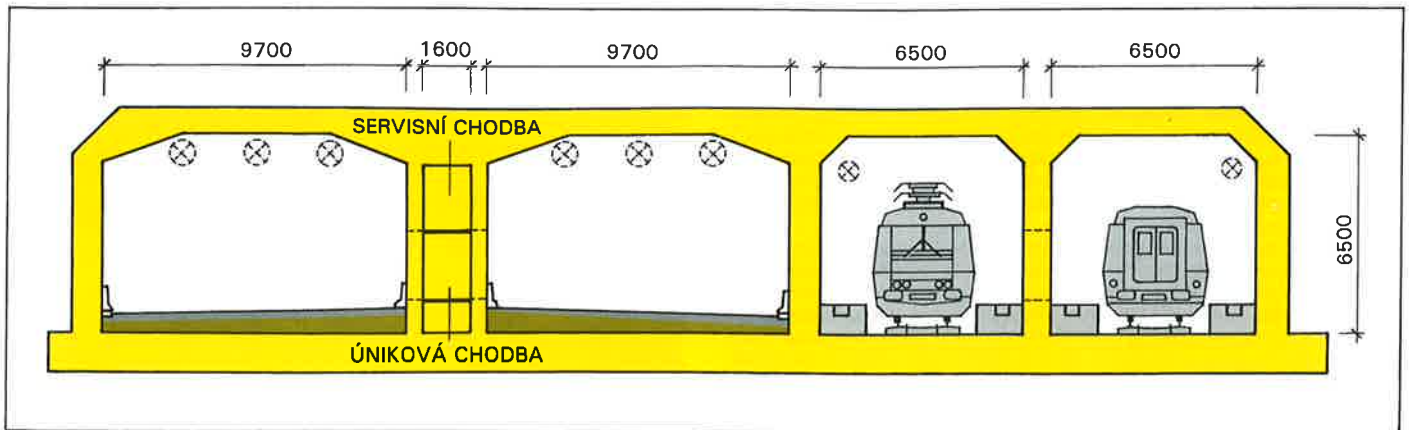
Obr. 6 Princip ventilace v TOKYO BAY RING



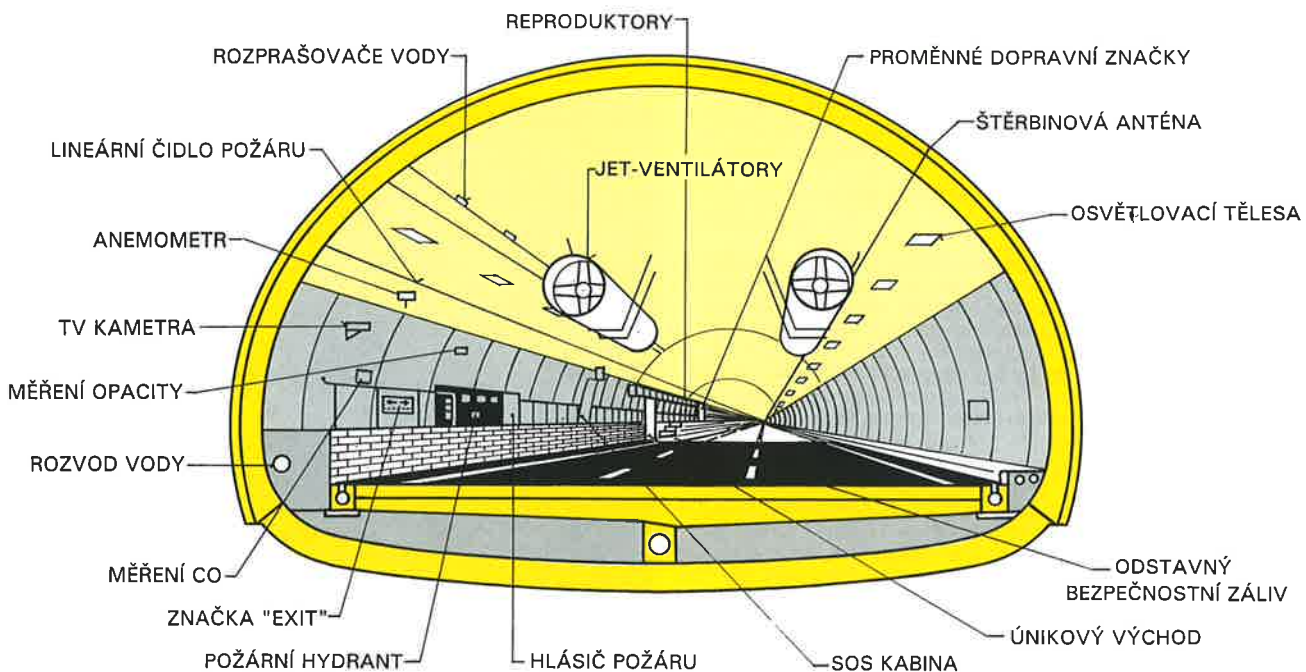
Obr. 7 Tunel „Storebelt“ uváděný do zkušebního provozu v březnu tohoto roku



Obr. 8 Schematické členění tunelu Storebelt



Obr. 9 Příčný řez tunelem mezi Švédskem a Dánskem



Obr. 10 Příklad technického vybavení silničního tunelu v Japonsku

– Západní most – betonový most délky 6,6 km spojující pevninu s ostrovem Sprogø. Na mostě jsou čtyři jízdní pruhy a dvojice železničních kolejí

– Východní tunel – dvě tunelové trouby délky 8 km a průměru 8 m slouží pro železniční přepravu, trouby leží ve vzájemné vzdálenosti 25 m a jsou propojeny 31 propojkami

– Východní most – betonový most se světově nejdelší vzdáleností mezi podpěrami, která je 1624 m

V tunelu je velmi dokonalý řídicí systém, jehož cena je vyjádřena hodnotou okolo 20 % z ceny stavebního díla. Pracuje zde 57 řídicích stanic, které zpracovávají více než 12 500 vstupních hodnot. Centrum řízení je u tunelu, veškeré informace získává i policejní řídicí centrála. Pozoruhodné je, že veškeré informace jsou k dispozici i ve 130 km vzdálené Kodani. V případě technického vybavení mluví autoři o dokonale integrovaném systému.

V roce 1991 byla podepsána dohoda mezi Švédskem a Dánskem o propojení podmořským tunelem a mostem s celkovou délkou 16 km. Dopravní systém bude tvořen:

- umělým poloostrovem na dánské straně, rozšiřujícím pobřeží o 430 m
- podmořským tunelem délky 3510 m ukončeným na umělém ostrově
- umělým ostrovem délky 4055 m
- zavěšeným mostem délky 1092 m
- dvěma přístupovými mosty celkové délky 6753 m
- řídicím centrem na švédské straně

Řez tunelem je na obr. 9. Tunel je vyprojektován a probíhá příprava realizace. Opět je plánován dokonalý řídicí systém, který bude integrovat všechna použitá technologická zařízení. Tato velká investice bude v prvních letech sloužit relativně malému objemu vozidel – počítá se průměrně s 10 000 voz/rok, v době dovolené se čtyřnásobnou intenzitou.

## ZÁVĚR

Stejně tak, jak se rozvíjí technika v různých oborech, tak se v posledních letech prudce rozvíjí úroveň technologického vybavení tunelů. Nejedná se o samoúčelný proces, ale zvyšování technické úrovně je přímo spojeno se zvyšováním bezpečnosti pro účastníky a se snižováním provozních nákladů pro správce tunelových systémů.

V tomto příspěvku nebylo možno ukázat kam skutečně kráčí technické vybavení tunelů, neboť se jedná o problematiku zahrnující řadu vědních disciplín. Jisté je, že kráčí mílovými kroky a je nutné tento trend zachytit, zvláště proto, že kromě zmíněných tunelů uvedených do provozu v letošním roce se plánuje několik tunelů na dálnici D8, tunel na D5 apod. Nelze se domnívat, že lze zakoupit drahé zahraniční zařízení a to bez výhrad aplikovat na naše podmínky. Každý tunel je unikátní dílo se svými specifickými vlastnostmi a při návrhu, realizaci a následném provozu je nutno s tím počítat.

# PRVNÍ NASAZENÍ TUNELOVACÍHO SYSTÉMU ISEKI V ČESKÉ REPUBLICE

ING. ANTONÍN FORMÁNEK, ING. KAREL FRAN CZYK

*THE PAPER DEALS WITH THE FIRST OPERATION OF THE ISEKI MICROTUNNELLING SYSTEM NOT ONLY IN THE CZECH REPUBLIC BUT ALSO WITHIN THE FRAME OF THE WHOLE CENTRAL EUROPE AND EASTERN EUROPE REGIONS. IT SHOWS THE RESULTS ACCOMPLISHED BY THE SYSTEM AT CONSTRUCTION OF THE „Y” SAWAGE COLLECTOR IN ÚSTÍ NAD LABEM BY SUBTERRA A. S.*

## ÚVOD

V čísle 26. 4. 95 časopisu TUNEL byli čtenáři článkem „Sběrač Y Ústí n/L” seznámeni s touto velkou kanalizační stavbou v severočeské metropoli. V tom samém čísle byla publikována i stať „ISEKI tunelářské technologie v profilech DN 250–3000 mm”.

Autoři tohoto příspěvku si vzali za cíl navázat na oba články a seznámit odbornou veřejnost s prvním nasazením tunelovacího komplexu ISEKI v České republice.

Pokusíme se ve zkratce přiblížit důvody, které vedly a. s. Subterra k nasazení technologie řízeného mikrotunelování a ukázat řešení některých problémů s tím spojených.

## DŮVODY NASAZENÍ MIKROTUNELOVACÍHO SYSTÉMU

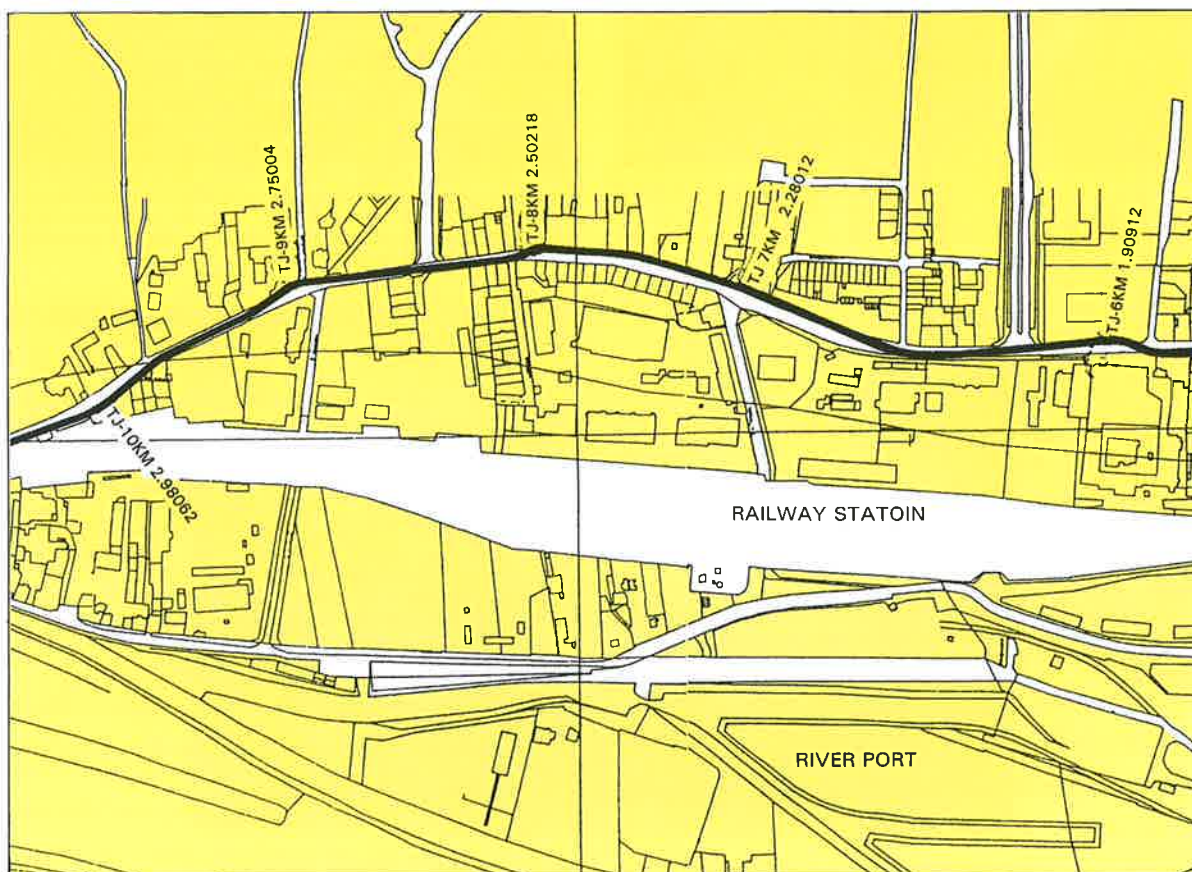
V Dráždanské ulici měla být stoka „Y” ražena klasickou tunelářskou technologií pro ražby v hlínách a píscích, tj. pomocí hnaného pažení tvořeného pažinami UNION předražnými přes rámy ocelové obloukové vý-

ztuže typu „K” montované na poddajné spojení a doplňovaného čílkováním. Ražba měla být prováděna těsně nad hladinou spodní vody při normálním stavu vody v Labi. V některých částech hladina spodní vody při normálním stavu Labe měla dosáhnout úrovně 1 m nad počvu.

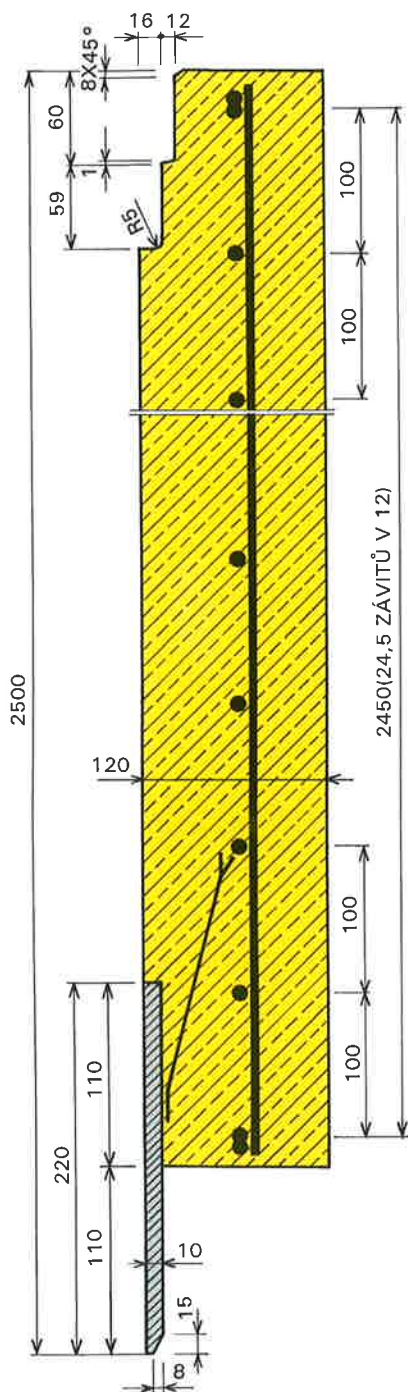
Při provádění v úvodních částech Dráždanské ulice ze šachet 10 a 6, vznikly značné komplikace. Podcházené kanalizace velmi značného stáří a velmi špatného stavu, prakticky bez dna, dotovaly svoje podloží, tedy prostor ražby při velkých deštích množstvím vody. Prognóza obdobného vývoje ve zbývajících částech Dráždanské ulice spolu s důsledky těžkostí způsobených i několikerým zvýšením úrovně spodní vody korespondující velké vody na Labi vedly účastníky výstavby stoky „Y” k rozhodnutí o nasazení mikrotunelovacího systému. Systém měl být nasazen na šachtě 7 ve st. 2,280 a měl pokračovat na Š 8, Š 9 a prorazit se do zastavené štoly provedené protiražbou z Š 10 do st. 2,900. Tedy celkem 620 m.

## VÝBĚR KONKRÉTNÍHO SYSTÉMU

Dále uvádíme důvody, které vedly k výběru systému ISEKI proti jiným výrobcům.



ŽELEZOBET. PROTĚKOVÁ ROURA  
DN 1200 A DN 1600  
STAVBA: KOLEKTOR "Y"  
ÚSTÍ NA LABEM



Značení: IZX 160/12, IZX 120/12

Beton: C 45/55

Betonářská ocel jakosti 10505, V 12 a V8, průměr spirály 1720 mm

Vrcholové zatížení: YZX 1600/1840 – 200 KNm-1

YZX 1200/1430 – KNm-1

Ocelový prstenec vnějšího průměru 1839+0-2 mm, síly 10 mm a výšky 220 mm, zajištěn vevářeným kroužkem 10 x 10 mm a šestnácti kotvami železy z páskoviny 5 x 20 mm

Přípustné odchylky:

1200/1430 průměr vnitřní +/- 10 mm, vnější +/- 3 mm, tloušťka stěny 10 mm,

1600/1840 průměr vnitřní +/- 10 mm, vnější +/- 4 mm, tloušťka stěny 10 mm

Maximální variace pravouhlosti přes vnější průměr u obou druhů rour - 4 mm

Napojení rour umožňuje směrovou úchytku 4°

Objem 1,620 m<sup>3</sup>

Hmotnost 4 050 kg

Firma ISEKI je absolutní světovou jedničkou mezi výrobci tunelovacích systémů do zemin a tunelovacích zařízení malých a středních rozměrů. Původem je z Japonska, avšak má založeny další samostatné působící společnosti ještě v USA, Thajsku, Anglii a Německu, které zajišťují dodávky systému doslova na celém světě.

Firma ISEKI vznikla před více než dvaceti lety a do dnešních dnů prodala více než dva tisíce mikrotunelovacích systémů, přičemž celková metráž projektů jde řádově do statisíců. Firma přitom zajišťuje nejen výrobu a dodávku strojů, ale i jejich pronájem spolu se zaškolenými operátory. Tato bezprostřední účast na realizovaných projektech poskytuje firmě dobrou zpětnou vazbu a neocenitelné zkušenosti při vývoji nových systémů. Proto se důraz na zákazníka a jeho požadavky promítá do konkrétních technických řešení strojů. Projevilo se to například tím, že u ISEKI byl poprvé rozvinut princip tak zvaného slurry neboli hydroodtěžení, které poskytuje uživateli největší jistotu, že si systém poradí i v nepříznivých a nestabilních podmínkách a tento trend se dnes potvrzuje celosvětově i u jiných výrobců. Je to taky především s ohledem na uživatele, že technologie ISEKI staví na jednoduchosti obsluhy a vysoké spolehlivosti zařízení spíše než na jemných technických jednotlivostech, které v tvrdých podmínkách pod zemí obvykle dlouho nevydrží. V poslední době se důraz na potřeby zákazníků projevuje zejména v maximální možné kapacitě ve skalních partiích, které někdy u mikrotunelování nelze vyloučit.

Pro čtenáře, kteří neměli možnost článek o systému ISEKI v roce 1995 přečíst uvádíme dále krátké přiblížení tohoto systému.

Systém funguje na principu protlačování z rozjezdové startovací šachty do příjezdové jamy anebo přímo na povrch. Zatlačované zařízení je však kontrolováno a dálkově řízeno z řídicí kabiny na povrchu pomocí laseru, televizní kamery a pomocných hydraulických válců v hlavě stroje. Tím pádem je zaručena přesnost protlačování řádově v milimetrech. Za zatlačovaný stroj se spouští protlačovací roura – obvykle železobeton, ale možné je i použití oceli, keramiky anebo HOBASu a obdobných materiálů, které vydrží požadované přitlaky. Stroje ISEKI mají vlastní rotační rozrušovací hlavu, za kterou je umístován drtič, jenž umožňuje drcení balvanů a skalních hornin zhruba do velikosti 1/3 průměru stroje. Odtěžování se provádí hydraulicky pomocí tzv. slurry potrubí a systému slurry čerpadel. Tímto systémem se do hlavy stroje vhání výplach vody s eventuálním přidáním bentonitu, který jednak odvádí rozrušenou zeminu a úlomky hornin, ale udržuje navíc tlakovou rovnováhu s okolním zeminovým prostředím a hydrostatickým tlakem spodní vody. Tím pádem může systém pracovat v nejrůznějším zeminovém prostředí vzdušných nesoudržných písků, pod hladinou spodní vody, v prostředí se skalními balvany a dokonce i v měkkých horninách. To vše, aniž se ražba projeví na povrchu sedáním, poklesy nebo škodami na majetcích. Na povrchu prochází výplach přes sadu sítí a hydrocyklon a vrací se zpět do stroje, přičemž rubanina se odváží na skládku.

Tímto způsobem se eliminuje počet pracovních sil a při relativně nízké spotřebě vody, energie a materiálů je možno dosahovat velmi vysokých postupů – u menších průměrů 10 až 15 m za směnu, u vyšších průměrů zhruba polovinu těchto hodnot. Nejmenšími průměry jsou světlosti 250 mm. Výrobní řada ISEKI jde zhruba v 100 mm skocích nahoru a největšími dosud vyrobenými průměry byly cca 3000 mm stroje. Technologie je přitom u všech rozměrů v zásadě podobná.

Průměry strojů zhruba do 800 mm světlosti se mohou nasazovat na vzdálenosti 80–150 m podle podmínek. U větších průměrů je délka nasazení z technického hlediska v podstatě neomezená, avšak vyžaduje používání mezitlačných stanic. Z těchto důvodů nebývá ekonomicky výhodnější dělat delší protlaky než cca 300 m. V praxi se už dělaly protlaky i 500–600 m dlouhé, přičemž i v těchto případech byla dosahovaná přesnost velmi vysoká. Při protlačování je možno provádět i jednu nebo více zatáček o poloměru 200 m.

### VÝBĚR KONKRÉTNÍHO ZAŘÍZENÍ A VÝBĚR TRUBEK

Projektant projekce Severočeských vodovodů a kanalizací a. s. určil jako nejmenší přípustný průměr pro železobetonové trouby 1600 mm. Na základě posouzení požadavků na pevnost trubek byla stanovena nejmenší tloušťka stěny 120 mm. Čili vnější průměr trubek 1840 mm. Je vhodné, aby razičí stroj měl průměr hlavy o 20 mm větší než je rozměr trouby. Tedy 1860 mm. Firma EUROISEKI měla k dispozici razičí stroj o průměru 1800 mm a proto došlo k jeho úpravě na požadovaných 1860 mm. Byl zvolen stroj typu UNCLEMOLE, který je konstrukčně uzpůsoben pro procházení nestálých zemin a písků s možností výskytu valounů až do velikosti 1/3 průměru razičího stroje. Jejich zvládnutí umožňuje doplnění řezné hlavy mohutným kuželovým drtičem. Jeho excentrické osazení umožní překonat pevnosti balvanů v tlaku do 250 MPa. Uspořádání hlavy a drtiče je zřejmé z přiloženého obrázku.

Protlačované trubky jsou vyráběny v BeToniKa plus s. r. o. Lužec. Tato firma byla vybrána ve veřejné soutěži. Nejlépe zvládla splnění požadavků na trouby:

- při stanoveném vnějším a vnitřním průměru vyrábět trouby o takové jakosti, aby vydržely axiální tlačnou sílu 20 000 kN a vrcholové zatížení zemním tlakem 200 kN/m;
- zajistit rozměrové tolerance podle příslušných ČSN, resp. doporučení EUROISEKI;
- zajistit vodonepropustnost trubního spojení do přetlaku 40 m vod. sloupce;





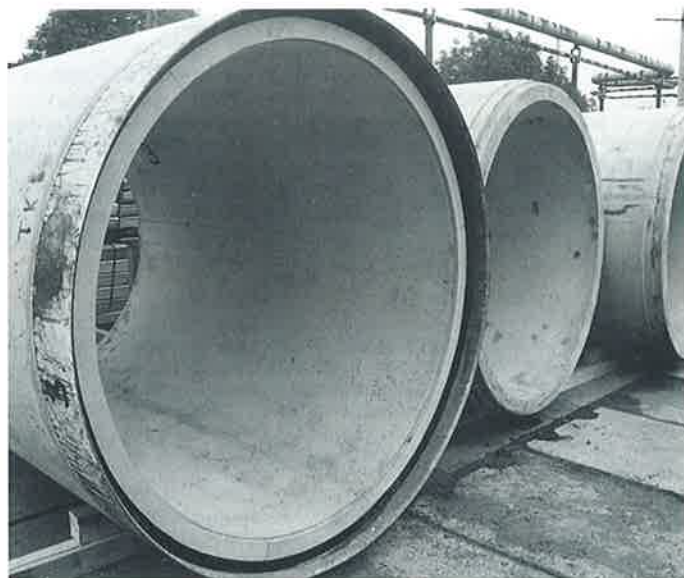
Obr. 1 Vibrosíta separačního zařízení odtěžovacího slurry systému



Obr. 2 UNCLEMOLE TCP 1860 – uspořádání řezné hlavy a kuželového drtiče s excentrickým usazením



Obr. 3 Systém ISEKI – řídicí kabina

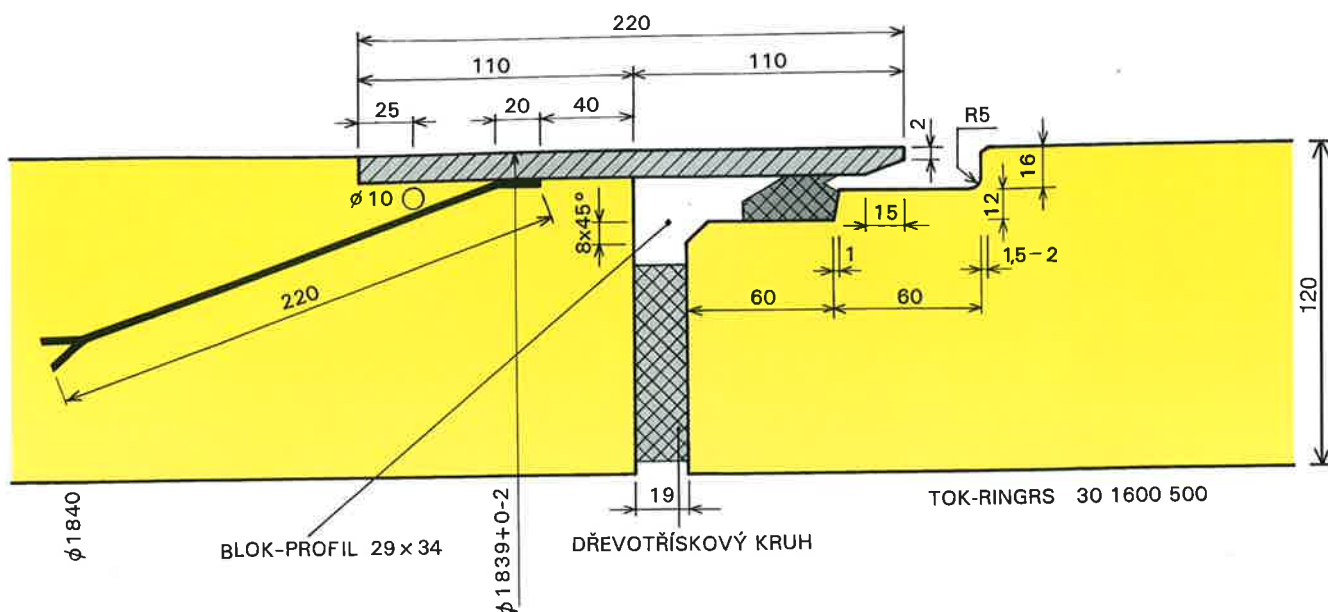


Obr. 4 Protlakové roury IZX 160/12



Obr. 5 Celkové uspořádání ve startovací šachtě – protlačování z Š-9 směrem na Š-8

## DETAIL SPOJE PROTĽAKOVÉ ROURY IZX 160 / 12



– zajistit takové uspořádání trubního spojení, které umožní provádění zatlačování vertikálních i horizontálních oblouků o minimálním poloměru 200 m.

Konečný tvar trubek a jejich uspořádání je zřejmé z příložených schémat a obrázků.

### NASAZENÍ SYSTÉMU A VÝSLEDKY PROTĽAKOVÁNÍ

Systém byl uveden do provozu 17. 9. 1996. Do 20. 9. 1996 bylo prováděno seřizování slurry systému, tj. jak strojního, tak i ladění konzistence transportního média s ohledem na konkrétní zeminové podmínky.

Od 21. 9. 1996 se začalo provádět zkušební zatlačování. Práce probíhaly v pracovních dnech na 2 směny. Do 8. 10. 1996 bylo zatlačeno 100 m. Při 13 pracovních dnech na 2 směny. Do 8. 10. 1996 bylo zatlačeno 100 m. Při 13 pracovních dnech byl dosažen průměrný postup 7,69 m/den. Tento průměrný postup je ovlivněn skutečností, kdy poslední dva dny razicí stroj překonával 3 m larsenové stěny zatížené v ose ražby. Do proražení na další šachtu zbývalo 122 m. Ze se jedná o larsenovou stěnu nikdo netušil, dle dostupných informací nic takového se vyskytovat nemělo. První dohady nemohly vyloučit ani starou munici z bombardování 2. světové války. Samozřejmě, že další postupy byly koordinovány OBÚ Most. Následovalo vyhloubení pomocné šachty, z ní ražba přípojovací štolíčky a pak zjištění, že se nejedná o bombu, ale larsenovou stěnu v souběhu. Bylo jí zajišťováno zatrubnění souběžného potoka. V projektové dokumentaci zatrubnění nebyla o larsenkách ani zmínka, dokumentace skutečného provedení nebyla nalezena. Proto byla zvolena varianta klasické ražby s odtěžováním přes zmiňovanou boční pomocnou šachtu. A to tak dlouho, až larsenová stěna uhně. Bylo to 32 m. V době klasické ražby byl řešen problém, jak vyraženou štolou protáhnout razicí stroj. Po zvážení všech okolností byla štola zařukována hubeným betonem B 7,5 a v tomto prostředí bylo provedeno normální protlačení. Dobrá zkušenost pro srovnání provádění v písku a v hubeném betonu, zejména z hlediska nutnosti změny konzistence slurry. Po projetí betonu a zatlačení dalších 30 m nastala opět kolize se železem. Systém byl zastaven a z dojezdové šachty byla provedena protiražba klasickou technologií. Razicí stroj pak byl touto štolou vytažen a převezen do dílem k celkové opravě. Mezitím probíhaly intenzivní průzkumné práce ke zjištění rozsahu larsenových stěn v trase. Prováděly se kopané sondy, různá geofyzikální měření, ale výsledky nebyly zcela jednoznačné a průkazné. Komunikaci jsme ve celé délce prověřit nemohli. Výsledkem bylo rozhodnutí o částečné změně trasy, vyražení nejistého úseku 60–80 m z šachty Š 8 směrem k šachtě Š 9 klasicky a nasazení systému ISEKI z šachty Š 9 na obě strany. V obou případech s prorážkou do štol, v kterých bude připraven výstupní prsteneček.

14. 2. 1997 systém ISEKI začal protlačovat z Š 9 směrem k Š 10. Okamžitě za jámu byl kontaktován čistý plastický jílu. Muselo dojít k vyladění konzistence slurry, což vedlo k tomu, že během prvních dvou dnů, tedy 4 směn bylo zatlačeno pouze 6 m. V následujících 10 pracovních dnech bylo protlačeno 102,5 m, tj. průměrný denní postup 10,25 m. Na tomto úseku byl dosažen zatím nejlepší denní postup 17,5 m při dvou pracovních směnách (ranní a odpolední). V dalších dnech byl razicí stroj

protážen štolou na šachtu Š 10, vytažen na povrch, převezen opět na Š 9 a po dostatečném zatvrdnutí druhé opěrné stěny a přemístění tlačného zařízení nasazen k protlačování směrem na Š 8. V době od 17. 3. do 1. 4. 1997 bylo během 14 pracovních dnů zatlačeno 151 m, tj. průměrný denní postup 10,79 m. V prvních dnech v jílu, dále v písku. Opět změna slurry.

### NĚKTERÉ DALŠÍ POZNATKY

- Spotřeba bentonitu kolísala mezi 6–10 t na 100 m zatlačování v písčích. V přímé závislosti na křivce zrnitosti a zejména podílu jílových minerálů (zahlinění). Při zatlačování v jílu klesla spotřeba bentonitu pro transportní slurry na nulu, pouze byla malá spotřeba na mazací systém trub.
- Nové protlačovací trubky se dokonale osvědčily, nedošlo k žádnému jejich poškození.
- Rovněž tak se osvědčil i systém jejich těsnění. K dořešení zbývá pouze fixace těsnění speciálních trubek používaných v místech mezitlačných stanic. Zde docházelo při opakovaném obousměrném pohybu pláště mezitlačné stanice k tendenci stažení těsnění z trubky.
- Dosažené odchylky od projektované nivelity stoky se pohybovaly do 20 mm, kromě míst, kde došlo ke kontaktu s larsenovými stěnami. Zde došlo ke zvednutí stroje až o 100 mm. V tomto místě bude úsek délky 7,5 m, tj. 3 roury sanován.
- Minimální ovlivnění okolí hluchostí a jakýmkoliv znečištěním. prokázání vhodnosti nasazení v městské zástavbě.
- Potřeba dokonalého průzkumu zájmového území s ohledem na zjištění takových překážek jako jsou larseny, železné vystrojení starých studní či různých vrtů apod.

### ZÁVĚR

Ne vždy pracovníci dělnických profesí přijímají novou techniku s porozuměním a nadšením. V tomto případě ale musíme konstatovat, že prezentovaná technologie se setkala na všech úrovních a. s. Subterra s nadšením a uznáním. A to i přes velmi nepříznivé okolnosti a jejich důsledky, které první nasazení systému ISEKI provázely. Srovnání klasické technologie a technologie řízeného protlačování v uvedených podmínkách mluví jednoznačně pro technologii druhou. Po získaných zkušenostech si nedovedeme představit, že provádění kanalizačních sběračů velkých průměrů v údolních zvodnělých terasách našich řek by se realizovalo jinou technologií. Tento závěr si dovolujeme konstatovat aniž zapomínáme na desítky kilometrů kanalizačních sběračů, které a. s. Subterra realizovala v minulosti klasickými tunelářskými technologiemi.

Systémy ISEKI rovněž mohou být s výhodou využity při stavbách vodních přivaděčů, kolektorů, při podcházení překážek, komunikací či vodních toků. Jejich využití je už přes dvě desítky let soustavně prověřováno na stovkách projektů na celém světě. Příkladem některých projektů může být podcházení přístavacích dráh na letišti Heathrow v Londýně anebo JFK v New Yorku – obojí z plného provozu, anebo projekt systému kanalizačních sběračů v Bangkoku, který je při délce téměř 40 km největším mikrotunelovacím projektem na světě.

# DEFINITIVNÍ OSTĚNÍ TUNELU HŘEBEČ

## POJÍZDNÉ TUNELOVÉ BEDNĚNÍ – BETONÁŽ

ING. JAN ŠKRÁBEK, METROSTAV A. S. – DIVIZE 5

THE DRIVING OF THE TUNNEL HŘEBEČ WAS COMPLETED IN JUNE 1996. IN THE SECOND PART OF THIS YEAR THERE WAS STARTED THE PERFORMANCE OF THE CAST CONCRETE LINNING. THE ARTICLE TALKS ABOUT SOME PARAMETERS OF THE MOBILE MONOLITHIC FORMS AND ABOUT BASIC PROBLEMS INVOLVED IN REINFORCEMENT AND CONCRETE WORK.

### ÚVOD

Informace o výstavbě i odborné články o projektu a vlastním provádění silničního tunelu Hřebeč byly již vícekrát publikovány nejenými spolupracovníky z a. s. Metrostav, ale také autory od spolupracujících organizací. Byly zveřejněny jak v časopise Tunel tak i v jiných periodikách a také ve sbornících k vědeckotechnickým konferencím.

V loňském roce byla úspěšně dokončena první etapa výstavby – ražba vlastního tunelu. K této problematice se vězala většina výše zmíněných publikovaných článků. V tomto příspěvku bych se chtěl věnovat druhé etapě výstavby, která byla na stavbě tunelu Hřebeč zahájena v druhé polovině minulého roku. Jednalo se o provádění definitivního ostění z monolitického betonu.

### TUNELOVÉ BEDNĚNÍ

Tunelové bednění se skládá z podvozku a 2 kusů tvarovacích částí bednění (obálky) pro betonáž vnitřku tunelu a 2 kusů pro portálové úseky. Bednění typu Bösberg (výrobce firma Poser Engineering AG – Švýcarsko) bylo upraveno na profil tunelu Hřebeč. Podvozek je ocelová konstrukce na čtyřech výsuvných nohách (hydraulicky ovládaných) opatřených pojízdy (dva pojízdy jsou hnané vždy dvěma hvězdicovými hydromotory a dva jsou bez pohonu), které pojíždějí po kolejkách. Rozchod kolejové drážky je 4 500 mm, rozvor podvozku je 10 650 mm.

Na jedné opěrné noze je umístěn hydraulický agregát 2 x 36 l/min. poháněný elektromotory 2 x 18 kW (s nádrží 300 l). Současně je na noze situováno stanoviště obsluhy s ovládacími prvky hydraulického systému bednění a ovládání obou pneumatických vrátek LPPG, které jistí

celou konstrukci proti samovolnému posunu po kolejkách, neboť podélný sklon tunelu je 6,3 %. Do podvozku jsou přes čepy upnuty hydraulické válce sklápění bočních dílů bednění a vyrovnávací válce horního dílu bednění. Po ustavení bednění do fáze betonáže, vysunutí čepů u hydraulických válců a po jejich zasunutí může podvozek bednění opustit. Tvarovací část bednění (obálka – dva díly dlouhé 5,04 a dva díly půdorysně lichoběžníkového tvaru o stranách délky 5,1 a 5,4 m) se skládá ze základních sekcí o délce 2,52 m, které jsou vzájemně sešroubované a jsou rozděleny na vrchní díl, dva boční díly a dva spodní sklápěcí díly. Ve vrchním dílu je umístěna pojezdová drážka, na které je umístěn rozdělovač betonu TBG-125, včetně ovládacího stanoviště. Rozdělovač betonu má vlastní hydraulický agregát (16 l/min.) poháněný elektromotorem o výkonu 5,5 kW.

Jedním dílem bednění (obdélníkového půdorysu délky 5,04 m) se betonují liché sekce a čela se bední odřezky z dřevěných fošen. Druhým dílem bednění (lichoběžníkový půdorys dl. 5,1 na vnitřní straně a 5,4 m na vnější straně směrového oblouku) se betonují vzniklé mezery sudé sekce a těsnění se do vytvořeného již vybetonovaného profilu vyrovnávacími (koncovými) plechy a gumovým pásem. Bednění se ustavuje do fáze betonáže pomocí hydraulických válců a rozpěrných šroubů, přičemž se spodní sklápěcí díly opírají o předbetonovanou patu profilu a jsou zajištěny proti sevření pomocí konstrukce zaklínované o trubkové trny ve dně tunelu. Pro zachycení vztlaku se bednění vzpírá vřeteny do stropu. Na dílech bednění jsou rozmístěna okna pro betonáž ve spodních částech a přípojky pro rozdělovač betonu v horních částech obálek. Pro hutnění betonu slouží přiložené pneumatické vibrátory rozmístěné po dílech bednění.

### ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE O ZAŘÍZENÍ A O POSTUPU BETONÁŽE

rychlost betonáže	2 výškové m/hod.
rozdíl hladin betonáže	max. 0,75 m
hmotnost podvozku	21 916 kg
hmotnost 1 obálky (včetně rozdělovače)	53 080 kg
zatížení obvodového žebra	70 kN/m <sup>2</sup>
zatížení podélného nosníku	90 kN/m <sup>2</sup>
zatížení bednicího pláště	110 kN/m <sup>2</sup>
deformace při betonáži	2–3 cm
rozchod pojezdových kolejnič	4 500 mm
polohová tolerance pojezdové kolejnič	50 mm
klesání	6,3 %
poloměr oblouku	250 m
délka bednicího pláště	5,04 m
profil spáry	lichoběžníkový
tloušťka bednicího pláště	8 mm
vibrátory – zhuťovací	na 1 bednění 56 ks na stlačený vzduch NVT 105
vibrátory – kosmetické	na 1 bednění 8 ks R 120 na stlačený vzduch
počet otvorů pro betonáž	na 1 bednění 6 ks
počet otvorů pro injektáž	na 1 bednění 2 ks
počet oken pro betonáž	na 1 bednění 10 ks
typ betonovacího zařízení a jeho podpěr	TBG-125 úpadní
betonáž bednění čela u lichých sekcí	oboustranné dřevěné 10,65 m
délka vozu zakotvení bednění: zachycení vztlaku	přes vřetena ke stropu přes základnové rozpěry na spouštěcích klínech v patě
horizontální síly	
vertikální síly	

## ZKUŠENOSTI Z PROVOZU

Betonáž klenby definitivního ostění na tunelu Hřebeč byla zahájena 19. 8. 1996 od západního portálu v ražené části tunelu. Do konce roku se podařilo vybetonovat celý ražený úsek (300 m) s výjimkou úseku u východního portálu na délku tří dílů bednění. Celkem bylo uloženo 7 560 m<sup>3</sup> betonu. Z uvedeného množství na klenbu vytvořenou bedněním připadlo 4 360 m<sup>3</sup>, zbytek kubatur betonu byl uložen do konstrukce spodní klenby a desky tunelu. Problémy, které zpočátku těchto prací na stavbě vznikly, se většinou nevázaly přímo na provádění betonáží, ale byly s ním úzce spjaty. Hlavním problémem bylo, že přes

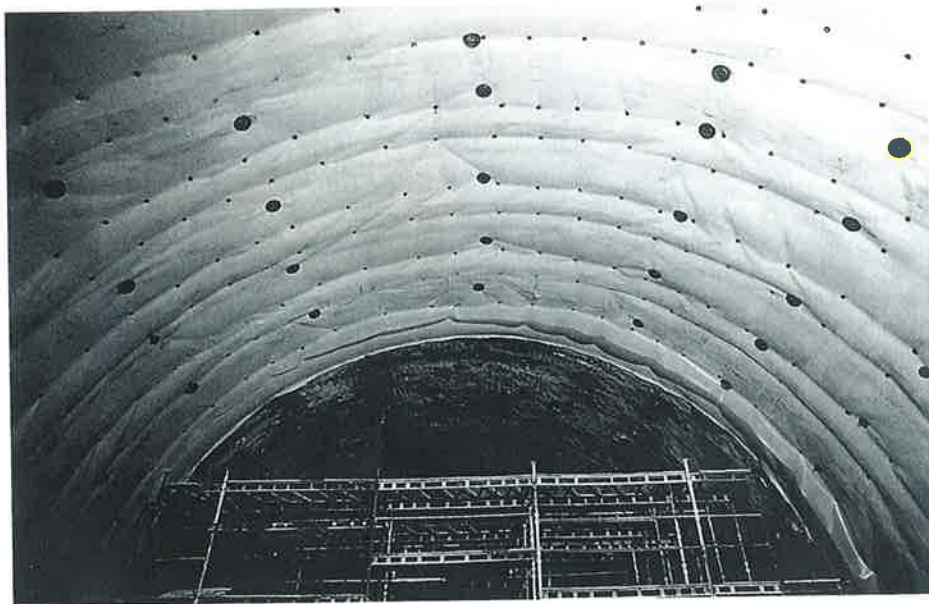
všechna opatření na stavbě provedených, došlo na prvních sekcích místně k nedodržení předepsané krycí vrstvy výztuže. Je nutné zdůraznit, že právě nejvíce problémů vzniklo při montáži výztuže. Výztuž v ostění tunelu byla navržena a vypočítána dle mostní normy. Z tohoto důvodu je nadiemnována na poměrně velké smykové síly, které jsou eliminovány s velkým počtem příčných smykových výztužných prvků. Kromě vysoké pracnosti tak vzniklo vyšší riziko poškození mezilehlé izolace, která byla v případě tunelu Hřebeč dodatečně navržena a prováděna. Současně bylo při provázání smykové a obvodové výztuže dosaženo vysoké tuhosti armaturní klece jednotlivých sekcí. Všechny distanční podložky, které se běžně používají pro betono-

vu výztuž se ukázaly jako nevhodné. Plastické distanční podložky byly zdeformovány, jednoduché betonové podložky se přetáčely a vypadávaly v důsledku šikmých sil při usazování formy. Nakonec se ve spolupráci se zástupci technického dozoru investora podařilo tento nedostatek úspěšně vyřešit použitím masivních betonových válečků navlékaných ve stanovených vzdálenostech na výztuž jdoucí souběžně s lícem ostění tunelu. Po vyřešení tohoto nejvážnějšího problému proběhla betonáž definitivního ostění již v požadované kvalitě.

Ukázalo se, že technická příprava pro vlastní betonáž byla zpracována dostatečně podrobně. Byly v ní velmi dobře podchycena problémová místa vlastní výroby, přejímky a zpracování betonové směsi. Na této přípravě ale i na vlastní realizaci s dodržováním stanovených podmínek spolupracovalo vedení stavby s firmou Beton Bohemia.

## ZÁVĚR

V současné době, tj. koncem měsíce března (po nutné zimní pauze dané teplotami pod bodem mrazu) je betonáž definitivního ostění ve vyraženém tunelu dokončena. Zahajují se betonáže klenby a boků definitivního ostění před současnými portály tunelu, který bude v těchto úsecích dodatečně zasypán do vyprojektovaného průběhu terénu. Dokončení prací na betonáži ostění je plánováno ke konci června, což dává dobrý předpoklad pro celkovou připravenost tunelu k jeho zprovoznění současně s napojovanou komunikační přeložkou ještě v říjnu roku 1997.



Obr. 1 Foliová izolace klenby tunelu Hřebeč



Obr. 2 Betonáž sudé sekce zhotovování monolitického ostění

# PRODLOUŽENÍ SBĚRAČE P

Ing. MILOSLAV NOVOTNÝ, VODNÍ STAVBY PRAHA, A. S.

*AFTER A LONG TIME, THE EXTENSION OF THE MAIN DRAIN P IS AGAIN AN IMPORTANT TUNNELLED SEWERAGE WORK IN PRAGUE. IT CONSISTS OF SECTION DN 2000 WITH A LENGTH OF 1730 METRES, DN 1000 WITH A LENGTH OF 397 METRES AND DITCHED SEWERAGE DN 500 WITH A LENGTH OF 690 METRES. TUNNELLING WILL TAKE PLACE IN PRAGUE'S ORDOVICIAN. CONSTRUCTION WILL BEGIN WITH THE DIGGING OF SHAFT Š 0 (DEPTH 30,70 METRES) AND Š 3 (DEPTH 9,5 METRES).*

## ÚVOD

Útlum bytové výstavby v Praze znamenal omezení až zastavení výstavby nových úseků kanalizačních sběračů v Praze. Tím samozřejmě klesl v posledních letech i **objem sběračů ražených**. Ražby se omezily na krátké úseky, které stávající síť doplňují nebo se jednalo o rekonstrukční zásahy na síti (na systematickou obnovu pražská kanalizační síť však teprve čeká).

Snad jedinou výjimkou je zahájení výstavby „Prodloužení sběrače „P“ pro Západní město“.

## ÚČEL STAVBY A JEJÍ LOKALITA

Hlavním úkolem stavby je odvést splaškové vody z území budoucího Západního města. Sběrač současně umožní i odkanalizování obce Řeporyje.

Tím se docílí napojení daného území do stávajícího splaškového sběrače „P“, který prochází Lužinami (část Jihozápadního města). Koncepce vyšla z návrhu územního plánu Západního města z listopadu 95.

Sběrač prochází prostorem obcí Lužiny, Stodůlky a Řeporyje v Praze 5. Území je značně členité (výškový rozdíl přes 55 m) a obsahuje starou i novou zástavbu a nezastavěné plochy vč. zemědělsky obdělávaných pozemků.

## POPIS SBĚRAČE

Sběrač sestává ze tří úseků:

1. úsek má průtočný kruhový profil DN 2000 mm. Navazuje na konec stávajícího sběrače P ve Stodůlkách a prochází nejprve obydlenou částí Jihozápadního Města I, kde křížuje trasu B metra. Rozvodí mezi Prokopským a Dalejským potokem překonává v hloubce až 55 m. První úsek končí v obci Řeporyje v Š umístěné na malém náměstí s názvem „Na tržišti“. Úsek je dlouhý 1 730 m a jeho spád činí 4‰. Ražba bude probíhat v hloubce 25 až 55 m pod terénem.
2. úsek prochází pod ulicemi „Smíchovská“ a „K Třebeňicům“. Průtočný profil je opět

kruhový, ale menší velikosti – DN 1000 mm. V koncové spojné komoře SK 12 se předpokládá napojení dalších stok včetně výtlačku z výhledové čerpací stanice Řeporyje. Celý úsek je opět ražený (délka úseku 397 m; spád 4 ‰) v hloubce pod terénem do 12,5 m.

3. úsek je hloubená kanalizace DN 500 mm délky 690 m. Trasa sleduje Dalejský potok a tím předurčuje nepříznivé podmínky pro realizaci.

Vlastní sběrač doplňuje hloubená kanalizace DN 300 mm v ulici „K Třebeňicům“ v délce 239 m, domovní přípojky, přeložky inž. sítí apod.

Pozn.: Přehledná situace sběrače je na obr. 1 a podélný profil úseku DN 2000 zobrazuje obr. 2.

## GEOTECHNICKÉ POMĚRY A RAŽBA

Ražená část sběrače (tj. úseky DN 2000 a DN 1000) procházejí vrstvami pražského ordoviku. Jedná se o vrstvy záhořanské, bohdalecké, královovské, kosovské a liteňské. Zastížena bude také v několika místech, především na úseku DN 1000, různě mocná poloha diabásu.

Na základě geotechnických poměrů dodavatel použije na úseku DN 2000 ražbu pomocí frézy na výložníku Alpine AM 50 (připravena je i varianta pro nasazení frézy DOSCO). Provizorní ostění bude provedeno podle zásad Nové rakouské tunelovací metody (NRTM).

Na úseku DN 1000 bude použit tradiční technologický postup s trhacími pracemi v polohách diabásů.

Vzorový příčný řez štolou pro úsek DN 2000 je na obrázku č. 3 a č. 4.

K problematice geotechnických poměrů, přípravy ražeb a technického řešení definitivního ostění se podrobněji vrátíme v dalších číslech časopisu Tunel.

## PŘÍPRAVA PRÁCE

Stavba bude zahájena hloubením šachet Š 0 a Š 3:

**Šachta Š 0** bude hloubena v ordovických břidlicích záhořanského souvrství. 326,80 (stávající výška terénu) – 322,40

4,40 m navážky neuvedené v geologickém průzkumu  
322,40 – 319,00  
3,40 m navážky zjištěné geologickým průzkumem  
319,00 – 318,20  
1,80 sprašové a svahové jílovitopísčité hlíny tuhé až pevné  
318,20 – 317,10  
1,10 m ordovické břidlice rozložené  
317,10–315,00  
2,10 m ordovické břidlice zvětralé  
315,00–307,40  
7,60 m ordovické břidlice navětralé  
307,40–295,40 (dno šachty)  
12,00 m ordovické břidlice navětralé  
Ustálená hladina podzemní vody je na kótě 316,00 m n. m.

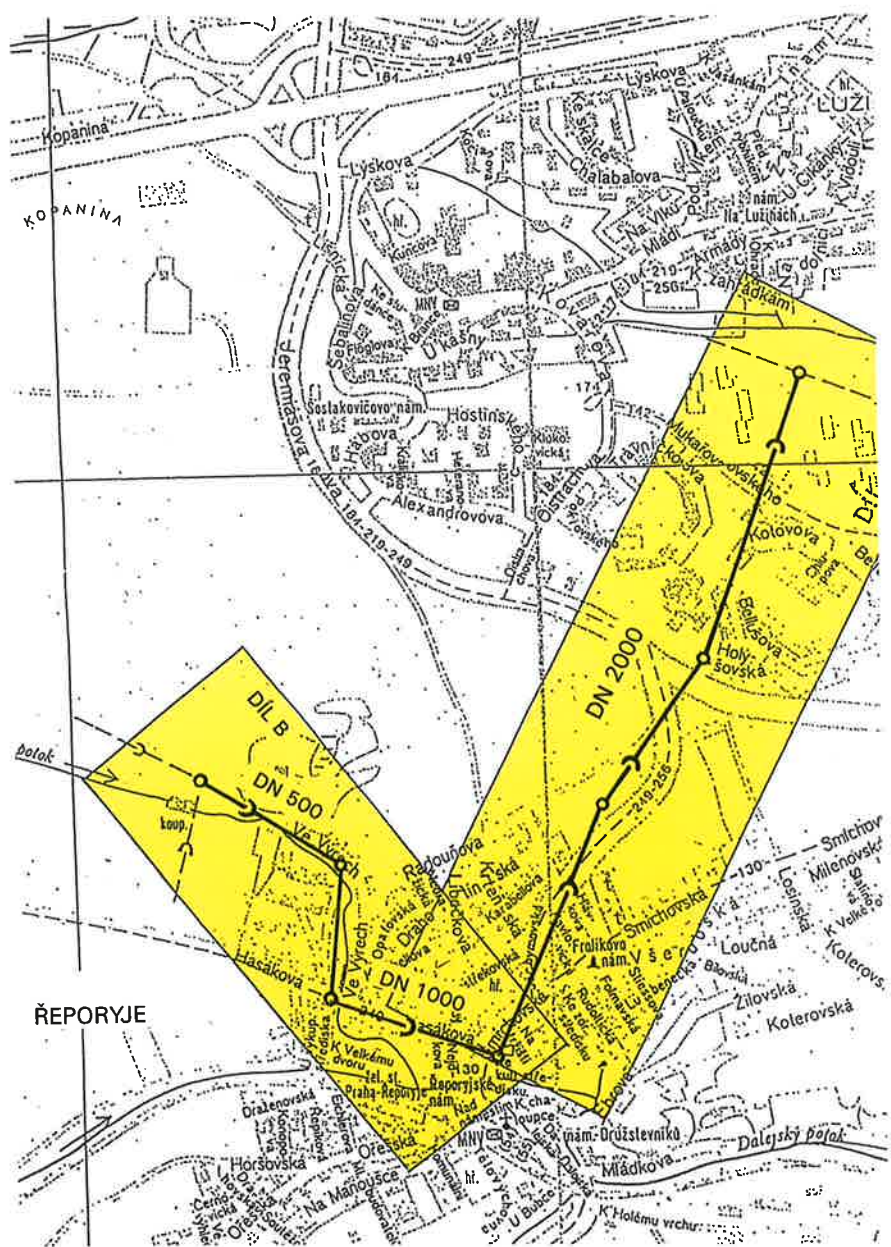
**Šachta Š 3** bude hloubena v diabásových horninách  
313,85 (stávající výška terénu) – 312,75  
1,100 m písčité a hlinitopísčité hlína se štěrskem  
312,75 – 312,15 (povrch skalního podloží)  
0,60 m spraš a svahové jílovitopísčité hlíny tuhé až pevné  
312,15 – 309,80  
2,35 m diabásových hornin hlinitě rozložené  
309,80 – 306,50  
3,30 m diabásových hornin zvětralé až silně tektonicky porušené  
306,50 – 304,35 (dno šachty)  
2,15 m diabásových hornin navětralé

**Šachta Š 0** – je situována v km 0,017 na raženém úseku sběrače DN 2000 Stodůlky–Řeporyje. Nachází se v prostoru Stodůlek mezi ulicemi U jezera a koncem stávajícího kanalizačního sběrače „P“.  
Šachta bude šachtou těžní a po vybudování ražené štoly bude šachta použita pro výstavbu vstupní kanalizační šachty.

**Šachta Š 3** v km 1,732, v prostoru zvaném Na tržišti v obci Řeporyje. V této šachtě přechází ražená část sběrače DN 2000 do ražené části sběrače DN 1000:  
Šachta bude šachtou těžní a po vybudování ražených štol bude šachta použita pro výstavbu proplachovací šachty.

Pro šachtu Š 0 je navržen kruhový profil o minimálním světlém průměru primárního

## PŘEHLEDNÁ SITUACE PRODLOUŽENÍ SBĚRAČE "P"



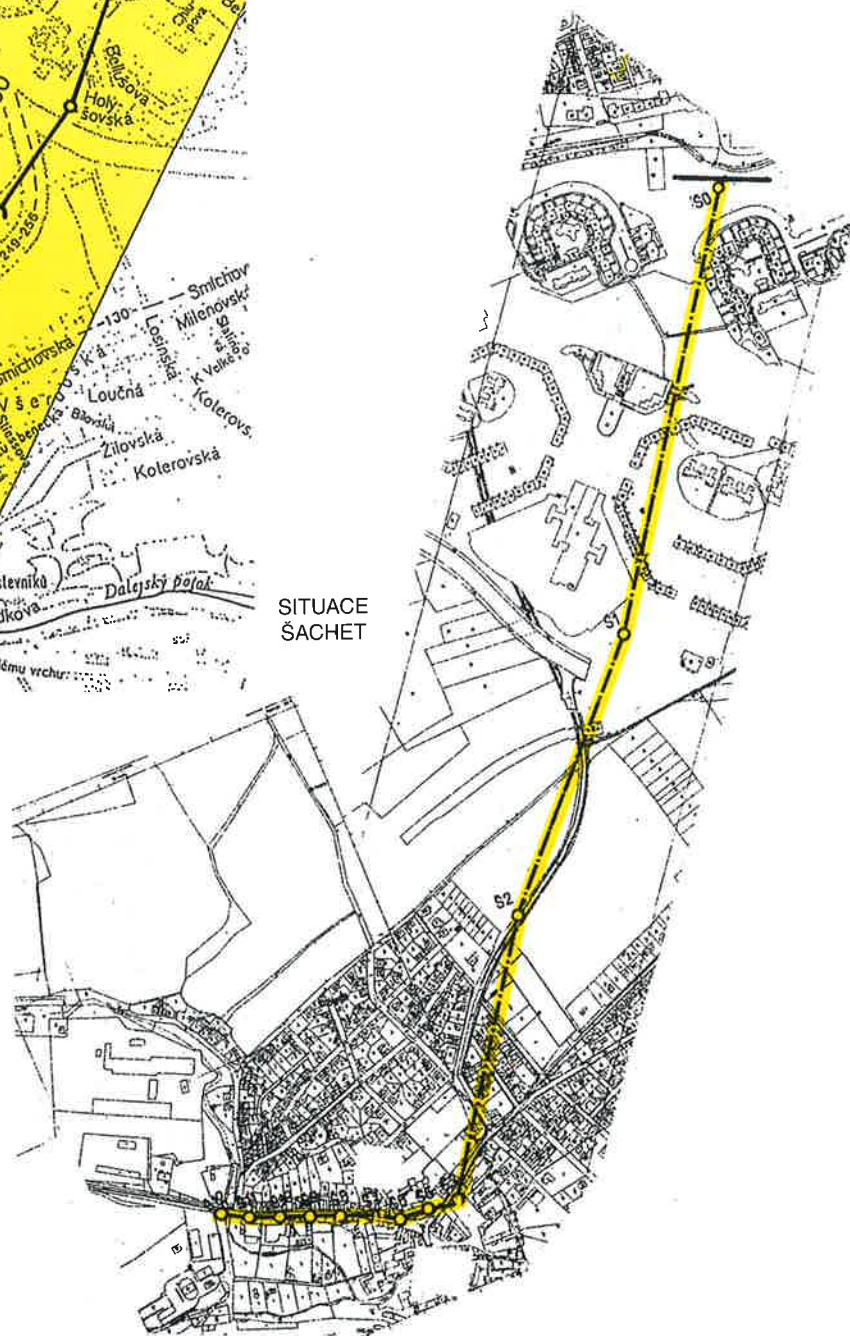
ného betonu B 20 v tl. 150 mm vyztuženého ocelovou sítí 6,3 / 100 x 100 mm kotvené k hornině a příhradových oblouků BRETEX 25.

V části šachty vstrojené ocelovou důlní výztuží K24 00-0-19B a hnaným pažením z pažnic UNION, bude v případě přítoku průsakové vody do díla použito ocelové sítě a stříkaného betonu v tl. 100 mm.

V případě zhoršených geologických podmínek bude při vstrojování šachty použito kotev HUS nosnosti 80 kN (firma ANKRA s. r. o., nyní vyrábí pod obchodním označením BOLTEX 8) v pevných horninách a kotev IBO R 25 (vyrábí CARBOTECH) v horninách měkkých a poruchových zónách. Kotvy budou v délce 2 m. V jednom záběru bude osazeno 8 ks kotev.

Šachta Š 3 má hloubku 9,50 m a stejný profil jako Š 0. Po provedení ohlubeně bude započato hloubení šachty. První cca 2 m bu-

SITUACE ŠACHET



Obr. 1

ostění 6,16 m a hloubce 30,70 m. V úvodní části šachty je železobetonová ohlubeně o světlem průměru 6,50 a výšce 2,20 m. U paty ohlubeně jsou osazeny 4 ks ocelových tyčí pro zavěšení ocelové kruhové výztuže.

V další části bude šachta hloubena po záběrech max. 1,0 m a vstrojována kruhovou ocelovou důlní výztuží K 24 00-0-19 B skládající se ze 4 oblouků. Líc výrubu je zajištěn hnaným pažením za použití ocelových pažnic UNION.

Po osazení 7 kruhových oblouků ocelové důlní výztuže (z kóty 318,00 na povrch skalního podloží) bude hloubení pokračovat ještě cca 2,0 m bez trhacích prací. Zbývající část šachty bude hloubena s pomocí trhacích prací. Nejprve budou provedeny dva záběry po 1,0 m a dále pak po 1,5 m. Vstrojování této druhé části šachty bude prováděno za použití stříka-

dou hloubeny bez použití trhacích prací a zbývající část šachty bude již hloubena za jejich použití.

Hloubení šachty bude prováděno po záběrech 1,0 m. Vystrojení šachty bude prováděno za použití stříkaného betonu B20 v tl. 150 mm vyztuženého ocelovou sítí 6,3 / 100 x 100 mm kotvené k hornině a příhradových oblouků BRETEX 25.

V případě zhoršených geologických podmínek bude při vystrojování šachty použito

kotev HUS nosnosti 80 kN v pevných horninách a kotev IBO R25 v horninách měkkých a poruchových zónách. Kotvy budou v délce 2 m a v jednom záběru bude osazeno 8 ks kotev.

ra. Investorskou přípravu zajišťuje inženýrská organizace ZSVOS, s. r. o.

Realizační dokumentaci zpracuje a. s. Metroprojekt Praha pro dodavatele stavby, kterým je akciová společnost Vodní stavby Praha.

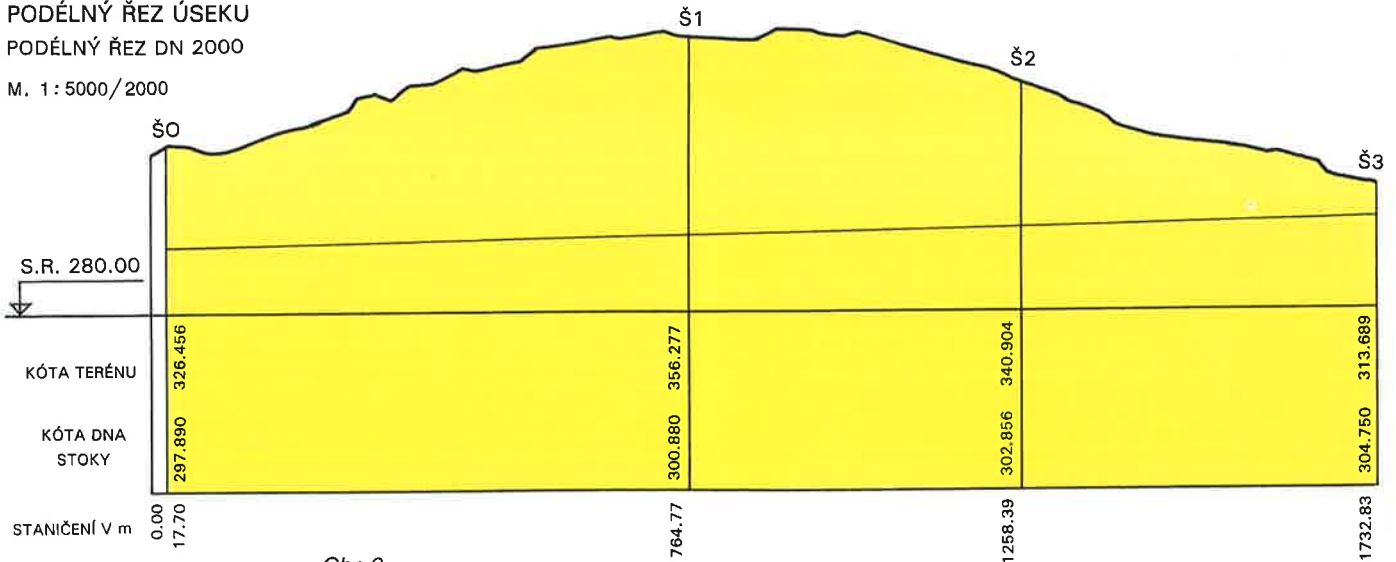
### ZÁVĚR

Investorem stavby je hlavní město Praha prostřednictvím odboru městského investo-

#### PODÉLNÝ ŘEZ ÚSEKU

#### PODÉLNÝ ŘEZ DN 2000

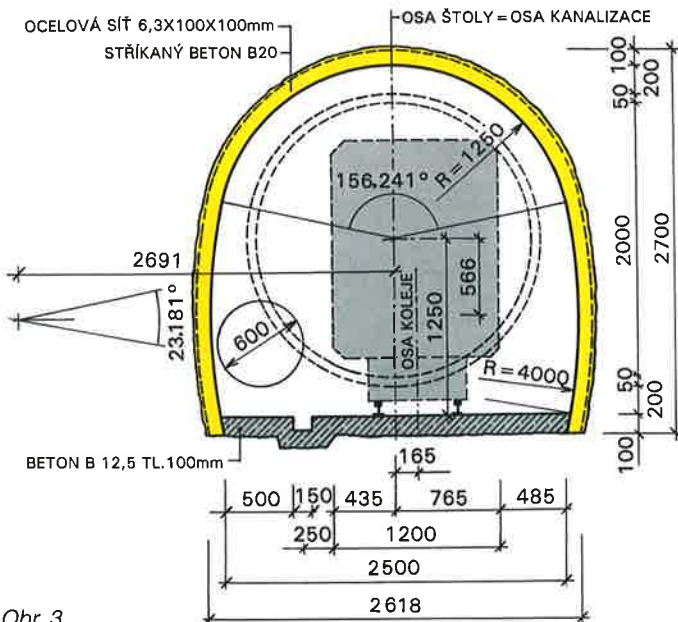
M. 1 : 5000/2000



Obr. 2

#### PŘÍČNÝ ŘEZ ŠTOLOU PRO STOKU DN 2000

(PROFIL PRO FRÉZU AM 50)



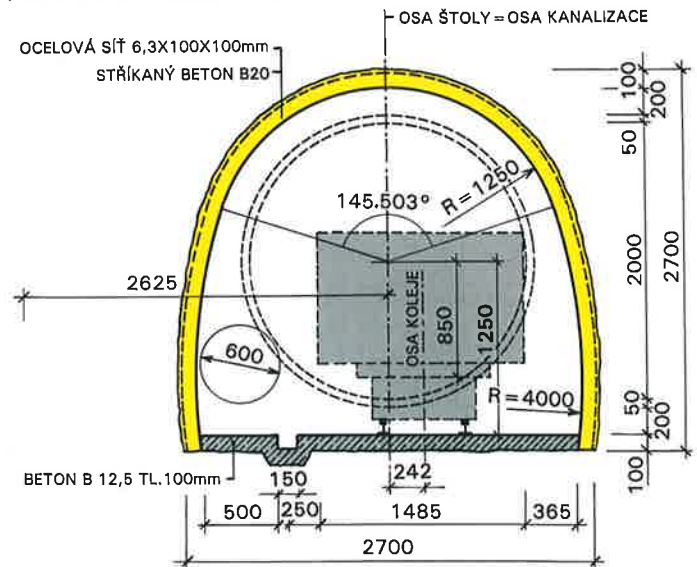
Obr. 3

#### SPECIFIKACE PRACÍ NA 1 m ŠTOLY

POLOŽKA	JEDN.	MNOŽSTVÍ
TEORETICKÝ VÝRUB	m <sup>3</sup>	6.59
PLOCHA SVĚTLÉHO PROFILU	m <sup>2</sup>	5.65
OCELOVÁ SÍŤ 6,3 / 100x100 mm	m <sup>2</sup>	7.95
STŘÍKANÝ BETON B20 TL. 100 mm	m <sup>2</sup>	6.92
BETON DNA B 12,5 TL. 100 mm	m <sup>3</sup>	0.27

#### PŘÍČNÝ ŘEZ ŠTOLOU PRO STOKU DN 200

(PROFIL PRO FRÉZU DOSCO)



Obr. 4

#### SPECIFIKACE PRACÍ NA 1 m ŠTOLY

POLOŽKA	JEDN.	MNOŽSTVÍ
TEORETICKÝ VÝRUB	m <sup>3</sup>	6.82
PLOCHA SVĚTLÉHO PROFILU	m <sup>2</sup>	5.80
OCELOVÁ SÍŤ 6,3 / 100x100 mm	m <sup>2</sup>	7.95
STŘÍKANÝ BETON B20 TL. 100 mm	m <sup>2</sup>	6.92
BETON DNA B 12,5 TL. 100 mm	m <sup>3</sup>	0.29

# VÝSTAVBA ŽELEZNIČNÝCH TUNELOV MELK A WACHBERG V RAKÚSKU

Prof. Ing. FRANTIŠEK KLEPSATEL, CSc., SvF STU BRATISLAVA

*THE ARTICLE DESCRIBE THE TECHNOLOGY OF BUILDING RAILWAY TUNNELS WITH TWO TRACKS MELK AND WACHBERG IN AUSTRIA. THE TUNNELS ARE DRIVING WITH NEW AUSTRIAN'S TUNNELING METHOD MOSTLY IN DENSE SANDS, WHICH IS DEMONSTRATION OF ADAPTABILITY THIS TECHNOLOGY EVERY GEOLOGICAL CONDITIONS.*

## 1. ÚVOD

Jednou zo zemí, ktorá postupne realizuje náročný projekt rekonštrukcií svojich hlavných železničných tratí je aj náš sused, Rakúsko. Poloha tejto zeme v centre Európy totiž spôsobuje, že železničná sieť Rakúska je dôležitou súčasťou európskej železničnej siete a sprostredkuje prepojenie priemyselnej severnej Európy s Talianskom a bývalými krajinami socialistickeho tábora. Táto sieť musí mať nutne jednotný štandard čo do rýchlosti a kapacity dopravy, aby dokázala plniť stále sa zvyšujúce požiadavky integrujúceho sa európskeho hospodárstva. Rakúske železnice sa preto veľkoryso prebudovávajú tak, aby hlavné trate boli „vysokovýkonné“ a vyhovovali pre návrhových rýchlostí 160 km za hodinu. Sieť týchto tratí je na obr. 1.

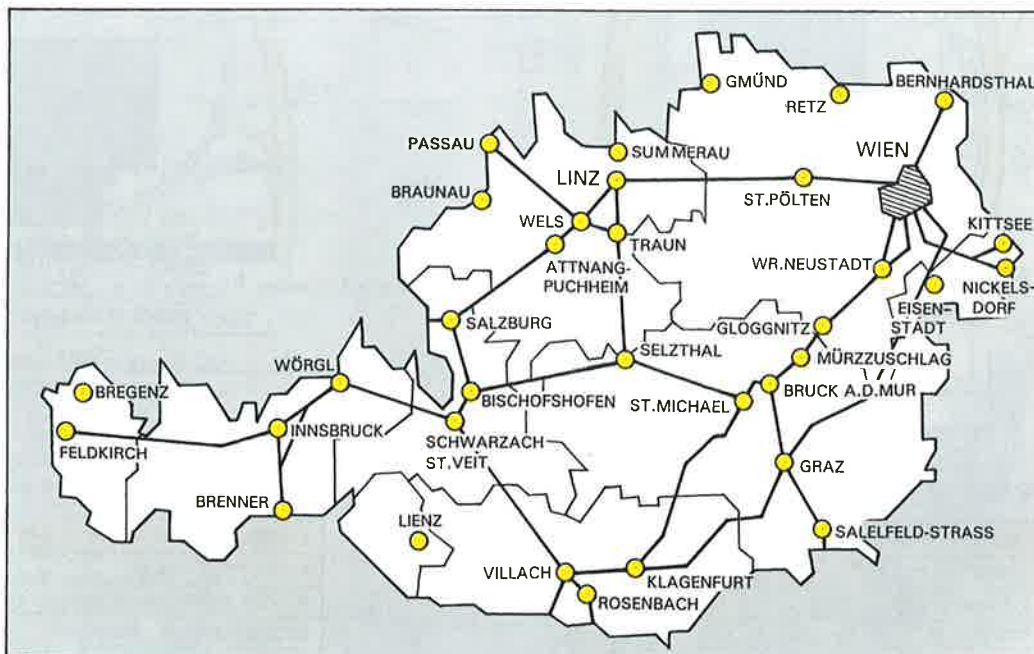
Prestavba rozsiahlej siete železníc v takej hornej krajine je záležitosť technicky aj finančne mimoriadne nákladná. Je to úloha dlhodobá, končiacia po roku 2010. Na jej racionálne zvládnutie bola v Rakúsku vytvorená samostatná akciová spoločnosť so 100 % -nou účasťou štátu – Eisenbahn Hochleistungstrecken AG, ktorá výstavbu plánuje a finančne aj organizačne zabezpečuje. Je samozrejme, že trasovanie tratí na vysoké návrhové rýchlosti v členitom teréne je veľmi náročné na objekty, nakoľko trasu nemožno viesť po povrchu. Nutná je výstavba množstva mostných a tunelových objektov, z ktorých viaceré budú veľmi dlhé. Napr. Inntaltunnel, daný do prevádzky roku 1994 na obchvate Innsbrucku železničnou traťou z Mníchova do Talianska má 12 720 m (výstavba trvala 5 rokov) a v budúcnosti má

naň nadväzovať viac ako 50 km dlhý Brennerský tunel. Na dôležitom „rozplete“ hlavných tratí z Passau a Linza na juhovýchod, resp. z Viedne na juh medzi mestami St. Michael a Bruck a. d. Mür je už vyrazený 5 142 m dlhý Galgenbergtunnel a pripravuje sa výstavba približne rovnako dlhého tunela Traidersberg a oveľa dlhšieho tunela Hochalm. Na trati Južnej železnice z Viedne sa už razi prieskumná štôlna pre 22,7 km dlhý tunel pod sedlom Semmering. Na Tauerskej železnici spájajúcej Salzburg a Villach je vo výstavbe 5 058 m dlhý tunel Kaponig. Rozbehla sa už aj prestavba Západnej železnice z Viedne na Linz, Salzburg a Passau. Už v roku 1994 bol odovzdaný do prevádzky 4 692 m dlhý tunel Säusenstein (neďaleko od vodného diela Ybbs na Dunaji). V roku 1994 sa začala aj výstavba 12,1 km dlhého obchvatu mesta Melk, na ktorom sa v súčasnosti razia 2 tunely: 1,8 km dlhý tunel Melk a cca 1,0 km dlhý tunel Wachberg. Pracoviská týchto tunelov možno vidieť priamo z diaľnice E 60 v blízkosti odbočky do mesta Melk. Situáciu na tejto stavbe chcem stručne popísať.

## 2. GEOLOGICKÉ PODMIENKY

Geologické podmienky v trase oboch tunelov sú si veľmi podobné: základným prostredím, v ktorom sa tuneluje sú tzv. Melkské piesky – ostrohranné jemnozrnné kremité piesky, ktorých pevnosť je daná len uľahnutosťou, resp. zaklínením zrn. Piesky sú miestami prestúpené poruchovými zónami a vyskytujú sa v nich aj otvorené

SIĚŤ RAKÚSKÝCH VYSOKOVÝKONNÝCH ŽELEZNIČNÝCH TRATÍ



Obr. 1



trhliny mocnosti až do 20 cm. V ich nadloží sú kvartérne piesčité štrky, zakryté vrstvou ornice. Tunel Wachberg je situovaný v týchto pieskoch v celej svojej dĺžke, pričom mocnosť pieskových nadloží je miestami len niekoľko málo metrov a veľmi kolíše. Tunel Melk bude razený cca z 1/3 svojej dĺžky v granitoidných horninách. Výška nadloží oboch tunelov je malá – 8 až 25 m. Keďže kvartérne piesčité štrky sú vyslovene nesúdržné, možno sa spoliehať len na únosnosť nadložia piesku, ktorá sa plynule počas razenia overuje vrtaním šikmých prieskumných vrtvov šikmo nahor pred čelo výrubu. Hladina podzemnej vody je zväčša pod úrovňou spodnej klenby. V krátkom úseku je však niveleta dna pod úrovňou HPV, takže úroveň podzemnej vody bude nutné znižovať. Sú už pripravené studne, vrtane z povrchu a v prípade potreby budú nasadené priamo v čele aj väkuové čerpadlá.

### 3. TECHNOLOGIA VÝSTAVBY

Razenie prebieha súčasne na oboch tuneloch, pričom sa pracuje vždy len od jedného portálu. Západný portál dlhšieho, Melkského tunela je totiž situovaný presne v mieste križenia s prevádzkovanou železnicou, takže dokončenie tunela si vyžiada dočasnú preložku trate. Keďže Melkský tunel je rozhodujúci pre dobu výstavby, nie je nutné urýchľovať výstavbu Wachbergskeho tunela. Razi sa bez použitia trhavín. Zemina sa z plochy čela uvoľňuje lyžicovým rypadlom Liebherr. Razi sa po záberoch dĺžky spravidla 1,2 m s prierezom členeným na klenbovú, opornú a dnovú časť. Výrub klenbovej časti sa ihneď po otvorení zabezpečuje 30 cm vrstvou striekaného betónu, vystuženého dvomi vrstvami sieťoviny z ocele priemeru 5 mm (hrebienková ocel) s okami 100 x 100 mm. Spriahnutie so zeminovým prostredím zaisťuje veniec z IBO kotiev, dlhých 6 m, ktorý druhou dôležitou úlohou je umožniť zainjektovanie otvorených trhlín, aby zemina bola schopná poskytnúť prstenciu ostenia „pasívnu“ oporu. Priehradové oblúky plnia viac – menej len funkciu šablony. Nastriekávanie primárneho ostenia na jeden záber trvá spravidla len cca 50 minút. Len v poruchových zónach, kde je nutné znížiť nastriekavací tlak, aby sa s ním piesok nerozrušoval sa striekacie časy predlžujú na 60 až 90 minút. Čelo ostáva nezaistené, len miestami sa po obvode výrubu predráža veniec z injektovaných IBO kotiev vo vzdialenostiach 30–40 cm. Ihneď po dostriekaní primárneho ostenia kaloty sa prikráča k výkopu pre zriadenie províзорnej spodnej klenby, takže prierez výrubu kaloty je už 6 až 10 m za čelom uzatvorený. Rozpojená zemina sa nakladá nakladačom Liebherr na pneumatikovou podvozku do veľkokapacitných vyklápačov Kiruna TD 40.

K dokončovaniu výrubu tunela na plný prierez sa prikráča v dvoch ďalších časových stupňoch až po prerazení kaloty na celú dĺžku tunela. Treba pritom podotknúť, že v novovybudovaných tuneloch vzhľadom na vysokú návrhovú rýchlosť sú okrem záchranných výklenkov vo vzdialenostiach cca 50 m aj obojstranné priebežné únikové chodníky a zväčšuje sa aj osová vzdialenosť koľají zo 4,0 na 4,7 m. Prierez výrubu je preto až o 30–40 % väčší ako prierez dvojprúdových diaľničných tunelov (obr. 2).

Najpozoruhodnejším zariadením na stavbe oboch tunelov je podľa môjho názoru zariadenie na výrobu a nanášanie striekaného betónu primárneho ostenia. Nové, sprísnené kritériá na ochranu životného prostredia a podzemných vôd totiž predpisujú, že striekaný betón nesmie obsahovať žiadne zdravie škodlivé prímеси. V Rakúsku vyvinuli preto „pojivo do striekaných betónov“ (torkretovacie cementy), ktoré bez použitia urýchľovačov začínajú tuhnúť 70 sekúnd po zamiešaní s vlhkým kamenivom, takže cca 50 sekúnd po zamiešaní musia byť dopravené a nastriekané na líce výrubu.

Kamenivo frakcie 0/8, ktoré sa používa do striekaných betónov sa skladuje v tuneli tak, aby jeho vlhkosť nepresiahla 5 %. Zo skládky sa dopravuje do zásobníka miešacieho zariadenia, kde je v samostatnom síle skladovaný torkretovací cement. Kamenivo sa do miešacieho zariadenia dopravuje pásovým dopravníkom, cement závitnicovým dopravníkom, pričom ich váhový pomer je presne nastaviteľný a priebežne sa kontroluje elektronickým zariadením. Zmes sa na sucho zamiešava rýchlobežným lopatkovým miešacím zariadením situovaným, nad násypným otvorom čerpadla a ihneď sa hadicou stlačeným vzduchom dopravuje do striekacej pištole, kde sa pridáva potrebné množstvo vody a nastriekáva sa. Výkon jedného čerpadla je 7 až 10 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. Na tuneli Wachberg pracujú v zariadení 2 čerpadlá, na tuneli Melk tri čerpadlá. Čerpacie hadice sa na záver cyklu prečisťujú prefúknutím kameniva frakcie 8/11 mm. Spotreba cementu sa reguluje podľa požiadaviek na kvalitu betónu v rozmedzí 330 až 380 kg.m<sup>-3</sup> betónu. Nárast pevnosti „mladého“ betónu sa skúša medzi 6-timi minútami a 2 (8) hodinami po zabúďovaní penetračnou ihlou, medzi 2 až 48 hodinami vytrhávacou skúškou zabetónovaných trnov a po 24 hodinách až 56 dňoch na vrtných jadrách. Pevnosť striekaného betónu po 24 hodinách sa požaduje spravidla 15 MPa. Celé torkretovacie zariadenie je kontajnerizované a premiestňuje sa vpred na staniciach súčasne s postupom čelby.

Na oboch tuneloch pracuje spolu len 85 pracovníkov, z nich 15 na

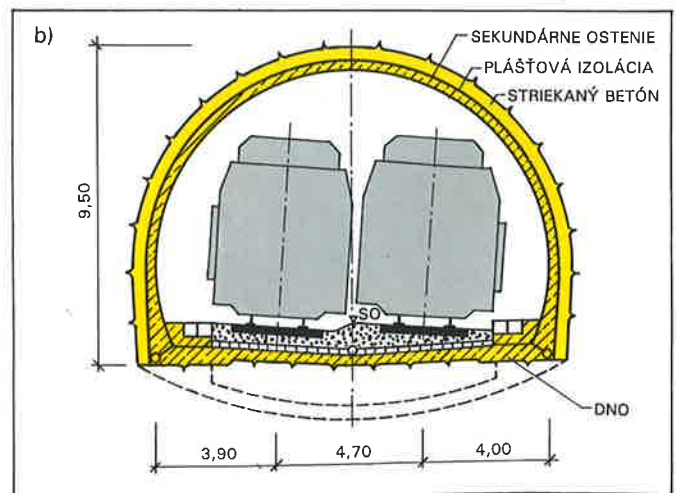
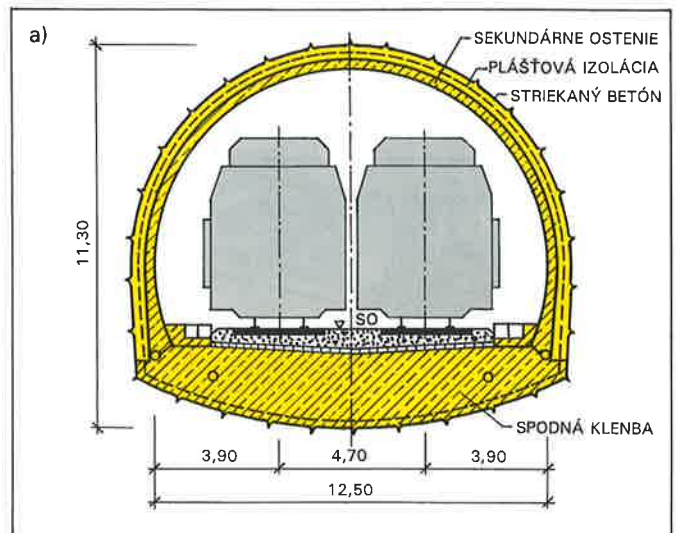
povrchu (zámočníci, elektrikári, atď.) 7 pracovníkov pracuje priamo na čele v 4-smennej 8 hodinovej nepretržitej prevádzke. Traja geodeti sú vyťažení konvergenčnými meraniami a meraním sadania povrchu, ktoré sa vykonávajú v prierezoch vo vzdialenostiach 5 až 10 m. Trojdimenzionálne merania deformácií výrubu sa vykonávajú denne až do vzdialenosti 40 m od čela výrubu. Sú registrované automatickou stanicou a ihneď graficky vyhodnocované, čo umožňuje stavbyvedúcemu a odbornému dozoru investora rýchlo sa rozhodnúť v prípade potreby o úprave pracovného postupu. Hustá sieť meračských prierezov je nutná kvôli malej výške nadloží a premenlivej mocnosti piesku, v ktorom sa tuneluje. Maximálne sadania povrchu boli 50 mm, obvyklé sadanie je len okolo 20 mm.

Obvyklé denné postupy pri razení kaloty sú 5 až 7 m, v poruchových zónach však aj len 1,5–3,0 m. Odborný dozor na stavbe v mene investora vykonáva Ingenieurgesellschaft IGT Saizburg. Stavbu realizuje združenie firiem pod vedením Porr, Ag Wien.

### 4. ZÁVER

Uvedené stavby najlepšie dokumentujú univerzálnosť a adaptabilitu NRTM, ktorú ako vidno možno s úspechom využiť aj v podmienkach priam predurčených pre razenie s použitím tunelovacích štítov. Rýchlosť razenia a deformácie povrchu sú pritom porovnateľné so štítovaním, nadobúdacie náklady na mechanizmy však neporovnateľne nižšie. Stavba má byť odovzdaná do prevádzky v roku 2000. Celkové stavebné náklady na cenovej úrovni roku 1995 boli vykalikulované na 2,97 miliárd ATS.

#### PRIEČNE PRIEREZY DVOJKOĽAJNÝCH TUNELOV NA VYSOKOVÝKONNÝCH TRATIACH (NAVRHOVANÁ RYCHLOSŤ 160 km/h)



a) V PRIAMKE b) V OBLÚKU

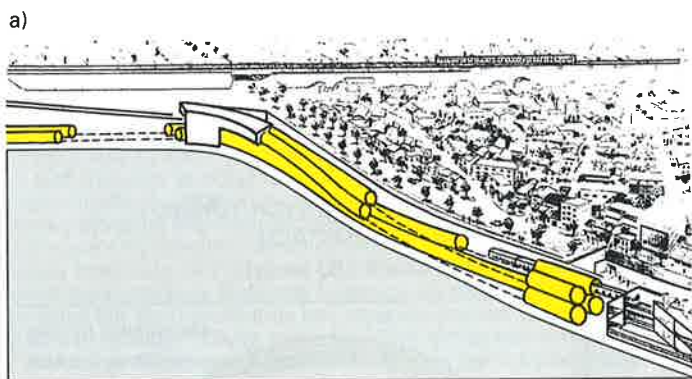
Obr. 2

# SOUČASNÉ TECHNOLOGIE BUDOVÁNÍ TUNELOVÝCH STAVEB V JAPONSKU

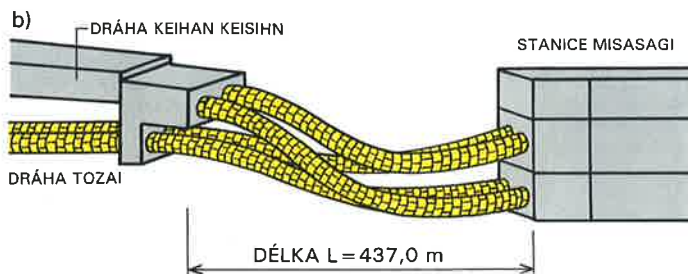
DR. ING. JIŘÍ PÍCHA, GEOTEC, SPOL. S R. O.

ABSTRACT: THE ARTICLE GIVES INFORMATION ABOUT SOME RECENT TUNNEL BUILDING TECHNOLOGIES AND LARGE TUNNEL PROJECTS IN JAPAN.

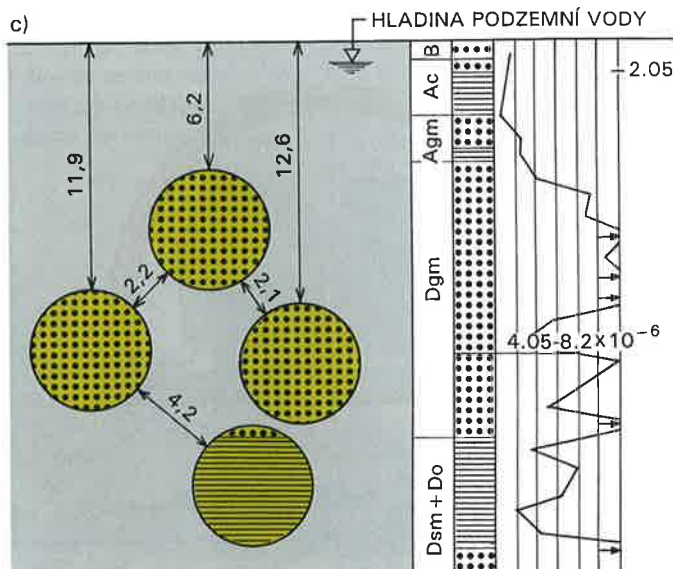
## PODZEMNÍ KŘÍŽENÍ MÍSTNÍCH VLAKOVÝCH LINEK V KYOTU U STANICE MISSASAGI



a) NÁKRES KŘÍŽENÍ VLAKOVÝCH LINEK



b) SCHÉMA KŘÍŽENÍ VLAKOVÝCH LINEK



c) PŘÍČNÝ PROFIL PŘÍBLIŽNĚ VE STŘEDU KŘÍŽENÍ VLAKOVÝCH LINEK

Obr. 2

## ÚVOD

Japonsko lze hodnotit z pohledu českého občana jako velmi hornatou, lidnatou a průmyslovou zemi. Všechny tyto charakteristiky již předem předurčují Japonsko jako jednu z tunelářských velmocí, neboť významná část jeho infrastruktury musela být vedena podzemními stavbami a byla stavěna domácími firmami.

Japonské tunelové stavitelství je ve světě i v České republice známé hlavně svými razicími tunelovacími štíty. Tunelové štíty jsou v Japonsku s největší výhodou používány hlavně v rovinných průmyslových aglomeracích, kde je obvyklá hladina podzemní vody podstatně výše než je běžné v České republice a při podmořském tunelování.

V průběhu dvouletého studijního pobytu si autor mohl ověřit a pocítit, že japonské podzemní stavitelství je též velmi rozvinuté v tunelovací technologii v Japonsku používané nejčastěji při překonávání horských překážek u dopravních staveb ve světě, známé pod názvem Nová rakouská tunelovací metoda (NRTM), v budování velkoprostorových kaveren a zásobníků, v ražení městských tunelů při nízkém nadloží a povrchové zástavbě pomocí technologií NRTM nejčastěji kombinovanými s metodami ochranných deštníků nebo různých způsobů předem hnaného pažení, v technologiích hloubených podzemních staveb, v technologii naplavených tunelů a dalších. V tomto článku by si autor dovolil stručně uvést ukázky z vybraných podzemních staveb a poukázat na některé novinky v japonském podzemním stavitelství.

## NOVINKY U RAZÍCÍCH TUNELOVÝCH ŠTÍTŮ

Novinka v technologii štítování je možnost rozdělení pláště štítů podélně na dva segmenty, které jsou spojeny speciálním kloubem umožňujícím razit oblouky ještě menších poloměrů. Například pro menší ražený profil průměru 2,16 m je možné razit i oblouk o poloměru pouze 10 m.

Přesné směrové řízení štítů výškově i stranově je možné dokumentovat na podzemním křížení místních vlakových linek v Kyotu u stanice Misasagi, které bylo provedeno v průběhu úseku přibližně 440 m dlouhého (obr. 1).

Novinkou je též ražení stanic podzemních vlakových linek, podobného charakteru jako jsou ražené stanice Metra v Praze, pomocí jediného štítu se třemi rotujícími hlavami. Stanice podzemní dráhy je tedy vyražena jedním průjezdem štítu za kterým je seskládávána obezdívka nástupiště i tratových tunelů současně.

Největší tunelovou stavbou v Japonsku s použitím technologie štítování je dálnice napříč Tokijským zálivem (obr. 2). Nově budovaná dálnice má též odlehčit přetíženou dopravě v centrálním Tokiu. Od východního pobřeží zálivu bude dálnice vedena po mostě 4,4 km až na umělý ostrov, na kterém se dálnice zavede pod mořské dno a zbylých 9,5 km povede tunelem v měkkých zeminách s nadloží nad vrcholem trouby okolo 15 m a hloubkou moře 20–25 m (obr. 3). Profil tunelů byl zvolen kruhový o průměru 13,9 m a bude ražen pomocí bentonitových štítů protisměrně z umělého ostrova a ze západního břehu Tokijského zálivu. Přibližně v polovině ražené trasy byl vybudován další umělý ostrov, jehož významnou funkcí bude umožnit vývod tunelového větrání.

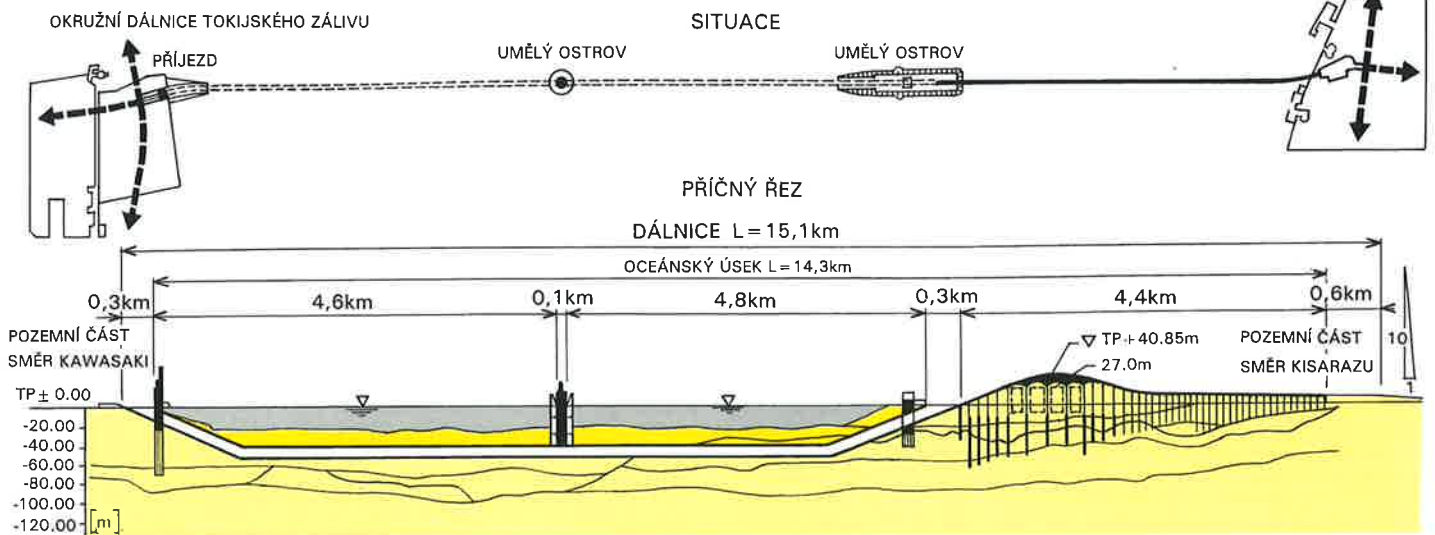
## NAPLAVOVANÝ TUNEL V OSACE NANKO

V blízkosti Osackého přístavu je ve výstavbě naplavený tunel Nanko. Bude tvořen z deseti segmentů (obr. 4), které se postupně ukládají do předem připravených výkopů v mořském dně a spojují se navzájem a do náběžních napojení segmentů. Naplavený tunel bude následně opět zasypan do mořského dna. Segmenty tunelu byly vybetonovány na suchu na pracovišti u města Kobe. Délka každého segmentu je přibližně 100 m a šířka jeho celkového příčného profilu je 35 m. Po zhotovení naplaveného tunelu budou každým segmentem procházet dvě dvouproudé tunelové roury pro silniční dopravu, jedna pro místní vlakovou dopravu a servisní a obslužná trouba (obr. 5).

## MAIKO TUNEL

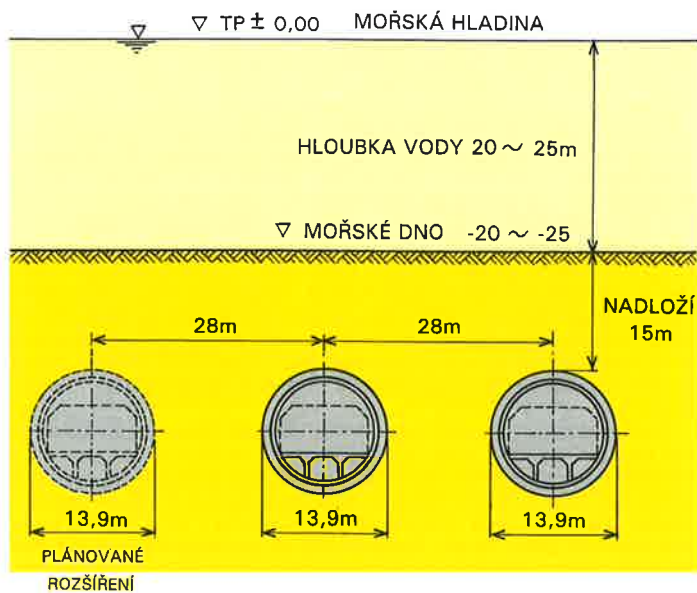
Maiko tunel je pokračováním mostu Akashi-Kaikyo umožňujícího silniční dopravní spojení z ostrova Honshu přes menší ostrov Avaji-Shima na ostrov Shikoku. Most Akashi-Kaikyo je největší na světě zavěšený most stále ještě ve výstavbě o rozpětí mezi hlavními pilíři 1990 m. Most Akashi-Kaikyo se nachází v blízkosti města Kobe. V této oblasti bylo epicentrum známého ničivého zemětřesení v roce 1995. Hlavní pilíře mostu se od sebe trvale vzdálily po zemětřesení o 1,3 metru. Stavební konstrukce mostu

## DÁLNIČE NAPŘÍČ TOKIJSKÝM ZÁLIVEM



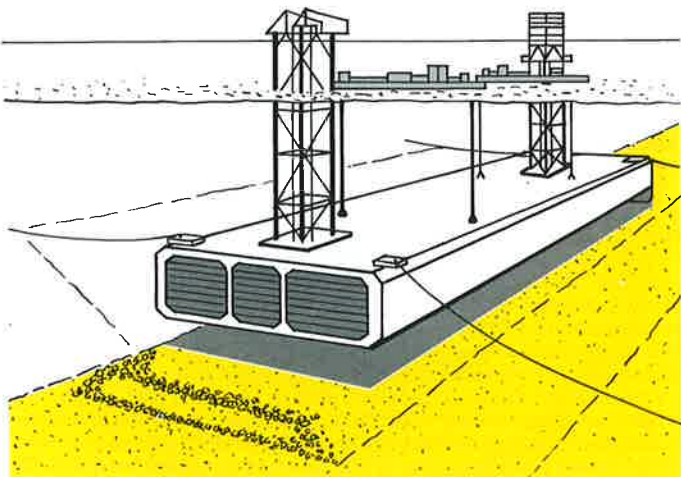
Obr. 2

## PŘÍČNÝ PROFIL TUNELU NAPŘÍČ TOKIJSKÝM ZÁLIVEM



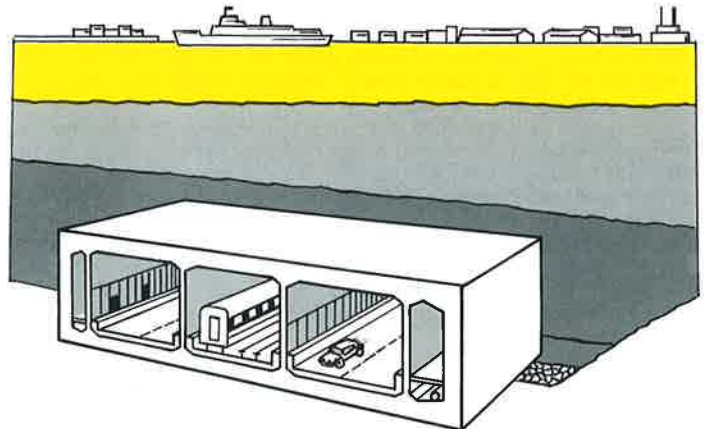
Obr. 3

## NAPLAVOVANÝ SEGMENT TUNELU OSAKA NANKO



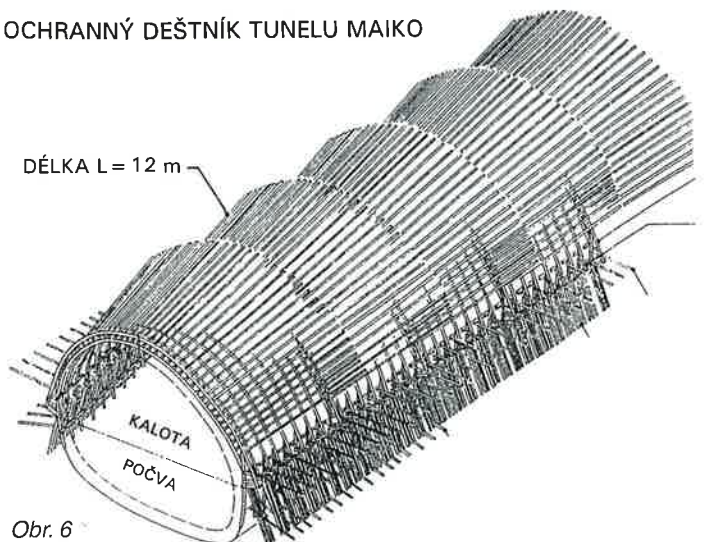
Obr. 4

## PŘÍČNÝ ŘEZ NAPLAVOVANÝM TUNELEM OSAKA NANKO



Obr. 5

## OCHRANNÝ DEŠTNÍK TUNELU MAIKO



Obr. 6

zůstala nepoškozena a mohlo se pokračovat ve výstavbě. Bez poškození obstál i Maiko tunel. Maiko tunel je 3,3 km dlouhý dvoutroubový dálniční třípruhový tunel o velikosti příčných řezů tunelové trouby více než 140 m<sup>2</sup>. Tunel byl stavěn technologií NRTM, v místech s nízkým nadložím a povrchovou zástavbou byla technologie zesílena o předražný ochranný deštník (obr. 6), následně projektování a ražba byla úspěšně provedena. Za odborně velmi přínosný dvouletý studijní pobyt na slavné Kyoto University bych chtěl hlavně poděkovat profesorovi Adachimu a ostatním členům jeho týmu a laboratoře a též japonské vládě a ministerstvu školství a kultury za sponzorování této zahraniční cesty.

# RAŽENÉ A HLOUBENÉ TUNELY METRA NA TAIWANU

ING. JAROMÍR ZLÁMAL, POHL a. s.

*IN 1981, THE TAIPEI GOVERNMENT PROVIDED THE FIRST STUDY OF TAIPEI RAPID TRANSIT SYSTEM. THIS PAPER DESCRIBES CONTEMPORARY VARIOUS TECHNIQUES FOR CREATING MASS RAPID TRANSIT (MRT) UNDERGROUND SPACES, INCLUDED CUT-AND-COVER METHODS, SHIELD-DRIVEN TUNNELS AND THE NEW AUSTRIAN TUNNELING METHOD. INNOVATED DESIGN TECHNIQUES FOR MRT AND PROGRESS IN CONSTRUCTION ARE DISCUSSED.*

## ÚVOD

Městské hromadné dopravní sítě jsou v centru velkých měst většinou navrhovány do podzemí a stejně tomu tak je i v Taipei, hlavním městě Taiwanu (Republic of China). Město Taipei leží na severu ostrova 10 km od pobřeží Pacifiku. Je umístěno v údolí na soutoku několika řek, v poměrně rovinném terénu s nadmořskou výškou přibližně 100 m n. m. a je obklopeno horami příkře se zvedajícími až do výšek 1100 m n. m. Toto rozsáhlé a velmi zalidněné město má s nejbližším okolím přibližně 5 mil. obyvatel.

Geologická stavba ostrova je mladá s velmi častými zemětřeseními. Podzemní stavby městské hromadné dopravní sítě v centru města Taipei jsou budovány většinou v prostředí zvodněných náplav písčitého až písčitohlinitého nebo jílovitého charakteru, s podzemní vodou, která má zvýšenou agresivitu. Výstavba podzemních staveb je navíc zatížena velmi hustou bytovou zástavbou s poměrně úzkými ulicemi někdy až exoticky zakřivenými a každodenními dopravními špičkami, které nezřídka trvají od rána až do pozdního odpoledne. Stavební firmy se musí vyrovnat s velmi omezenou možností záborů pro zařízení stavenišť.

V období padesátých až devadesátých let proběhl ve všech městech Taiwanu, a v Taipei obzvlášť, výrazný dynamický rozvoj bytové zástavby, avšak podzemní a tunelové stavby ve složitých geotechnických podmínkách byly velmi zřídka navrhovány a realizovány.

Několikahodinové dopravní špičky s vysokým podílem jednostopým motorových vozidel v silničním provozu, vedly představitele města k rozhodnutí řešit dopravu v Taipei výkonným dopravním systémem několika radiálních linek, protínající střed města a okružní trasou, vedoucí po obvodu města. První studie výstavby městské hromadné dopravní sítě pro hlavní město Taipei byly provedeny již v roce 1981. V roce 1987 byl založen „Ústav pro rychlé dopravní systémy“ (Department of Rapid Transit Systems – DORTS), který je zodpovědný za plánování a uvádění do provozu Taipeiského rychlého dopravního systému (Taipei Rapid Transit Systems – TRTS). Výsledkem těchto studií byla síť povrchové a podpovrchové dopravy, kterou od roku 1987 dále zpracovával generální konzultant dopravního systému, americká poradenská a projekční firma American Transit Consultants (ATC). Na základě počátečních studií a studií ATC byla zahájena výstavba dvou různých dopravních systémů. Dopravní systém o střední výkonnosti (Medium Capacity Transit – MCT), vedený na mostech a nezávislý na povrchové dopravě. Používá systém MATRA VAL na podvozku s gumovými koly s dvěma spojenými dvojičkami vozů. Rychlý, výkonnější dopravní systém (Mass Rapid Transit – MRT) typu metra s vozovými jednotkami na železničním podvozku je rovněž nezávislý na povrchové dopravě a na rozdíl od předchozího systému MCT je veden v centru města pod zemí a pouze na okraji města je veden na povrchu nebo na mostech.

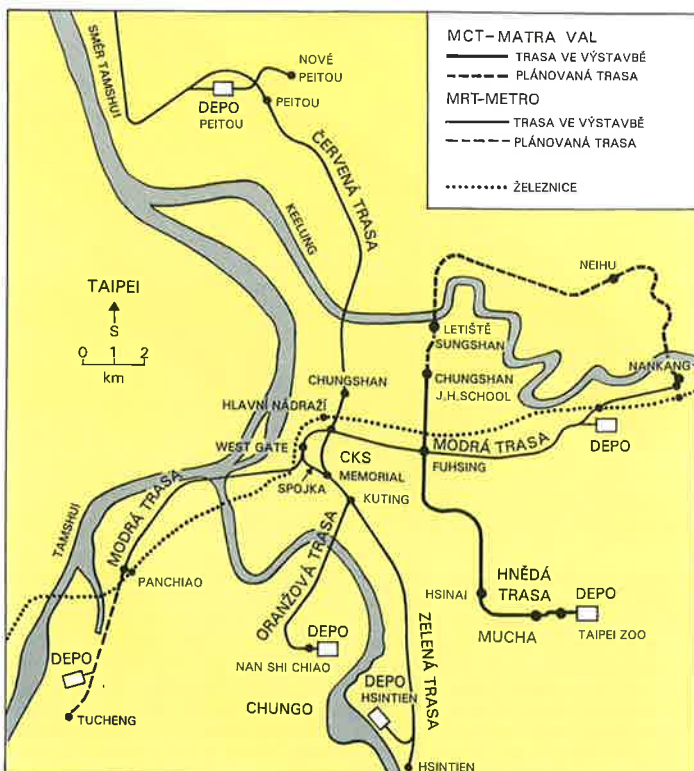
Rychlý dopravní systém typu metra MRT se železničním svrškem byl navržen pro čtyři trasy vedené radiálně centrem města, zatímco středně výkonný systém MCT na podvozcích s gumovými koly je navržen buď jako tangenta nebo okružní trasa. Dopravní studie předpokládají, že první etapa výstavby bude ukončena v roce 2001 a bude mít celkovou délku 88 km. Předpokládá se, že délka linek druhé etapy bude celkem 155 km a bude dokončena v roce 2021. Skutečné termíny uvedení tras do provozu však komplikuje zpoždění výstavby a několik arbitrážních sporů s dodavateli, které byly důvodem k rezignaci již dvou generálních ředitelů DORTS.

## RAŽENÉ A HLOUBENÉ TUNELY PO RYCHLÝ DOPRAVNÍ SYSTÉM MRT

Jako první byla zahájena výstavba „Červené trasy“, která je v centru města vedena v hloubených a ražených tunelech, pak vyjíždí na železobetonové předpjaté mosty a dále za městem je vedena na povrchu. Podzemní konstrukce jsou budovány buď hloubeným způsobem metodou „cut & cover/top down“, nebo pomocí pneumatických razících štítů „earth pressure balanced“ (EPB).

Pro výstavbu jam hloubených tunelů je použita metoda „cut & cover/top down“ s podzemními stěnami o tloušťce 1 m, rozepřeny vodovými rozpěrami opřeny od dvou řad mezilehlých pilot. Rozpěry i piloty jsou vyrobeny ze svařovaných širokopřírubových ocelových I nosníků, na které jsou v úrovni terénu osazovány rovněž širokopřírubové ocelové I nosníky jako podpěry pro strop z ocelových svařovaných panelů 2 x 1 m. Na dočasný strop z ocelových svařovaných panelů je položena vrstva asfaltbetonu. Takto upravený strop je plně zatížen rušným městským provozem.

V hloubených tratových tunelech s dělicí stěnou je předepsána minimální osová vzdálenost kolejí 5,34 m. Napájecí kolejnice je umístěna obvykle vpravo ve směru jízdy soupravy, pochozí stezka je u dělicí stěny. Úroveň pochozí stezky je 500 mm nad temenem kolejnice. Minimální rozměr příčného řezu dvoukolejného tunelu je 11,14 x 6,41 m. Toleranční pole průjezdného průřezu soupravy je 50–150 mm. Na ste-



nách tunelu a v prostoru pod pochozí stezkou jsou vedeny silové kabely pro napájecí kolejnice a kabely pro zabezpečovací a sdělovací zařízení. Mezi podzemní stěny a železobetonovou konstrukci tunelů je umístěna izolace proti spodní vodě. Stěny tunelu jsou betonovány ze železobetonu vyšších pevností a kvalita betonu i výztuže je velmi pečlivě kontrolována investorem. Na první pohled velmi solidní konstrukce o vysoké únosnosti jsou zdůvodněny častým zemětřesením, které je na Taiwanu velmi silné. Zemětřesení o síle 5–6 stupňů Richterovy stupnice není žádnou výjimkou.

Montáž tybinkového ostění ražených tunelů prováděla na „Červené trase“ v roce 1992 firma Joint Venture Samsung a Zublin a IE&C pomocí pneumatického štítu EPB. Štít byl vyprojektován, vyroben a testován ve Spolkové Republice Německo a potom dopraven lodí na Taiwan. Štít byl smontován za pomoci dvou mobilních jeřábů o nosnosti 120 až 300 tun včetně řezné hlavice se 160 řeznými moži, rozpěrného prstence, šnekového dopravníku a ostatních přídatných zařízení. Vnější průměr štítu byl 6,09 m a celková délka štítu zahrnující přídatná zařízení byla 48 m. Při startu štítu byl počáteční odpor zajištěn rozpěrným ocelovým prstencem a po smontování 60 m ostění bylo tření prstenců dostatečné, aby zajistilo potřebný odpor pro posun štítu. Tunely byly raženy v prostředí známém jako Sungshanské vrstvy (Sungshan Formation), které tvoří vrstvy jemných písků, jílu a siltů. Úroveň spodní vody byla přibližně 4 m pod povrchem terénu. Štít začal ražbu v hloubené jámě zapažené podzemními stěnami. Procházel přes dva ocelové prstence ostění předem zabudované do podzemních stěn. Kontakt ostění tunelu a podzemních stěn byl utěsněn injektáží.

Ražené traťové tunely jsou provedeny ze skládaného železobetonového ostění z pěti normálních a jednoho závěrného tybinku o vnitřním průměru ostění 5,9 m, šířce prstence 1 m a tloušťce ostění 250 mm. Tybinky použité v ostění mají ve styčných a ložných sparách gumové těsnění a jsou k sobě šroubovány svorníky délky 510 mm se závitem délky 60 mm. Tyto svorníky mají průměr 22 mm a jsou zakrou-

ženy v poloměru 350 mm. Dotažením matek svorníků je spoj utěsněn pomocí ocelové podložky a gumového těsnění. Celková délka dvou tunelů montovaného štítem EPB byla 720 m a při výstavbě bylo vytěženo 21 000 m<sup>3</sup>.

Všechny podpovrchové stanice taipejského metra jsou navrženy v hloubených jámách jejichž výstavba je shodná s metodou použitou pro výstavbu jam hloubených traťových tunelů. Metoda „cut & cover/top down“ s podzemními stěnami o tloušťce 1 m a betonáží definitivní konstrukce ze spodní úrovně směrem nahoru se stala naprosto běžnou. Po vyhloubení jámy a jejím zapažení až na projektovanou úroveň dna jámy je definitivně konstrukce tunelů budována směrem nahoru včetně izolací a současně s odstraňováním rozpěr. Dopravní pruhy jsou nad vyhloubenými jámami přemístovány podle postupu výstavby, ale část uliční úrovně je stále vyloučena z dopravy. Tato skutečnost významně přispívá k prodloužení dopravních špiček, které jsou v Taipei i tak velmi dlouhé a časté. Definitivní konstrukce stanice je, po odstranění ocelového stropu v úrovni terénu a ocelových pilot působících jako jeho podpory, zasypana a jsou provedeny konečné úpravy uliční úrovně. Jako druhá v pořadí byla zahájena výstavba „Zelené trasy“, která je celá navržena v podzemí, ražené tunely jsou vedle metody „cut & cover/top down“ použity v mnohem větším rozsahu. Ražba tunelů je rovněž prováděna pneumatickými razičními štíty. Většina ražených traťových tunelů je smontována z podobného skládaného železobetonového ostění jako na dříve budované červené trase, z pěti normálních a jednoho závěrného tybinku s gumovým těsněním a zakrouženými svorníky.

Na „Zelené trase“ jsou navrženy dvě jednolodní podpovrchové přestupní stanice, jejichž nástupiště jsou umístěny nad sebou. Do čela přestupních stanic bylo na této trase nutné zaústit současně čtyři traťové tunely ze skládaného železobetonového ostění, jejichž svislá osa vzdálenost byla velmi malá. Nejmenší svislá vzdálenost mezi lícem tunelových ostění traťových tunelů byla 2,5 m. Toto prostorové poměrně složité konstrukční řešení bylo speciálně posuzováno metodou konečných prvků v prostoru (3D).

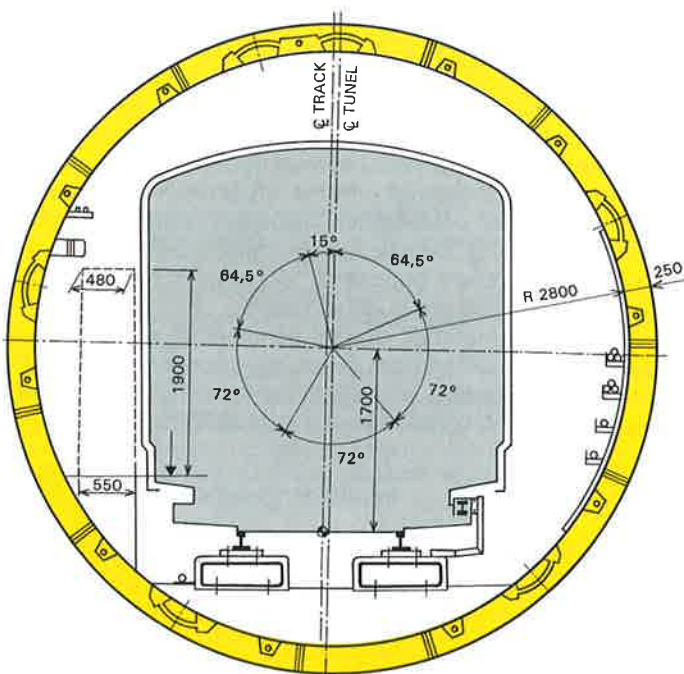
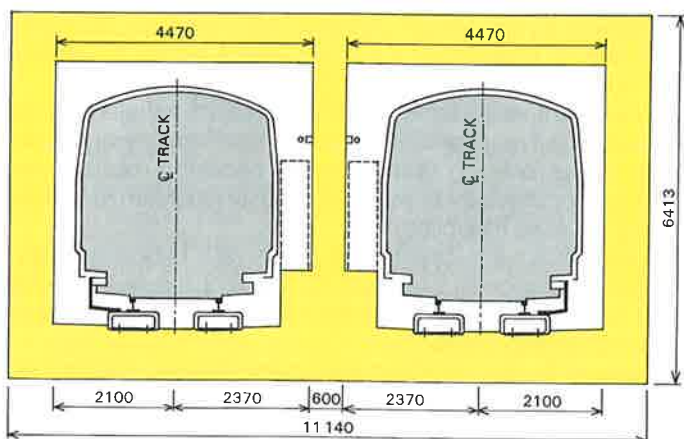
Na první pohled odvážné řešení však nevyvolalo větších technických problémů. Potíže vznikly při ražbě traťových tunelů v extrémních geotechnických podmínkách ve zvodněném prostředí, kde se zvýšené deformace terénu projeví i na povrchových objektech a konstrukcích. Obzvláště obtížné úseky s nadměrnými nadvýlomy musely být zdolávány pomocí zmrazování. Alternativně bylo navrženo razit některé propojky mezi raženými traťovými tunely Novou rakouskou tunelovací metodou (NRTM). Tato metoda při výstavbě traťových tunelů nebyla skoro vůbec použita. Budovy pod kterými byly raženy tunely štítem a prostory před stanicí v místě porážky byly zajišťovány tlakovou cementovou injektáží, povrch terénu a jeho deformace byly průběžně sledovány po celou dobu výstavby.

## ZÁVĚR

Pro výstavbu podzemních konstrukcí se na Taiwanu navrhuje a používají moderní technické postupy a metody. Při budování tunelů jsou používány německé a japonské pneumatické štíty, metoda rozpěrných podzemních stěn je široce rozšířena. Pro zatěsňování podzemních konstrukcí proti spodní vodě je používána injektáž stejně jako zmrazování zemin. Výstavby se jak v přípravě, projekci a expertize, tak v realizaci zúčastňují světové známé firmy. Extrémní geotechnické podmínky a velké zvyšování nákladů na výstavbu jsou častým důvodem posunu termínů výstavby. Organizace zodpovědné za výstavbu MRT se z předcházejících chyb rychle poučily a je předpoklad, že výstavba metra v Taipei bude postupovat tak rychle, jak bylo původně plánováno.

## LITERATURA

- TRTS-Planning Manual Volume I-Transportation and General Planning. Volume II-Operation and Maintenance O & M Planning, Volume III-Systems Requirements, Volume IV-Fixed Facilities Requirements, DORTS, Taipei Municipal Government, ROC, 1991
- Proceedings Of The 1993 Symposium On Taipei Rapid Transit System, DORTS-TMG, Volume A, Volume B, Volume C, Taipei 1993
- Chen Yao-Wei, Introduction Of Different Construction Methods For Taipei MRT, Rapid
- Huang Kang, Transit Technology No. 5, Department Of Rapid Transit System – TMG, Taipei 1990
- Wan Cheng-Tai, Hsintien Line CH218 Project-Bored Tunnels-Discussion Of Bored Tunnels Pass Under Building, Rapid-Transit Technology No. 10, Department Of Rapid Transit System – TGM, Taipei 1994
- Chang Sy, Interface Of Trackwork Construction, Rapid-Transit Technology No. 11, Department Of Rapid Transit System – TMG, Taipei 1994
- Feng C. M., Taipei Learns From Its Mistakes, International Railway Journal, Vol. XXXVI, No. 9, 1996



Z ČINNOSTI  
ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ  
ZAJINTERESOVANÝCH  
DO PODZEMNÍCH STAVEB

## PRVNÍ SPOLEČNÉ JEDNÁNÍ ODBORNÝCH SPOLEČNOSTÍ

Z iniciativy Geotechnické společnosti při Svazu stavebních inženýrů a Českého tunelářského komitétu zasedli u jednoho stolu zástupci osmi profesních společností zabývajících se problematikou zemního a horninového prostředí a jeho využívání. Účastníci se vzájemně seznámili s okruhem činnosti a působnosti svých organizací. Cílem schůzky bylo navázání užší spolupráce, vzájemné informovanosti o aktivitách a jejich případné koordinaci. Zúčastněné profesní společnosti jsou vedeny společnou snahou o uplatnění v praxi – na stavbách i v legislativní a normotvorné oblasti. Proto se delegáti dohodli na operativním propojení sekretariátů, vzájemné informovanosti o členských základnách, konkrétních akcích a záměrech.

Tato první koordinační schůzka se konala 26. 3. 1997 v Obchodním centru a. s. Metrostav na Ovocném trhu a zúčastnili se jí:

- ISSMFE, Národní skupina pro mechaniku zemin a zakládání staveb
- Geotechnická společnost při Českém svazu stavebních inženýrů
- IAEG, Mezinárodní společnost pro inženýrskou geologii
- Silniční společnost – tunelová sekce
- ČAIG, Česká asociace inženýrských geologů
- Česká společnost pro bezvýkopové technologie
- ISRM, Společnost pro mechaniku hornin
- Český tunelářský komitét ITA/AITES

Účastníci se dohodli na konání dalšího společného jednání v listopadu t. r. s tím, že nebudou organizovány integrované akce, ale vzájemnou koordinací budou zkvalitňovány stávající specializované aktivity jednotlivých společností.

Ing. Karel Matzner

## KONFERENCE VÝSTAVBA A ROZVOJ DOPRAVY V HLAVNÍM MĚSTĚ NORSKA - OSLO

Jistě užitečnou pomocí při řešení složitých problémů dopravy na území hl. města Prahy a dnes již i řady dalších městských aglomerací ČR je získání informací o vývoji a řešení dopravy na územích evropských měst srovnatelných velikostí, event. podmínek.

Na základě úspěchu dřívější konference o dopravě ve městě Lyon ve Francii a zejména díky zkušenostem a poznatkům z návštěvy delegace hl. města Prahy v Oslo v říjnu roku 1996 bylo v závěru loňského roku rozhodnuto o uspořádání konference o dopravě ve městě Oslo.

Konference se uskutečnila dne 19. 2. 1997 na pozvání a pod záštitou člena rady Zastupitelstva hlavního města Prahy pana Ing. Lubora Pavlíčka a její Excelence paní Mette Kongsghem, velvyslankyně Norského královského velvyslanectví v Praze. Kromě hlavního pořadatele se významným způsobem na úspěšnosti jejího průběhu podílelo 12 spolupřádajících společností a institucí včetně aktivní účasti sekce Silniční tunely Silniční společnosti Praha.

Účast paní velvyslankyně na slavnostním zahájení konference byla její první oficiální činností na našem území po odevzdání pověřovacích listin v období necelého měsíce před očekávanou návštěvou jejich Veličenstev norské Královské rodiny v České republice.

Konference se zúčastnilo 60 pozvaných odborníků ovlivňujících rozhodování o dopravě na území hl. města Prahy, ale také na území statutárních měst včetně zástupců ministerstev a vybraných úřadů.

Zástupci Správy silničních komunikací Norska, města Oslo a podniku zabezpečujícího hromadnou dopravu ve městě seznámili účastníky konference s vývojem, dnešním stavem a výhledy řešení dopravy ve městě Oslo. S uspokojením konstatovali, že problémy automobilové dopravy a parkování mohou ve městě Oslo, na základě realizace jejich řešení v období posledních 10 let, považovat za vyřešené. Rovněž informace o financování městské hromadné dopravy a vztahu provozovatele prostředků této dopravy k uživatelům byly předmětem zájmu účastníků konference.

Diskuse k předneseným informacím, které tvořily polovinu času konference, přesvědčivě dokládaly zájem účastníků a přinesly jak pro účastníky, tak i pro přednášející nejen vzájemné poznání řešení obdobných dopravních problémů, ale také vítané podněty pro budoucí řešení.

Pořadatelé konference předají účastníkům sborník, který bude v průběhu března pro event. zájemce k dispozici prostřednictvím sekretáře sekce Silniční tunely Silniční společnosti Praha, č. tel. 02/462591, fax 02/4781606.

Jiří Smolík  
sekretář sekce Silniční tunely SS Praha

ZPRAVODAJSTVÍ  
ČESKÉHO  
TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES

## ZE ZASEDÁNÍ PŘEDSEDNICTVA

První zasedání nově zvoleného předsednictva se konalo 20. 2. 1997. Mimo jiné se zabývalo členstvím jednotlivých organizací v Komitétu a vzalo na vědomí:

- ukončení členství společnosti ANKRA s. r. o.
- přijetí firmy Describo s. r. o. za člena ve skupině D
- že následující organizace dosud nevyrovnaly za rok 1996 své finanční závazky vůči Komitétu:

Brněnské komunikace a. s., Pragis-holding s. r. o., SUDOP a. s., Mikrotunelování s. r. o., DORG s. r. o. a Ankra s. r. o. Dále vyhovělo žádosti společnosti Amberg a Interprojekt o přeřazení ze skupiny C do skupiny D (malé inženýrské organizace).

Každý člen předsednictva byl pověřen zajišťováním a sledováním některé z oblastí činnosti Komitétu. Tuto činnost pak předsednictvo formulovalo pro své funkční období v následujícím dokumentu:

### PROGRAMOVÉ PROHLÁŠENÍ ČESKÉHO TUNELÁŘSKÉHO KOMITÉTU ITA/AITES, NÁRODNÍHO ČLENA ITA/AITES PRO OBDOBÍ 1997–2000

Český tunelářský komitét ITA/AITES (dále ČTuK) sdružuje organizace ČR, které se svou činností podílejí na podzemním stavitelství.

Za svůj hlavní úkol pokládá ČTuK angažovanost v racionálním využití podzemního prostoru pro nejrůznější účely, směřující ke zlepšení významných funkcí pro život společnosti a ochranu životního prostředí.

K naplnění tohoto úkolu bude ČTuK průběžně zajišťovat prostřednictvím svého předsednictva a sekretariátu:

- přenos informací členům ČTuK týkajících se vývoje podzemního stavitelství, technologií, mechanizace a materiálů
- přenos informací a výstupů z činnosti pracovních skupin (WG) ITA/AITES zejména prostřednictvím svých zástupců v těchto WG
- přenos informací umožňujících racionální rozhodování o podzemních stavbách se zdůrazňováním ekologických aspektů na nejvyšší rozhodovací orgány (vláda, parlament, městská zastupitelstva, ministerstva aj.)
- zřízení a činnost vlastní technické kanceláře, která by nabízela a zpracovávala nestranné expertízy, posudky a poradenství v oboru podzemního stavitelství
- pravidelné konference „podzemní stavby XX“ zaměřené přednostně na podzemní urbanismus a ekologické aspekty podzemních staveb
- pravidelné vydávání odborného časopisu „Tunel“ 4x ročně k rozsevu aktuálních informací z oblasti vědy, techniky a realizace podzemních staveb
- společné schůzky společností zainteresovaných v problematice podzemního stavitelství, podmiňujících a navazujících vědních oborů a styk s vysokoškolskými pracovišti
- kontakty s ostatními i přidruženými členy ITA/AITES, zejména v SR
- organizace odborných zájezdů a exkurzí na významné stavby, výstavy, veletrhy v tuzemsku i zahraničí

Praha, 20. 2. 1997

Předsednictvo ČTuK ITA/AITES

ZPRAVODAJSTVO  
ZO SLOVENSKEHO  
TUNELÁRSKEHO KOMITÉTU

## INFORMÁCIA O ČINNOSTI STK V PRVÝCH MESIACHOCH ROKA 1997

Od polozenia základného kameňa pri portáli prvého diaľničného tunela Branisko uplynul 12. 4. 1997 práve jeden rok. Základný kameň ďalšieho tunela Ovčiarско bol položený 19. 12. 1996.

Záujmy slovenských tunelárov a podnikateľských subjektov, ktoré akýmkoľvek spôsobom môžu participovať na výstavbe tunelov sa skoncentrujú na dianie v tejto oblasti. Situáciu možno charakterizovať aj tak, že doterajšie vedecko-technické, obchodné, politické a iné diskusie týkajúce sa výstavby tunelov sa zo salónneho prostredia preniesli do reality terénu. Cesty mnohých stavebných, banských, dopravných a ďalších odborníkov smerujú často v týchto mesiacoch ku portálu tunelov Branisko a Ovčiarско.

Je zaujímavé, že prvými víťazmi v súťažiach o získanie zákaziek na stavbe nielen dvoch uvedených, ale aj ďalších tunelov na diaľničnej sieti SR nie sú individuálne podnikateľské subjekty, ale združenia podnikov. Možno povedať, že všetky stavebné orgaizácie, ktoré ašpirujú na výstavbu tunelov sa zkoskupili do niekoľkých združení. V týchto združeniach sú zastúpené predovšetkým slovenské podniky, v jednom zo združení je zastúpený aj český podnikateľský subjekt Metrostav Praha. Do týchto združení sa zatiaľ nepodarilo prenknúť zahraničným podnikateľským subjektom.

Stavebno-podnikateľské deje majú odraz aj v dianí Slovenského tunelárskeho komitétu. Tendencia spájania úsilia nielen stavebných podnikov, ale aj reprezentantov stavovských, vedecko-technických organizácií sa zviditeľnila napríklad tým, že dňa 31. 1. 1997 sa uskutočnilo prvé spoločné zasadnutie prezídia Slovenskej baníckej spoločnosti a predsedníctva STK v Bratislave. Výsledkom tohoto rokovania je obojstranne potvrdený záujem na spolupráci. Dohoda, uzavretá na základe tohoto rokovania formuluje základné smery, ktorými sa spolupráca obidvoch organizácií bude uberať.

Spoločným prvkom, spájajúcim obidve stavovské spoločnosti je profesionálna príbuznosť a vzájomná využiteľnosť vedomostí a poznatkov z oblasti baníctva a podzemného inžinierskeho stavebníctva. Spolupráca je ťažiskovo zameraná na oblasť výmeny informácií, zintenzívnenia vzájomných kontaktov a spoločnej účasti na niektorých podujatiach.

Členovia predsedníctva STK veľkú časť svojich aktivít zamerali na prípravu a účasť na svetovom tunelárskom kongrese ITA/AITES vo Viedni. Potvrdením blízkych vzájomných vzťahov členov Českého tunelárskeho komitétu a Slovenského tunelárskeho komitétu je zorganizovanie spoločného zájazdu a pobytu vo Viedni počas konferencie výletnou lodou.

Ing. Jozef FRANKOVSKÝ  
člen predsedníctva STK

## TECHNICKÉ ZAJÍMAVOSTI

# MINIKONFERENCE SUBTERRY O POUŽITÍ MIKROTUNELINGU

Dne 27. března 1997 uspořádala akciová společnost SUBTERRA v hotelu Vladimír v Ústí nad Labem minikonferenci o použití mikrotunelingu. Zástupci vedení akciové společnosti SUBTERRA se zde sešli s investory z České republiky, aby se prezentovali novou technologií používanou ve výrobním programu naší firmy, tunelovacím systémem ISEKI, a jejím použití v praxi, na stavbě Sběrače „Y“ v Ústí nad Labem.

Po srazu účastníků v hotelu Vladimír je přivítal technický ředitel akciové společnosti Ing. Alfred Brunclík a krátce pohovořil o možnostech použití mikrotunelingu a také představil akciovou společnost SUBTERRA a její výrobní program.

Následovalo promítání ilustračního filmu „Mikrotuneling“ s komentářem Ing. Antonína Formánka, vedoucího útvaru obchodní a cenové politiky, a Ing. Karla Franczyka, zástupce firmy ISEKI. Ilustrační film pojednával o možnostech mikrotunelingu použitím tunelovacího systému ISEKI.

Hlavní výhodou tohoto systému je nulové porušení povrchů během instalace trubního řádu s výjimkou technologicky nutných šachet, čímž se zachovává běžný provoz měst a chrání životní prostředí. Další důležitou výhodou je zvládnutí špatných geologických podmínek v nestabilních půdních poměrech. „Slurry systém“ respektive přetlak rozplavovacího média v čelbě zajišťuje rovnováhu vůči tlakům podzemních vod až do hloubky 30 m. Nedochází k nežádoucímu snížení hladiny podzemních vod a eliminuje se nutnost zemní stabilizace například injektáží.

Již při promítání filmu se rozvinula živá diskuse o možnostech použití systému ISEKI a o jeho výhodách a nevýhodách, ale i o jeho ekologickém přínosu pro ochranu životního prostředí. Diskuse pokračovala po promítnutí filmu a účastníci minikonference se zajímali i o další technologie ve vlastnictví naší firmy a zkušenosti akciové společnosti SUBTERRA s realizováním vodohospodářských projektů.

Hovořilo se také o stavbě Sběrače „Y“ v Ústí nad Labem, kde by-

la použita nová technologie nasazením protlačovaného komplexu ISEKI dne 12. září 1996, což bylo první nasazení této technologie v zemích bývalého východního bloku.

Konkrétně se jednalo o tunelovací systém ISEKI UNCLEMOLE TTC 1860 mm, jehož součástí je vlastní razicí štít s otáčivou řeznou hlavou a excentrickým kónickým drtičem schopným redukovat balvany až do maximálního rozměru 600 mm a tlačné zařízení umístěné ve speciálně upravené jámě. Čerpacím slurry zařízením se rozrušený materiál dopravuje na povrch, ale také se udržuje tlaková rovnováha s tlakem spodní vody. Kontrolní a řídicí systém obsluhuje operátor z mobilního kontrolního panelu umístěného na povrchu, kde pomocí televizní kamery a laserového paprsku kontroluje správnost směru. Zařízení umožňuje dosahovat špičkové produktivity i při malém počtu kvalifikovaných pracovníků při současném zvýšení bezpečnosti práce.

Účastníci minikonference byli informováni ředitelem divize 01 Ing. Miroslavem Hamříkem a vedoucím střediska Ing. Josefem Bačou o pokračování výstavby kanalizačního sběrače „Y“, který by měl po svém dobudování, spolu s uvedením nové ústecké čistírny odpadních vod do provozu, významně přispět ke zlepšení vody v Labi a životního prostředí v tomto regionu.

V Ústí nad Labem je vybudována jednotná kanalizační síť, která odvodňuje dílčí povodí přímo do vodního toku. Stavba kanalizačního sběrače „Y“ zabezpečí převedení odpadních vod, vzniklých na levém břehu Labe a současně vytvoří podmínky pro připojení pravobřežních sběračů a tím odvedení splaškových vod na ČOV Ústí nad Labem.

Tato stavba je prvním projektem přeshraniční spolupráce PHARE a je ze 76 % celkové smluvní ceny dotována od Evropské unie k financování snížení znečištění životního prostředí. Zbýlých 27 % jde z finančních prostředků Severočeské vodárenské společnosti, která je investorem tohoto projektu. Celková délka Sběrače „Y“ činí 5030 m, z toho 675 m je navrženo otevřeným výkopem a 4355 m tvoří ražená část. Stavba má být dokončena koncem srpna 1997.

Odpoledne se účastníci minikonference přesunuli na stavbu, kde si prohlédli tunelovací systém ISEKI při ražení kanalizačního sběrače „Y“. Mohli tak pozorovat přípravné práce, vlastní zatlačování betonové roury a činnost slurry zařízení, které transportuje vytěžený materiál. Někteří využili i možnosti prohlédnout si kabinu operátora s kontrolním a řídicím systémem.

Stavba kanalizačního sběrače „Y“ představuje náročnou stavbu v členitém území s proměnlivými geologickými, inženýrskogeologickými a hydrogeologickými poměry, o čemž se mohli účastníci minikonference přesvědčit později, když sfarali s vedením stavby do již vyražených částí kanalizačního sběrače. Zde se dozvěděli další podrobnosti o této stavbě a mohli porovnat výsledky dosažené pomocí tunelovacího systému ISEKI a pomocí klasické ražby.

Na obědě, který následoval opět v hotelu Vladimír, účastníci velmi kladně ocenili tuto minikonferenci, která pomohla navázat bližší kontakty mezi investory a akciovou společností SUBTERRA.

Ing. David Švábenický





## SILNICE K SEVERNÍMU MYSU

Norský Nordkapp, neboli Severní mys, na zeměpisné šířce  $71^{\circ}10'21''$  (hluboko za polárním kruhem) je považován za nejsevernější bod evropské pevniny. Ačkoliv není ani docela součástí pevniny, ani není nejsevernějším bodem – stejně jako anglický Lands End (konec země) není ani nejzápadnějším, ani nejjižnějším bodem anglické pevniny. Přesto Severní mys zůstává jednou z hlavních norských turistických atrakcí.

Ve skutečnosti je Severní mys na ostrově Magerøya, který leží za 2 km širokým Magerøyským průlivem mezi ostrovem a pevninou. Ostrov má přibližně 4000 obyvatel, z nichž většina bydlí v Honnsvagu, kam jezdí trajekt z Kajfjordu. Po většinu roku je doprava trajektem více než dostatečná, ale v hlavní turistické sezóně od druhé poloviny června do začátku srpna, kdy si návštěvníci přijíždějí prohlédnout půlnoční slunce nad Severním mysem, jsou jak na ostrově, tak na pevnině dlouhé fronty čekající na přejezd trajektem.

Norská vláda se staví příznivě k nahrazení trajektových spojů silničními tunely k mnoha ostrovům u pobřeží, a to navzdory pochybnému ekonomickému přínosu. Takže když občané ostrova Magerøya začali prosazovat přímé silniční spojení, byl tento návrh schválen v roce 1993 a práce na projektu byly zahájeny v září téhož roku. Cena projektu je nyní odhadována na 751 milionů norských korun (NOK), přičemž 75 % nákladů ponese norská vláda, zatímco zbylá část prostředků pochází od North Cape Road Tolls Company. Po dobu 15 let od otevření nové silnice bude vybíráno mýtné a od roku 1993 jsou vybírány prostředky jako mýtné ve formě části ceny lístku na trajektovou dopravu.

Projekt obsahuje 28,6 km silnic, tunelů a mostů včetně tunelu Nord-

kapp, dlouhého 6,820 m (který je označován za nejdelší podmořský silniční tunel na světě), který povede z Vesterpollenu na pevnině do Veidnesu na ostrově Magerøya, a včetně tunelů již na ostrově – 4400 m dlouhého tunelu Honnigsvag a krátkého, 140 m dlouhého tunelu Studentervika. Součástí projektu je i 520 m dlouhý most přes část Fjordu Kubbholet.

Vzhledem k arktické poloze byl výběr trasy zásadně ovlivněn fyzikálními a ekonomickými podmínkami, které platí pro stavbu pozemních silnic. Normální pobřežní trasy jsou složité kvůli sklonu pobřežních útesů, které spadají přímo do moře, přičemž stavba musí být alespoň 5–6 m nad hladinou moře, aby se tak předešlo zatápění silnice, a aby za zvláště nepříznivých zimních bouří, které jsou v této oblasti běžné, nebyly automobily splachovány do moře. Je také nutné vzít v úvahu ochranu proti lavinám. Co se týče podmořského tunelu, dostupné informace naznačily, že Magerøyská úžina je tvořena systémem velkých poruch, což by mohlo při stavbě tunelu způsobit obtíže.

V úžině bylo provedeno velké množství seismických prací.

Tunel Nordkapp prochází dvěma hlavními typy horniny. Na pískovce klesající pod úhlem 12–20 stupňů směrem k severu podél tunelu. Na ostrovní straně jsou krystalická břidlice a pískovec překrytý usazenými horninami obsahujícími jílovité břidlice, silt a pískovec, které klesají pod úhlem 20–30 stupňů na severozápad podél tunelu.

Ukázalo se, že krystalická břidlice a pískovec jsou dostatečně vhodné, ale usazené horniny na ostrovní straně představovaly pro tunelářské inženýry podstatně větší výzvu.

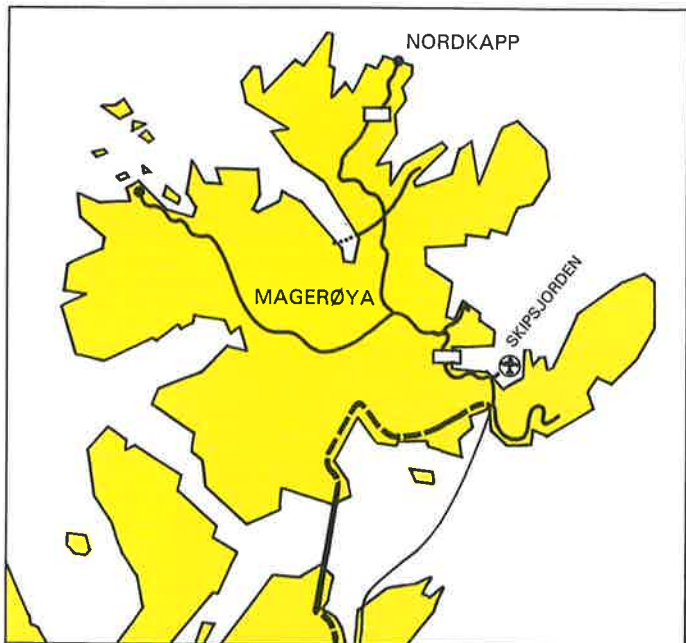
Ve všech částech tunelu byly použity metody vrtání a odstřelů.

Ražený čelní průřez tunelu je  $53,5 \text{ m}^2$ . Konečné rozměry mají být 8 m na šířku a 4,96 m na výšku. To dovolí dva 3 m široké jízdní pruhy a příslušnou ventilaci a osvětlení. Ve svém nejhlubším bodě bude tunel 212 m pod hladinou moře. Sklon je většinou 8 %, i když na malých úsecích bude až 10 %.

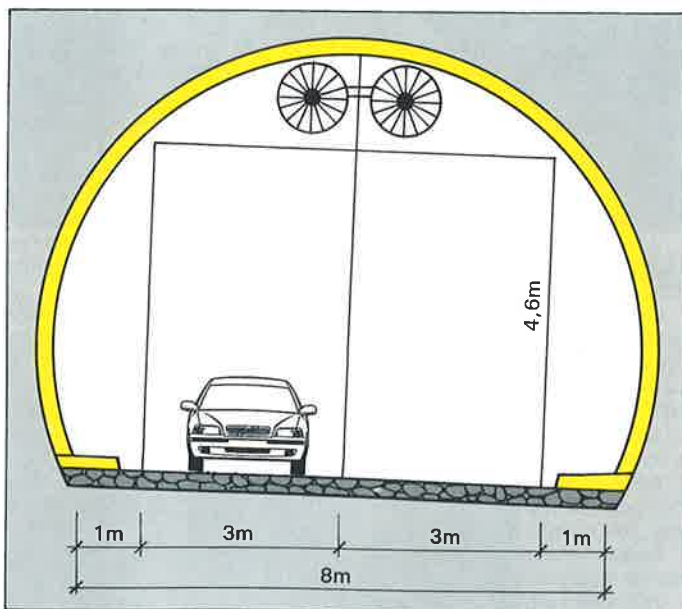
Pozn.: zpracováno podle článku L. Williamse v časopise World Tunneling z října 1996.

Ing. Miloslav Novotný

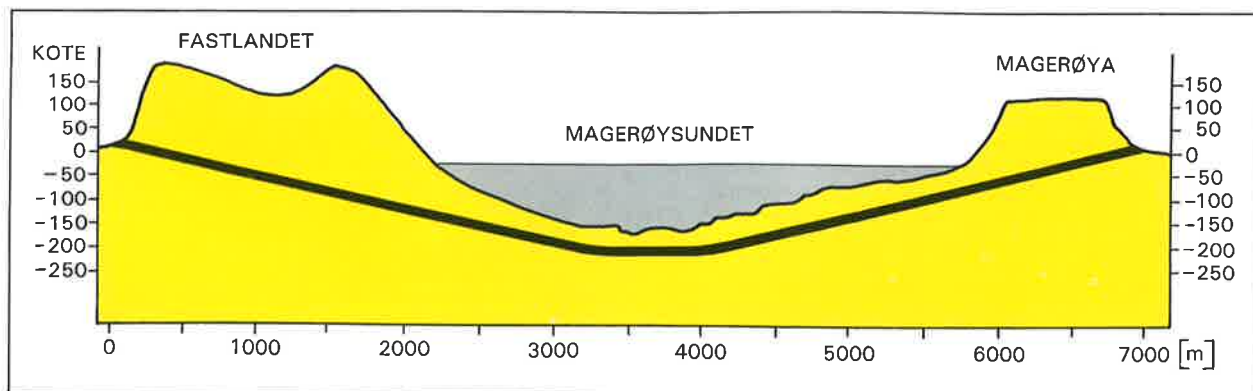
TRASA -1



VÝSLEDNÝ PŘÍČNÝ PROFIL TUNELU



TRASA TUNELU



## ZPRÁVY Z TUNELÁŘSKÝCH KONFERENCÍ ITA/AITES

### TUNNELING ASIA '97 – NEW DELHI

Ve dnech 20.–24. ledna 1997 se konala v New Delhi mezinárodní tunelářská konference Tunnelling Asia '97, organizovaná Indickým výborem ITA/AITES spolu s Ústřední radou pro energetiku. Široce koncipované konference se zúčastnilo na 200 odborníků z 22 států, většinu ovšem tvořili zástupci hostitelské země. Celkem bylo předneseno 74 referátů. Součástí konference bylo zasedání exekutivy ITA/AITES: Tematicky bylo jednání konference rozděleno do 10 sekcí:

- Inženýrská klasifikace a charakteristika horninového masivu pro tunelování
- Plánování, průzkum a analýza tunelů
- Výstavba tunelů, stabilizace a výztuž
- Ostění tunelů
- Monitoring a zpětná analýza
- Zavádění moderních technologií ve výstavbě tunelů a šacht
- Výstavba tunelů v zastavěných oblastech
- Výztužné systémy v tunelování
- Šachty a úklonné tunely
- Náklady a příprava kontraktů

Je třeba říci, že toto rozdělení bylo v některých případech spíše organizačního rázu, takže témata se často prolínala. Z jednání konference si bylo možno učinit představu o současném stavu a výhledech v oblasti výstavby tunelů v Indii a v celé jihovýchodní Asii. Těžisté tunelářských prací spočívá ve výstavbě podzemních objektů, spojených s realizací hydroelektráren, zejména v severních státech Indie v Himálajích, případně v jiných horských oblastech. Jedná se většinou o přírodní štoly a podzemní komory pro turbíny a obslužná zařízení. Díla jsou ražena především v pevných komplexech krystalických hornin, vzhledem k převládající příkrovové stavbě se však vyskytují i méně pevné a porušené horniny.

V menším rozsahu se razí železniční tunely a zatím se prakticky nestaví tunely silniční, což souvisí s nízkou úrovní infrastruktury, zejména silniční sítě.

Charakteru děl odpovídají i převládající používané technologie. Vesměs se jedná o klasické ražby s trhací prací. Pouze v jednom případě – při výstavbě vodního přivaděče pro město Bombay – bylo použito plnoprofilového tunelovacího stroje. Ve většině případů se využívá zásad NRTM s častým použitím stříkaného betonu a svorníkové výztuže. Vedle horizontálních ražeb se často uplatňují úklonné ražby a svislé jámy s dovrchním i úpadním postupem.

Sympatická je pozornost, která se věnuje geologickému a zejména geotechnickému průzkumu lokalit, včetně tzv. velkých geotechnických zkoušek in situ a monitoringu ražených děl.

Široce se používá metod matematického modelování, přičemž nejrozšířenější jsou programové soubory fy Itasca (UDEK, 3DEC, FLAC).

Základním problémem indických tunelářů jsou nízké dosahované výkony a postupy, které značně zaostávají za světovými parametry a s tím spojené vysoké náklady na výstavbu podzemních děl. Vzhledem k energetické bilanci země, která je značně napjatá, se přitom jeví potřeba využití hydroenergetického potenciálu země v co nejkratší době.

Za zmínku stojí účast evropských firem na financování, přípravě a realizaci velkých hydroenergetických projektů. Jedná se o velké tunelářské firmy jako Svenska nebo Tamrock, ale i relativně menší, specializované firmy, z nichž Soitau a Sika se podílely na sponzorování konference.

Závěrem aspoň několik všeobecných dojmů. Pro Evropu je Indie tak rozdílná a ve všech ohledech odlišná země, že ani za několik týdnů je nelze hlouběji poznat. Přes šokující dojmy z obrovsky předílených oblastí, z nepředstavitelných sociálních, hygienických (i kastovních) rozdílů, jejichž oba póly bývají od sebe vzdáleny někdy doslova pár metrů a naopak ohromující setkání s historickými monumenty i z velmi vzdálené minulosti, vnímavějšímu pozorovateli neunikne, že země je na nepopíratelném, byť nerovnoměrném ekonomickém vzestupu. Potvrzuje to i rozsáhlá výstavba v průmyslové a bytové oblasti, zejména ve městech a nakonec i průběh a úroveň konference Tunnelling Asia '97.

ing. Richard Šňupárek CSc.,  
Ústav geoniky AVČR Ostrava

## SVĚTOVÝ TUNELÁŘSKÝ KONGRES VE VÍDNI

Vídeň a kongresy – to jsou dva pojmy, které k sobě nerozlučně patří již dlouhá léta. Ten první a nejslavnější se zde konal již na počátku minulého století, kdy vítězové nad Napoleonem pod taktovkou kancléře Metternicha dávali dohromady Svatou alianci. Od doby, kdy se Rakousko změnilo v neutrální demokratický stát se zde každoročně podobných akcí, většinou či menšího významu, koná i několik desítek. Jednou z nich, a pro nás velmi důležitou, bylo i letošní setkání tunelářů sdružených v ITA/AITES, spojené, jak je zvykem, se zasedáním Výkonného výboru ITA a Valného shromáždění delegátů. Současně probíhala zasedání pracovních skupin ITA, setkání národních dopisovatelů, výstava, propagační a kulturní akce. Hlavní akcí však byl vlastní kongres, který se konal v bývalém sídle rakouských císařů Hofburgu, zčásti v týchž prostorách, kde zasedali před stotřiaosmdesáti lety vládcové tehdejší Evropy. Další akce se konaly v místech neméně honosných, nebo alespoň jinak zajímavých – na Vídeňské radnici, ve Svatoštěpánském dómu, v hotelu Vienna Hilton, v malebném Grinzingu.

Pravda, náš kongres netrval jako jeho slavný předchůdce téměř rok, ani se během něj nerozhodly věci, které by zásadním způsobem ovlivnily další vývoj našeho kontinentu i světa na mnoho dalších desetiletí. Nicméně, z hlediska dalšího vývoje podzemního stavitelství ve světě, bylo o čem diskutovat a jeho výsledky se určitě v budoucnu projeví. Vždyť jen finanční objem akcí o nichž bylo referováno, dosahuje astronomických částek, a hospodářská a politická váha představitelů na kongresu zastoupených organizací a společností jistě také není zanedbatelná. Heslem kongresu bylo *Tunnels for people*, což by se snad dalo volně přeložit jako *Tunely musí sloužit lidem*. Toto heslo může být naplněno pouze součinností mezi politiky, ekonomy a tunelářskými odborníky. Z vlastní zkušenosti všichni dobře víme, že sebeužitečnější a technicky sebedokonalejší dílo podzemního stavitelství nemůže být bez této spolupráce a vzájemné podpory realizováno.

Přípravný výbor kongresu v čele s panem Walterem Hinkleem využil všech možností, zkušeností a tradic, které mu prostředím skýtalo, a odvedl gigantickou práci, která byla korunována úspěchem. Podle slova organizátorů celkový počet účastníků (mnoho se jich zaregistrovalo na poslední chvíli a nejsou tudíž v oficiální statistice, která zachytila stav k 27. 3. zahrnutí) přesahel půldruhého tisíce a tím překonal všechny dosavadní rekordy. Počet zveřejněných příspěvků dosáhl čísla 119, při čemž výběr byl velmi přísný, a více než stejný počet jich bylo přípravným výborem odmítnuto. Ze výběr byl správný se prokázalo při prezentacích (přednášky, panely, výstavy). Zájem, který vyvolal byl vsuktu obrovský – ohromný přednáškový sál nikdy nešel prázdnotou, další stovky účastníků po celou dobu živě diskutovaly před prezentačními panely, u stánků vystavovatelů, nebo i jen tak na chodbách. Stejně velký zájem vyvolaly exkurze, uspořádané poslední den konference. Dvě se týkaly Vídeňského metra, dvě výstavby tunelů na vysokorychlostní trati Vídeň–Salzburg. Na všechny zájemce se ani nedostalo, což bylo škoda, protože jak po technické tak organizační stránce byly skutečně excelentní.

Velké množství příspěvků se týkalo Nové rakouské tunelovací metody. To však neznamená, že odborný rozsah byl omezen. Byly probírány snad všechny oblasti podzemního stavitelství, a to jak po stránce disciplinární, tak geografické. Jako obvykle, s technicky nejsložitějšími díly se prezentovali především Japonci, ale pozadu nezůstali ani ostatní. Jejich výčet by zabral daleko větší prostor, nežli je určen pro tuto stručnou informaci. V dalších číslech našeho časopisu se pokusíme o nejzajímavějších příspěvcích říci více.

Účast českých a slovenských tunelářů byla více než impozantní. Nepochybně k tomu přispěla blízkost místa konání a možnost ubytování na lodi, kterou zajistil Slovenský tunelářský komitét, avšak to že jsme se (společně) umístili na 3. místě v počtu účastníků, bylo organizátory komentováno s velkým potěšením a mnohými dalšími účastníky s neskrytým obdivem. Před námi se umístilo pouze domácí Rakousko se 277 účastníky a Německo se 203. Dokonce i kdybychom se počítali zvlášť (Česká rep. 69 a Slovenská rep. 56 přihlášených), vklínilo by se mezi nás pouze Japonsko, odkud přijelo 60 osob a těsně za námi by bylo Rusko s 52 účastníky. Daleko za tímto počty pak zůstaly i takové tunelářské velmoci jako Švýcarsko (36), USA a Francie (po 30), Švédsko (19), Itálie a Anglie (po 16), Norsko (15). Relativně vysokou účast měli rovněž Holanďané (30) a Maďaři (20). Počty ostatních národních delegací dosáhly nejvýše 10 (Španělsko), mnohé státy byly zastoupeny i jen jedním nebo dvěma delegáty. Celkem se zúčastnili představitelé 47 zemí.

V porovnání s touto vysokou účastí vyznívá poněkud slaběji naše prezentace. Je to pochopitelné – objem i technická úroveň podzemních realizací v obou našich republikách, a to nejen absolutně, ale vzhledem k počtu obyvatel, velikosti a členitosti území, bohužel i relativně, stále dost pokulhává nejen za tunelářskými velmocemi, ale i za menšími státy, kde si politikové a ekonomové již uvědomili nutnost budování pod-

zemních děl, a nepovažují je za zbytečný přepych, ale za vysoce účelová díla, pro zdravý vývoj moderní společnosti ve všech směrech nezbytná.

V tomto okamžiku jsou na tom zřejmě lépe tuneláři ve Slovenské republice, kde naplnění vyhlášeného programu výstavby dálniční sítě nutně přinese i obrovský rozmach výstavby tunelů. Jeden z prezentovaných příspěvků se týkal právě této problematiky a po zásluze vzbudil zaslouženou pozornost, především mezi vedoucími představiteli světových tunelářských firem a výrobců zařízení, vybavení tunelů a tunelovacích strojů. Aby také ne – uplatnit se nejen odborně, ale i obchodně je logickou touhou každého manažera, a takový program nutně znamená i ohromné investice do technického, technologického a strojního vyba-

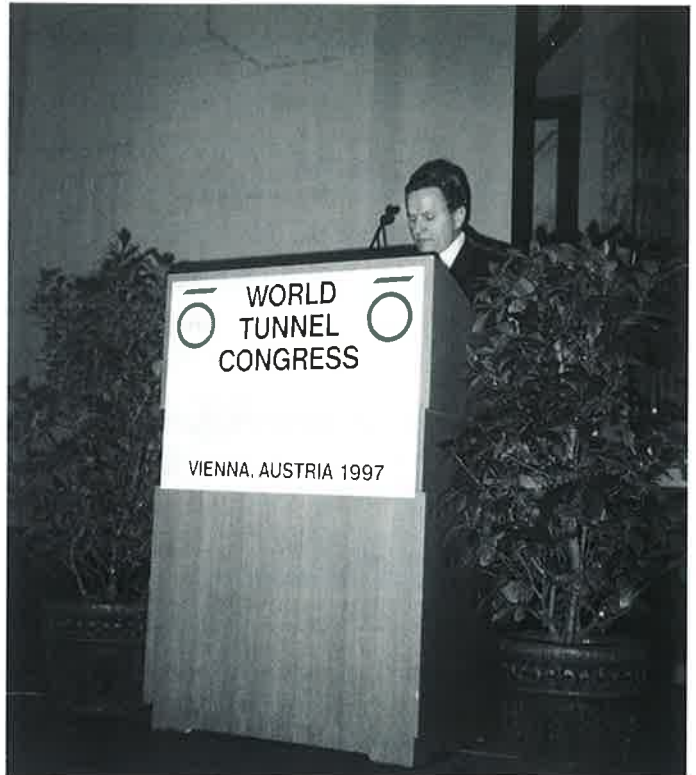
vení, z něhož zdaleka ne vše je na Slovensku nebo v Čechách dostupné.

Prezentace českých odborníků se především týkaly již realizovaných staveb, a to budovaných převážně Novou rakouskou tunelovací metodou. Jejich hlavním úkolem, který se doufejme podařilo splnit, bylo přesvědčit naše kolegy, že nepřeslápujeme na místě, že jsme teoreticky i prakticky nové technologie zvládli a dokážeme pracovat stejně rychle a kvalitně jako jinde ve světě. Je pouze otázkou času a financí, kdy se i objemem prací v podzemí zařadíme na místo, které musíme dosáhnout, nechceme-li zůstat pozadu i v celkovém hospodářském vývoji.

Ing. Georgij Romancov  
foto: Ing. Karel Matzner



Obr. 1. Ing. Jindřich Hess, člen Výkonného výboru ITA/AITES, s prof. Zdeňkem Eisensteinem



Obr. 2. Příspěvek o výběru varianty NATM pro ražbu prvního dvoukolejného tunelu na pražském metru, který přednesl Ing. Miloslav Zelenka (Metrostav, a. s.), byl velmi dobře hodnocen



Obr. 3. Na Valném shromáždění byli delegáty za ČR Ing. Petr Kuchár a Ing. Karel Matzner

# KALENDÁŘ AKCÍ ITA/AITES 1997/1998

## New Delhi, India 20.–24. 1. 1997.

TUNNELING ASIA '97

Asia Regional Conference and 2nd International Symposium

## Vienna, Austria 12.–17. 4. 1997

23rd ITA ASSEMBLY

WORLD TUNNEL CONGRESS '97

## Roma, Italy 14.–15. 5. 1997

CONFERENCE ON MECHANIZED TUNNELLING (SIG)

## México, D. F., México 14.–17. 5. 1997

2nd Mexican Congress of Tunnelling Engineering and Underground Works

## Athens, Greece 23.–27. 6. 1997

ENGINEERING GEOLOGY AND THE ENVIRONMENT

## Montréal, Québec 29. 9.–3. 10. 1997

7th International Conference UNDERGROUND SPACE: INDOOR CITIES OF TOMORROW

## Praha, ČR 13.–15. 10. 1997

Konference PS '97

## Berlin, SRN 1.–4. 12. 1997

STUVA TAGUNG '97

(náměty příspěvků do 15. 10. 1997)

## NEWPORT BEACH, CALIFORNIA

21.–25. 2. 1998

North American Tunneling '98, Conference (NAT 98) „New Horizons: Building our Future” (náměty příspěvků do 1. 2. 1997)

## Sao Paulo, Brazil 25.–30. 4. 1998

WORLD TUNNEL CONGRES '98 „Tunnels and Metropolises”, 24th ITA/AITES Annual Meeting (náměty příspěvků do 31. 1. 1997)

## Stockholm, Sweden 7.–9. 6. 1998

International Congress of Underground Construction in Modern Infrastructure (náměty příspěvků do 1. 9. 1997)

## INŽENÝRSKÁ KANCELÁŘ PŘI ČESKÉM TUNELÁŘSKÉM KOMITÉTU ITA/AITES (IČO 49629972)

nabízí orgánům státní správy a samosprávy, investorům, projektantům a dodavatelům objektivní a 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 podzemním 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:

Sekretariát Českého tunelářského komitétu ITA/AITES

Dělnická 12

170 04 Praha 7

Tel./fax: 66793479, Ing. Karel Matzner



# **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)2/2424 0025  
tel.: [420]-(0)2/2422 9734  
fax: [420]-(0)2/2424 0051

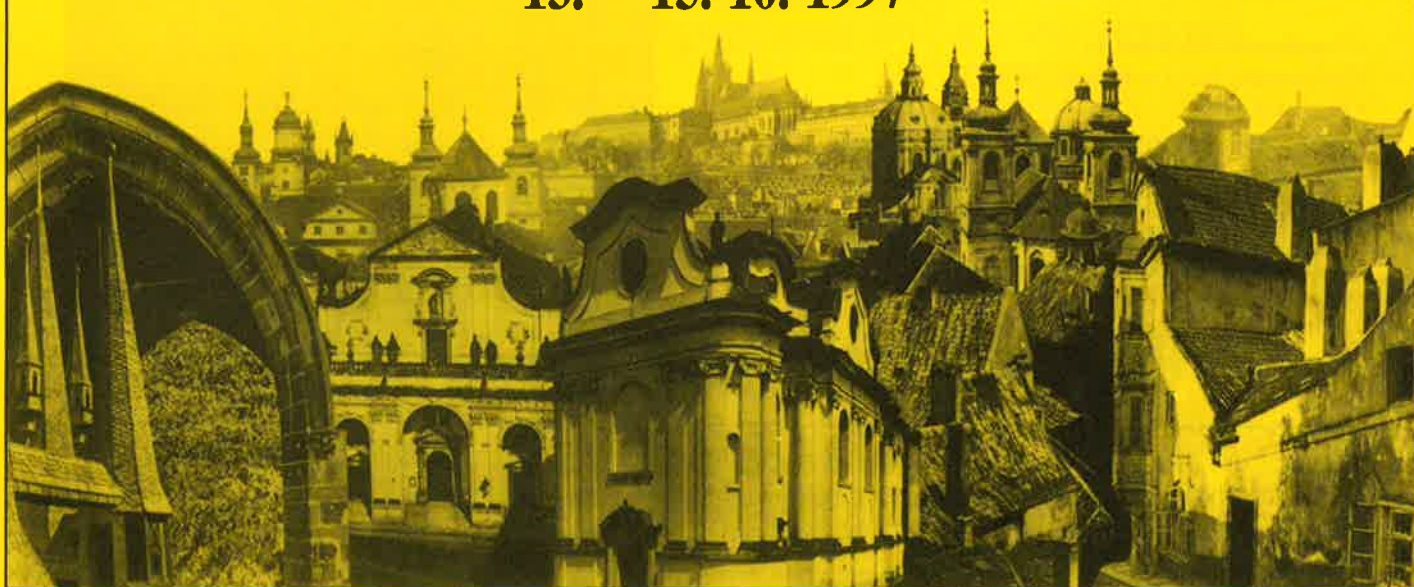
## **ČESKÝ TUNELÁŘSKÝ KOMITÉT**

### **ITA / AITES**

## **VÁS ZVE NA KONFERENCI PODZEMNÍ STAVBY '97**

### **PRAHA ČESKÁ REPUBLIKA**

### **13. – 15. 10. 1997**



**SUBTERRA**  
**SUBTERRA**  
**SUBTERRA**  
**SUBTERRA**  
**SUBTERRA**  
**SUBTERRA**  
**SUBTERRA**  
**SUBTERRA**  
**SUBTERRA**

**PODZEMNÍ  
INŽENÝRSKÉ  
STAVBY**

**UNDERGROUND  
CIVIL  
ENGINEERING**

**SUBTERRA a.s.**  
**Bezová 1658**  
**147 14 Praha 4**  
**Telefon 02/460379**  
**Telefax 02/466179**

**OTVÍRÁME  
NOVÝ  
PROSTOR**

PODZEMNÍ INŽENÝRSKÉ A DŮLNÍ STAVBY, STAVBY VODOHOSPODÁRSKÉ, PRŮMYSLOVÉ, DOPRAVNÍ, BYTOVÉ A EKOLOGICKÉ, VÝSTAVBA TUNELŮ, ŠTOL A JAM, MĚSTSKÝCH KOLEKTORŮ, VODNÍCH PŘIVADĚČŮ, KANALIZAČNÍCH SBĚRAČŮ, KAVEREN, REKONSTRUKCE TUNELŮ, KANALIZACÍ A STAVEBNÍCH OBJEKTŮ, LIKVIDACE NEBEZPEČNÝCH ODPADŮ A BUDOVÁNÍ SKLÁDEK, PROJEKTOVÁ A INŽENÝRSKÁ ČINNOST, SLUŽBY MĚŘIČSKÉ A LABORATORNÍ, STROJÍRENSKÁ VÝROBA A SERVIS PRO STROJE A ZAŘÍZENÍ, PŮJČOVNA STROJŮ A ZAŘÍZENÍ, SLUŽBY PŘEPRAVNÍ A ZÁSOBOVACÍ, CESTOVNÍ KANCELÁŘ A HOTEL BARBORA V PRAZE-ZBRASLAVI.



**ELTODO**

**První česká společnost  
dodávající komplexní technické vybavení silničních tunelů  
(technické vybavení tunelu HŘEBEČ a STRAHOVSKÉHO TUNELU)**

**REALIZUJEME KOMPLEXNÍ DODÁVKY:**

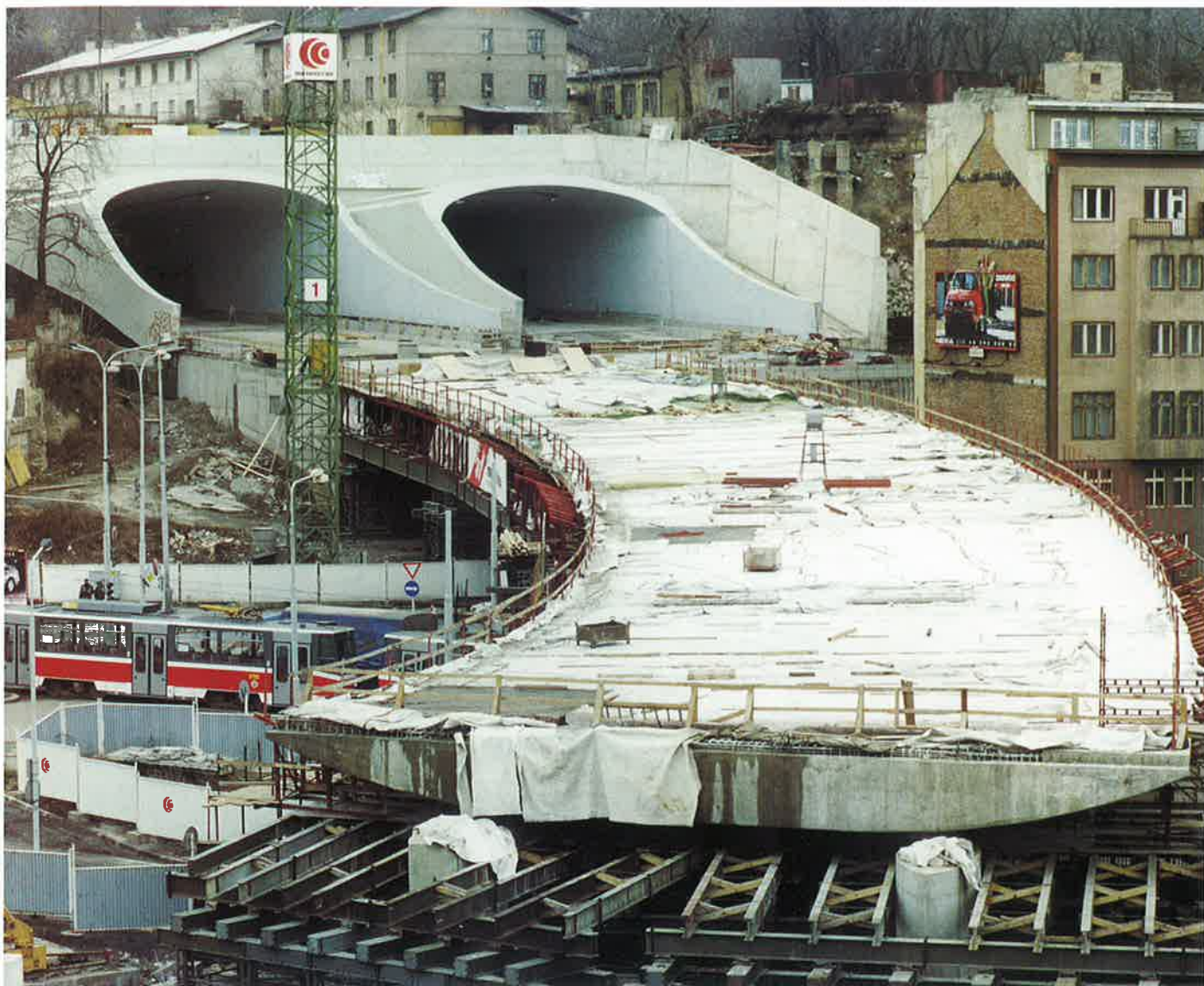
- Projektovou dokumentaci
- Integrovaný řídicí systém KERBERUS
- Dopravní systém
- Bezpečnostní systém
- Osvětlení
- Řízení vzduchotechniky
- Řízení energetiky
- Automatické zjišťování nehod



**ŘÍDÍCÍ SYSTÉM MINIMALIZUJE PROVOZNÍ NÁKLADY**

akciová společnost

Novodvorská 14, 142 00 Praha 4  
tel.: 02/61341111, fax: 02/61710669



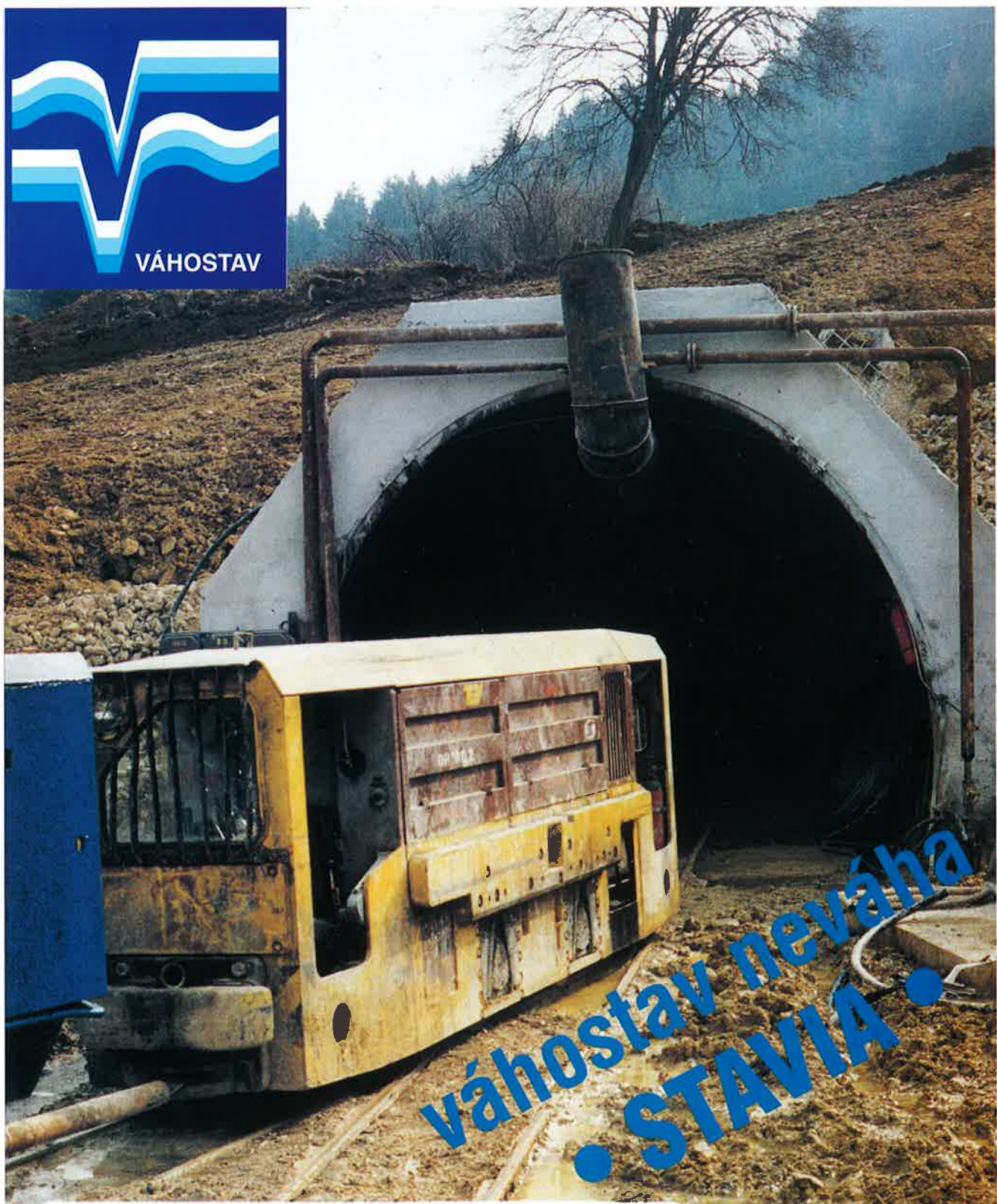
Akciová společnost **METROSTAV** je víc než stavba metra.  
Představuje českou, dynamickou stavební společnost s proslulou tradicí,  
spolehlivou přítomností a jasnou budoucností.

Tunely, kolejové svršky, depa, dopravní a vodohospodářské stavby,  
průmyslové haly, hotely, rekonstrukce paláců, rodinné domky, pozemní  
a podzemní stavby – to je kompletní program firmy **METROSTAV**.

# **metROSTAV**

## **VÁŠ PARTNER NA CESTĚ VZHŮRU!**

Kontaktní adresa: Centrála akciové společnosti Metrostav, Dělnická 12, Praha 7, Česká republika  
tel. Česká republika 02-66793 331, tel. zahraničí: 02-80 94 53, fax 02-80 82 75



váhostav neváha  
• STAVIA •

VÁHOSTAV a. s. ŽILINA, 011 18 Žilina, ul. Hlinská 40  
tel. 00421/89 642 081-7  
fax 00421/89 333 60

DIVIZIA 07 – PROJEKTOVANIE A INŽINIERING (adresa dtto)

DIVIZIA 11 – TUNELY, 012 16 Žilina, ul. Framborská 58  
tel. 00421/89 626 085  
fax 00421/89 626 300